

## Examining the Application Process of Model-Eliciting Activities in Classrooms Designed by Secondary School Mathematics Teachers \*

Demet DENİZ\*\* , Levent AKGÜN\*\*\*

Received date:06.12.2016

Accepted date: 28.03.2017

### Abstract

In this study, it was aimed to reveal implementation processes of model-eliciting activities designed by mathematics teachers in their classes. The research was conducted with 13 secondary school mathematics teacher. Case-study was used in the study. Semi-structured observation form used as data collection tools. The teachers created activities considering the principles of MEAs and applied these activities in their classes. Data obtained from observations were analyzed by using descriptive analysis. During the observation, it was determined that the teachers had shortcomings in the interpreting the model to real life, the application of MEAs took much time and the students could not adapt mathematical model eliciting and work in groups. To apply MEAs satisfactorily, MEAs can be included more in the curriculum.

**Key Words:** Mathematical modelling, high school mathematics teachers, model eliciting activities

\* This study is derived from Demet DENİZ's entitled "The Sufficiency of High School Mathematics Teachers' to Elicit and Apply Activities Appropriate to Mathematical Modelling Method" doctoral dissertation conducted by advisor Assistant Professor Levent AKGÜN.

\*\*Muş Alparslan University, Faculty of Education, Mathematics Education Department, Muş, Turkey; demetdeniz227@gmail.com

\*\*\*Atatürk University, Kazım Karabekir Faculty of Education, Mathematics Education Department, Erzurum, Turkey; levakgun@atauni.edu.tr

# Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Tasarladıkları Model Oluşturma Etkinliklerinin Sınıflarda Uygulanabilme Süreçlerinin İncelenmesi\*

Doi numarası: 10.17556/erziefd.308679

Demet DENİZ \*\*, Levent AKGÜN \*\*\*

Geliş tarihi:06.12.2016

Kabul tarihi:28.03.2017

## Öz

Bu çalışmada, ortaöğretim matematik öğretmenlerinin tasarladıkları model oluşturma etkinliklerinin sınıflarda uygulanabilme süreçlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma Ağrı il merkezindeki dört farklı lise türünde görev yapan 13 matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Araştırmada durum çalışması deseni kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış gözlem formu kullanılmıştır. Öğretmenler model oluşturma tasarım prensiplerini dikkate alarak uygun buldukları konularda tasarladıkları etkinlikleri sınıflarında uygulamışlardır. Veriler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Uygulama süreçleri gözlemlendiğinde modelleme basamaklarından modeli gerçek hayata yorumlama basamağında eksikliklerin olduğu görülmüştür. Bu çalışmada matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması sürecinde uygulamaların çok zaman aldığı, öğrencilerin matematiksel model oluşturmaya ve grupla çalışmaya adapte olamadıkları görülmüştür. Matematiksel modelleme yönteminin uygulanabilmesi için, modelleme etkinliklerine öğretim programlarında daha fazla yer verilebilir.

**Anahtar Sözcük:** Matematiksel modelleme, ortaöğretim matematik öğretmenleri, model oluşturma etkinlikleri.

\*Bu çalışma, Yrd. Doç. Dr. Levent AKGÜN danışmanlığında yürütülen, Demet DENİZ'in "Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Yöntemine Uygun Etkinlik Oluşturabilme ve Uygulayabilme Yeterlikleri" adlı Doktora tezinden türetilmiştir.

\*\* Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi ABD, Muş, Türkiye; demetdeniz227@gmail.com

\*\*\* Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi ABD, Erzurum, Türkiye; levakgun@atauni.edu.tr

## 1. Giriş

Teknolojinin ve bilimsel gelişmelerin hızla ilerlemesinin temelinde matematik olduğu için çağımız insanının bu gelişmelere uyum sağlamasında matematiği günlük hayatında kullanabilmesi oldukça önemlidir. Ancak matematik toplum için önemli bir bilim olmasına rağmen birçok insan tarafından günlük hayatla ilişkisiz olarak görülmektedir. Bunun nedenlerini Muller ve Burkhardt (2007), matematiğin kurallar ve küçük işlemler olarak düşünülmesi şeklinde belirtmiştir. Hâlbuki matematik eğitiminin amacı matematiği günlük yaşamında etkili bir şekilde kullanabilen, matematiğin gerçek dünya ile olan ilişkisinin farkında olan ve böylece matematikten korkmak yerine ondan zevk alan ve onu seven bireylerin yetişmesidir (Doruk, 2010). Dolayısıyla matematik öğretiminde öğrencilerin günlük hayatlarında matematiğin önemini anlayabildikleri ve günlük hayatlarında gerçek matematiksel problemleri çözebildikleri örnekler ele alınmalıdır (Kaiser and Schwarz, 2006). Bu açıdan bakıldığında, matematik ile gerçek hayat arasındaki bağın oluşturulmasında önemli rolleri olan matematiksel modeller ve matematiksel modelleme kavramlarının üzerinde durulması gerekir.

Matematiksel model ile matematiksel modelleme kavramları da birbirleriyle çok karıştırılan kavramlardır. Meyer'e (1984) göre matematiksel modeller değişken, sabit, fonksiyon, eşitlik, eşitsizlik, formül ve grafikler gibi matematiksel kavram parçalarıdır. Matematiksel modelleme ise gerçek hayat problemlerinin soyutlandığı, matematikleştirildiği, çözüldüğü ve değerlendirildiği periyodik bir döngü olarak tanımlanır. Dolayısıyla matematiksel modelleme, matematik ile gerçek hayat arasındaki boşluğu azaltan düzenli ve dinamik bir yöntem sunmaktadır (Ortiz and Dos Santos, 2011). Yani matematiksel modelleme gerçek hayat problemlerinin matematiksel dili kullanılarak çözülmesi süreci iken, matematiksel modeller bu süreç sonunda ürün olarak ortaya konulan değişkenler, eşitsizlikler, formüller gibi matematiksel yapılardır.

Matematiksel modelleme aynı zamanda matematiğin yanında diğer birçok alanı kapsayan disiplinler arası bir husustur (Lingefjärd, 2007). Bu açılarından bakıldığında matematiksel modellemenin amacı öğrencilerin, matematiksel kavramları daha iyi anlamalarını sağlamak, özgün problemleri çözmelerini ve formüle etmelerini öğretmek, eleştirel ve yaratıcı yönlerinin farkına varmalarına ve matematiğe karşı tutumlarını biçimlendirmelerine katkı sağlamaktır (Blum, 2002; Niss, Blum and Galbraith, 2007).

Modelleme sürecinin iyi bir şekilde uygulanabilmesi için gerekli olan bazı yeterlilikler mevcuttur. Modelleme yeterlilikleri modelleme süreçlerini uygun bir şekilde gerçekleştirmeyi, bunu eyleme koyabilme becerisini ve istekli çalışmayı içerir. Dolayısıyla modelleme yeterliliklerinin tam anlaşılması modelleme süreci ile yakından ilişkilidir (Maaß, 2006). Özer Keskin'e (2008) göre modelleme sürecinde gerçek hayat problemi anlaşılır, bu problemi çözebilmek için gerekli olan değişkenler belirlenir, matematiksel model oluşturulur, problemin çözümüne ulaşıldıktan sonra model yorumlanarak doğruluğu test edilir ve elde edilen çözüm gerçek hayata yorumlanır. Bu çalışmada matematiksel modelleme sürecinde Özer Keskin'in (2008) tanımladığı aşamalar dikkate alınmıştır. Çünkü bu modelleme aşamalarının incelenmesi var olan diğer modelleme aşamalarına göre daha anlaşılırdır.

Lesh ve Doerr (2003) model ve modelleme terimlerini anlam bakımından içeren bir kavram olarak, modelleme etkinlikleri yerine, model ortaya çıkarma etkinlikleri kavramını kullanmaktadır (Doruk, 2010). Model oluşturma etkinliklerinde (MOE) sayısal işlemler yerine öğrencilerin kendi düşüncelerini ve süreçlerini üretmeleri ve geliştirmeleri önemlidir (English, 2006; Lesh and Yoon, 2007). MOE tasarımı için Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post'un (2000) geliştirdikleri altı prensip vardır. 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. MOE'de model oluşturma ve modeli genelleme ilkeleri, geliştirilen bir modelin paylaşılabilir ve tekrar kullanılabilir olmasını sağlamaktadır. Bu etkinliklerin sosyal etkileşim için çok uygun oluşu, grup çalışması şeklinde uygulanmasını gerektirir (Doruk, 2010). Modelleme uygulamalarında öğretmenlerin üstlendiği

rol de modelleme sürecinin niteliğini etkilemektedir. Matematiksel modelleme sürecinde öğretmenler yönlendirici olmaktan daha çok danışman rolünü üstlenmelidirler (Antonius, Haines, Jensen, Niss and Burkhardt, 2007). Öğretmenlerin modelleme sürecinde bir danışman rolü üstlenmesinin yanında modellemeyi yeterince yerine getirebilmeleri için modelleme bilgisine sahip olmaları ve modelleme sürecinde öğrencilerin zorluklarını teşhis etme yeteneğine sahip olmaları gereklidir (Blum, 2011).

Matematiksel modelleme etkinliklerinin okul uygulanmalarına bakıldığında; Kaiser ve Schwarz (2006) çalışmasında matematiksel modellemeyi okul ve üniversite arasında bir köprü olarak ele almıştır. Bu çalışma ile öğretmen adayları gelecekteki mesleki yaşamlarında matematik öğretiminde modelleme sürecini uygulama imkânı bulmuşlardır. Mousoulide, Christou ve Sriraman (2008) çalışmasında ilk ve ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinliklerinde kullandıkları süreçleri ve bu süreçlerde modelleme problemlerini çözme becerilerinin nasıl değiştiğini araştırmışlardır. Cheng (2001) çalışmasında Singapur'daki ortaokul müfredatına matematiksel modelleme öğretimini tanıtmaya çalışmıştır. Frejd (2012) yapmış olduğu çalışmada 18 öğretmenin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi düzeylerini ve bu yöntemi uygulama deneyimlerini araştırmıştır. Türkiye'deki çalışmalara bakıldığında ise Doruk (2010) matematiksel modelleme etkinliklerinin, altıncı ve yedinci sınıflardaki öğrencilerin matematik dersinde öğrendiklerini günlük yaşama transfer etme becerilerinin gelişimine etkisini incelemiştir. Özturan Sağırlı (2010) çalışmasında matematiksel modelleme yönteminin 12. sınıf öğrencilerinde türev konusundaki genel başarılarına, matematiksel modelleme performanslarına ve öz düzenleme becerilerine etkisini ve öğrencilerin matematiksel modelleme yöntemi ile ilgili düşüncelerini araştırmıştır. Doğan Temur (2012) çalışmasında 39 öğretmen adayının ilkokullardaki problem çözme ve modelleme öğretimi deneyimlerini incelemiştir. Deniz ve Akgün (2014)'ün çalışmalarında ise matematik öğretmeni adayları öğretmenlik uygulaması derslerinde matematiksel modelleme yöntemini içeren etkinlikler hazırlamışlar ve bunları staj okullarında uygulamışlardır. Sürecin sonunda ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme yöntemine ve bu yöntemin sınıf içi uygulamalarına yönelik görüşleri tespit edilmiştir.

Literatürde var olan çalışmalar incelendiğinde öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin matematiksel modellemeye yönelik becerilerinin farklı çalışmalarda incelendiği görülmektedir. Ancak bu çalışmaların hiçbirinde öğretmenlerin MOE tasarımları ve bu etkinlikleri sınıflarına uygulamaları bütüncül bir şekilde incelenmemiştir. Öğretmenlerin matematiksel modelleme yöntemine ilişkin farkındalık kazanmalarının ve deneyim sahibi olmalarının amaçlanması ve matematik eğitimi araştırmalarında matematiksel modelleme yönteminin detaylı bir şekilde incelenmemiş olması böyle bir araştırmanın yapılmasını önemli kılmaktadır.

Bu çalışmada matematik öğretmenlerinin tasarladıkları MOE'ni sınıflarında uygulayabilme süreçlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Dolayısıyla bu çalışma öğretmenlerin kendi sınıflarında bu yöntemi kullanırken nelerle karşılaşabileceklerini ortaya çıkarmak açısından önemli bilgiler sağlayabilecektir.

### ***Araştırma Problemi***

Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin tasarladıkları MOE'ni sınıflarında uygulayabilme süreçleri nasıldır?

### ***Araştırmanın Sınırlılıkları***

1. Katılımcılar Ağrı ilinde görev yapan 13 ortaöğretim matematik öğretmeni ile sınırlıdır.
2. Verilerin toplanması iki eğitim-öğretim döneminde yapılan gözlemlerle sınırlıdır.
3. Veri toplama aracı matematiksel modelleme ile ilgili alan yazın ve uygulama sonunda yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular yardımı ile oluşturulmuş yarı yapılandırılmış gözlem formu ile sınırlıdır.

## **Araştırmanın Varsayımları**

1. Gözlem formu matematiksel modelleme sürecini ayrıntılı bir şekilde inceleyebilecek niteliktedir.

## **2. Yöntem**

### **2.1.Araştırma Deseni**

Bu çalışmada ortaöğretim matematik öğretmenlerinin tasarladıkları MOE'nin okullarda uygulanabilme süreçlerinin 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 odaklanma, betimleme araştırılan durumun yoğun bir şekilde betimlenmesi sezgisellik ise okuyucunun çalışmadaki olguyu daha iyi anlayabilmesidir (Merriam, 2013). Bu çalışmada, Ağrı il merkezindeki ortaöğretim okullarında sınırlı sayıda uygulamalar yapılmıştır ancak modelleme süreçleri derinlemesine incelenmiştir ve elde edilen sonuçlar okuyucuların anlayabilecekleri bir şekilde aktarılmaya çalışılmıştır.

### **2.2.Katılımcılar**

Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemleri içinde yer alan kolay ulaşılabilir örnekleme tekniği kullanılmıştır. Kolay ulaşılabilir örneklem yakın ve erişilmesi kolay olan durumun seçilmesidir. (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. Çalışmaya katılan öğretmenler Ö1, Ö2,..., Ö13 şeklinde kodlanarak çalışmada isimlerine yer verilmemiştir.

### **2.3.Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması**

Araştırmada veri toplama araçları olarak sınıf içi gözlemlerle öğretmenlerin tasarladıkları etkinlikleri sınıflarında uygulayabilme yeterliklerinin tespit edilmesi amacıyla matematiksel modelleme sürecinin ayrıntılı bir şekilde incelendiği yarı yapılandırılmış gözlem formu kullanılmıştır ve gözlemler video kamera yardımıyla kaydedilmiştir. Gözlem formu hazırlanırken Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık (2013), Özturan Sağır (2010) ve Özer Keskin'in (2008) çalışmalarından ve uygulama sonunda yapılan görüşmelerden elde edilen bazı kategori ve kodlardan faydalanılarak gözlem formunda olabilecek kategoriler oluşturulmuştur. Yapılan pilot çalışma sonrasında gözlem formu yeniden düzenlenip son halini almıştır. Pilot çalışma altı ortaöğretim matematik öğretmeni adayını ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak öğretmen adaylarına beş hafta boyunca matematiksel modelleme yöntemi tanıtılmıştır. Sonrasında öğretmen adaylarının MOE'ni tasarlamaları ve bunları staj okullarında uygulamaları kararlaştırılmıştır. Öğretmen adayları matematiksel modelleme yöntemini içeren MOE'ni tasarlamışlar ve bunları staj okullarında uygulamışlardır. Elde edilen bulgular uzmanlarla paylaşılmış ve bu yöntemi sınıflarında uygulayacakların öğretmenlerin olacağı düşünülmüş ve esas çalışmada öğretmen adayları yerine öğretmenlerin modelleme ile ilgili bilgi ve deneyimlerinin incelenmesinin çok daha gerçekçi sonuçlar vereceği düşünülmüştür. Ayrıca bu süreçte gözlem formunda bazı maddeler çıkarılarak yeniden düzenlenmiştir.

Hazırlanan gözlem formu altı kategoriden oluşmaktadır. İlk kategoride sınıfların fiziksel ve sosyal özelliklerine yer verilmiştir. Çünkü öğrencilerin grup çalışmalarındaki oturma düzenlerinin, sınıf mevcutlarının ve öğrencilerin çalışmalara katılmadaki istekliliklerinin

uygulama sürecini etkileyeceği düşünülmüştür. İkinci kategoride modelleme sürecinde kullanılan matematiksel modellerin neler olduğuna yer verilmiştir. Üçüncü kategoride etkinliklerin uygulanmasında matematiksel modelleme basamaklarının takip edilme durumu dikkate alınmıştır. Matematiksel modelleme yeterliliği modelleme süreçlerini uygun bir şekilde gerçekleştirmeyi gerektirir (Maaß, 2006). Yani matematiksel modelleme sürecindeki basamakların takip edilmesi önemlidir. Matematiksel modelleme yönteminin iyi uygulanabilmesi için ise oluşturulan etkinliklerin bu yönetime uygun olması gerekir. Bu yüzden uygulamalara başlamadan önce öğretmenler MOE tasarım prensiplerini dikkate alarak MOE tasarlamışlardır. Dördüncü kategoride literatürde öğretmenin direkt bilgi veren konumda olmaması ve öğrencilere rehber olması gerektiği vurgulandığı için matematiksel modelleme sürecinde öğrenci ve öğretmen etkileşiminin incelenmesine yer verilmiştir. Beşinci kategoride matematiksel modelleme sürecinde karşılaşılan sorunlara yer verilmiştir. Altıncı kategoride ise grup çalışmasının nasıl olduğuna ilişkin kodlar yer almaktadır. Gözlem formundaki davranışların sınıf içinde tespiti “Evet”, “Hayır” ve “Kısmen” şeklinde belirlenip açıklamalarda bulunulmuştur.

Gözlemlerden elde edilen verilerin güvenilirliğini sağlamak için sosyal ortamlar ve süreçler tanımlanmış, veri toplama ve analiz yöntemleri ile ilgili ayrıntılı açıklamalar yapılmıştır. Ayrıca sınıf içi gözlemlerde tutulan notlar ile video kamera kayıtları hem araştırmacı hem de başka bir alan uzmanı tarafından yeniden incelenmiş, elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır ve bulgular üzerinde görüş birliğine varılmıştır. Çalışmanın geçerliliğini sağlamak için ise katılımcıların ve sürecin özellikleri ayrıntılı olarak tanımlanmış, toplanan verilerin tamamı uzman bir araştırmacı tarafından kontrol edilmiş ve sonuçlara nasıl varıldığı açık ve anlaşılır bir şekilde sunulmaya çalışılmıştır.

#### **2.4. Verilerin Analizi**

Etkinliklere ait video kamera kayıtları uygulamalardan sonra araştırmacı tarafından yeniden izlenmiş ve gözlem formunda tutulan notlarla karşılaştırılarak betimsel bir şekilde analiz edilmiştir. Video kamera kayıtları bir alan uzmanı tarafından da incelenerek bulgular üzerinde görüş birliğine varılmıştır. Etkinliklerin uygulanma sürecinde matematiksel modelleme basamaklarının takip edilmesi, sınıfların fiziksel ve sosyal yapıları, kullanılan matematiksel modeller, öğretmen-öğrenci etkileşimleri, öğrencilerin grup çalışmaları ve yaşanan sorunlar gözlenmiştir. 13 öğretmenin farklı konularda tasarladıkları 49 etkinlik; 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 kodlanarak gösterilmiştir.

### **3. Bulgular**

Yarı yapılandırılmış gözlem formu ve video kamera yardımıyla veriler toplanmış ve elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi ile çözümlenip gözlem sonucunda elde edilen bulgular tablolar şeklinde sunulmuş ve betimlenmiştir. Betimsel analiz için kategoriler ve her kategoriye ait kodlar belirlenmiştir.

Etkinlikleri uygulayan öğretmenlerin sınıflarındaki fiziksel ve sosyal özelliklere ait bulgulara Tablo 1’de yer verilmiştir.

**Tablo 1. Sınıfların Fiziksel ve Sosyal Özelliklerinin Matematiksel Modelleme Yöntemine Uygunluğu**

	Evet	Hayır	Kısmen
<b>Sınıfların fiziksel ve sosyal özelliklerine matematiksel modelleme yöntemine uygunluğu</b>	Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö12	Ö6	Ö1, Ö2, Ö3, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13

Etkinliklerin uygulandığı sınıfların fiziksel ve sosyal özelliklerine bakıldığında sadece bir öğretmenin uygulama yaptığı sınıfların fiziksel ve sosyal yapısının modelleme yöntemine uygun olmadığı görülmektedir. Yapılan gözlemlerde Ö6'nın uygulama yaptığı sınıfların grup çalışmasının yapılmasına uygun bir oturma düzenine sahip olmadığı ve gruptaki öğrencilerin birçoğunun çalışma isteğinin olmadığı görülmüştür. Yedi öğretmenin ise uygulama yaptığı sınıflarda oturma düzenleri modelleme yöntemine uygundur. Ancak bu sınıflarda öğrencilerin çalışmaya katılmakta isteksiz olduğu veya sınıfların çok kalabalık olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla bu sınıfların fiziksel ve sosyal olarak modelleme yöntemine kısmen uygun olduğu söylenebilir.

Ö6'nın oluşturduğu etkinliklerin uygulanmasından elde edilen gözlem bulgularına aşağıda yer verilmiştir (Şekil 1):



**Şekil 1.** Ö6'nın Uygulama Yaptığı Sınıfların Fiziki Şartlarına Yönelik Görsel Öğeler

Ö6'nın matematiksel modelleme yöntemini uyguladığı sınıfların fiziksel ve sosyal yapısının öğrencilerin grup çalışmalarına rahat bir şekilde katılabilecekleri nitelikte olmadığı gözlenmiştir. Ancak modelleme sürecinde sadece sınıfların fiziksel ve sosyal yapısının değil, modelleme basamakların takip edilmesinin, grup çalışmalarının, öğretmen-öğrenci etkileşiminin ve süreçte yaşanan sıkıntıların bütüncül bir şekilde incelenmesi amaçlandığı için Ö6 ile çalışmaya devam edilmiştir.

Öğretmenlerin matematiksel modelleme sürecinde kullandıkları matematiksel modellere ait bulgulara Tablo 2'de yer verilmiştir.

**Tablo 2.** Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Sürecinde Kullandıkları Matematiksel Modeller

Matematiksel modelleme sürecinde kullanılan matematiksel modeller	Etkinlikler
Grafikler	Ö1.3., Ö2.1., Ö3.3., Ö3.4., Ö4.1., Ö4.2., Ö4.4., Ö5.3., Ö7.2., Ö7.3., Ö8.2., Ö13.1.
Şekiller	Ö1.1., Ö2.4., Ö5.3., Ö5.4., Ö6.1., Ö7.3., Ö8.4., Ö9.1., Ö9.3., Ö12.2.
Cebirsel gösterim (eşitlik, denklem, formül)	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13'ün uyguladığı tüm etkinlikler ve Ö2.2., Ö2.3., Ö2.4
Tablolar	Ö2.1., Ö2.2., Ö2.3., Ö3.3., Ö3.4., Ö4.2., Ö5.2., Ö7.2., Ö10.2., Ö11.1.

Tablo 2'den görüldüğü gibi öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümü sürecinde en çok kullandıkları matematiksel modellerin eşitlik, denklem ve formül gibi cebirsel gösterimler olduğu görülmektedir. Bu süreçlerde tablo, grafik ve şekiller ise oluşturulması istenen cebirsel modele ulaşmak için kullanılmıştır.

Öğretmenlerin oluşturdukları MOE'nin uygulanmasının modelleme sürecine uygunluğuna ait bulgulara Tablo 3'te yer verilmiştir.

**Tablo 3.** Öğretmenlerin Oluşturdukları Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Uygulanmasının Matematiksel Modelleme Yöntemine Uygunluğu

Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasının matematiksel modelleme yöntemine uygunluğu	Evet	Hayır	Kısmen
Matematiksel modelleme basamaklarının takip edilmesi	Ö1, Ö3, Ö7, Ö8, Ö11 ve Ö12'nin uyguladığı tüm etkinlikler; Ö2.2., Ö2.3., Ö2.4., Ö4.1., Ö4.2., Ö4.3., Ö5.1., Ö5.2., Ö5.3., Ö6.3., Ö9.1., Ö9.2., Ö10.3., Ö10.4., Ö12.1., Ö12.2., Ö12.3., Ö13.1., Ö13.3., Ö13.4.	Ö2.1., Ö6.2.	Ö1.4., Ö4.4., Ö5.4., Ö6.1., Ö9.3., Ö10.1., Ö10.2., Ö13.2.

Tablo 3'e bakıldığında birçok etkinlikte modelleme basamaklarının takip edildiği, sadece iki etkinlikte ise takip edilmediği görülmüştür.

Aşağıda modelleme basamakları takip edilen etkinliklerden birkaçı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Örneğin Ö3.4. etkinliği aşağıdaki gibi olup uygulama süreci ile ilgili gözlem bulguları aşağıdaki gibidir:

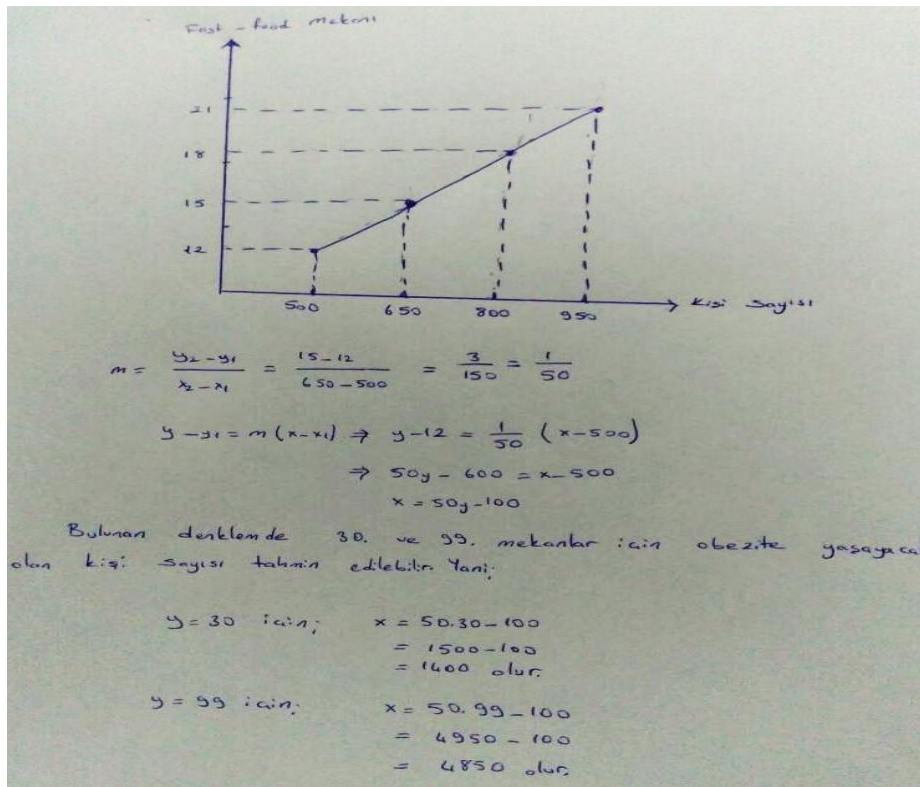
*“Fastfood ürünleri satan mekânların artışı, obezite sorunu yaşayan insanların artışına sebep olmaktadır. Bir ilde yapılan araştırmaya göre fastfood mekânı ile obezite sorunu yaşayan kişi sayısı tabloda verilmiştir. Bu tabloyu kullanarak 30 ve 99 mekân açılırsa obezite yaşayan kişi sayısı hakkında tahminde bulununuz. Bu tahmini nasıl yaptığınızı*

FastFood Mekânı	12	15	18	21
Kişi Sayısı	500	650	800	950

*açıklayınız.”*



Şekil 2’de verilen Ö3.4.’e ait sınıfta yapılan çözüm incelendiğinde matematiksel modelleme yönteminin tüm basamaklarının tam olarak gerçekleştirildiği gözlenmiştir.



Şekil 2. Bir Grubun Ö3.4.’e Ait Çözümü

Aşağıda modelleme basamakları takip edilmeyen etkinliklerden Ö2.1.’e yer verilmiştir:

“Günlük hayattaki koşullar düşünüldüğünde bir sinek her üç saatte bir bıraktığı yumurta sayısını iki katına çıkarıyor. Başlangıç olarak yumurta sayısının 100 olduğunu varsayalım.

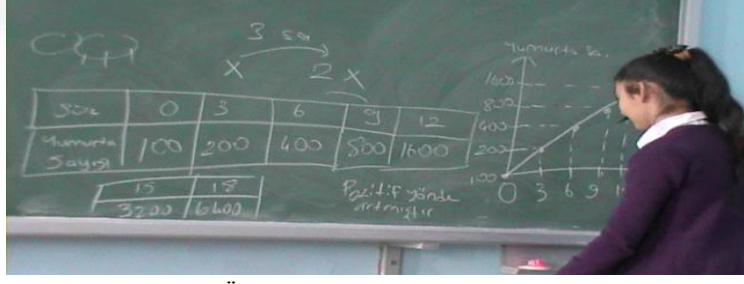
a) Tablodaki boşlukları doldurunuz.

Süre	0	3	6	9	12
Yumurta sayısı	100				

b) Süre ile yumurta sayısı arasındaki ilişkiyi veren bir model oluşturunuz ve bu modeli nasıl oluşturduğunuzu açıklayınız.

b) 18 saat sonra bir sineğin bırakacağı yumurta sayısı ne olur?”

Ö2.1. etkinliğinin uygulaması gözlemlendiğinde modelleme basamaklarına dikkat edilmediği görülmüştür. Öğretmen öğrencilerden sadece bir grafik çizmelerini istemiştir ancak bu grafik yanlış çizilmiştir (doğrusal bir şekilde artma varmış gibi gösterilmiştir). Bunun yanında gerçek hayatla ilişki kurmada bu grafik kullanılmamıştır. İstenen değer çok uzak bir değer olmadığı için öğrenciler grafiğe bile gerek duymadan istenen cevabı bulmuşlardır. Yani öğrenciler Ö2.1. de sadece problemi anlayıp, matematiksel model (grafik) oluşturmuşlardır. Diğer aşamalar ise takip edilmemiştir. Aşağıdaki şekilde öğrencinin tahtada yaptığı çözüm yer almaktadır ve bu şekilde de modelleme basamaklarının takip edilmediği görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Bir Grubun Ö2.1.'e Ait Çözümü

Aşağıda modelleme basamaklarının kısmen takip edildiği etkinliklerden Ö4.4.'e yer verilmiştir:

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

Ö4.4.’te matematiksel model olarak bir grafik çizildiği ancak bu etkinlikte hazır model verildiği için cebirsel bir model oluşturulmadığı gözlenmiştir. Dolayısıyla Ö4.4.’te matematiksel modelin kısmen oluşturulduğu, diğer basamakların ise tam uygulandığını söyleyebiliriz.

Matematiksel modelleme sürecinde öğrenci-öğretmen etkileşimine ait bulgulara Tablo 4’te yer verilmiştir.

**Tablo 4. Matematiksel Modelleme Sürecinde Öğrenci -Öğretmen Etkileşimi**

Modelleme sürecinde öğretmen ve öğrenci etkileşimi	Evet	Hayır
Öğretmen öğrenciye sürekli bilgi veren konumda	Ö2.1., Ö4.1., Ö7.2., Ö7.3., Ö7.4., Ö8.1., Ö10.3., Ö10.4., Ö12.1., Ö12.2., Ö12.3.	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö9, Ö8, Ö11, Ö12 ve Ö13’ün uyguladığı tüm etkinlikler; Ö2.2., Ö2.3., Ö2.4., Ö4.2., Ö4.3., Ö4.4., Ö7.1., Ö8.2., Ö8.3., Ö8.4., Ö10.1., Ö10.2.

Tablo 4’e bakıldığında birçok etkinlikte öğretmenin öğrenciye sürekli bilgi veren konumda olmadığı görülmektedir. Yapılan gözlemlerde etkinliklerin uygulandığı bazı sınıflarda öğrenci seviyelerinin düşük olmasından, öğrencilerin ilk defa modelleme etkinlikleri ile karşılaştıkları için model oluşturmanın nasıl olacağını anlayamadıklarından ve etkinliklerin öğrencilere zor gelmesinden dolayı öğretmenlerin öğrencilere sürekli bilgi veren konumda oldukları görülmüştür.

Matematiksel modelleme sürecinde karşılaşılan sorunlara ait bulgulara Tablo 5’te yer verilmiştir.

**Tablo 5. Modellemeyi Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar**

MOE'nin uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunlar	Evet	Hayır
Zaman alıcı olması	Ö1, Ö6, Ö9, Ö11 ve Ö13'ün uyguladığı tüm etkinlikler; Ö2.1, Ö2.2., Ö3.1., Ö3.2., Ö3.3., Ö4.1., Ö4.4., Ö5.1., Ö5.2., Ö5.3., Ö7.2., Ö7.3., Ö7.4., Ö8.1., Ö8.3., Ö10.4., Ö12.2. Ö12.3.	Ö2.3., Ö2.4., Ö3.4., Ö4.2., Ö4.3., Ö5.4., Ö7.1., Ö8.2., Ö8.4., Ö10.1., Ö10.2., Ö10.3., Ö12.1.,
Sınıf yönetiminin zor olması	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13'ün uyguladığı tüm etkinlikler Ö6.1., Ö7.2., Ö7.3., Ö7.4.,	Ö2.1., Ö2.2., Ö2.3., Ö2.4., Ö6.2., Ö6.3., Ö7.1.
Öğrencilerin etkinliklere adapte olmaması	Ö1.1., Ö1.2, Ö1.3, Ö1.4., Ö2.1., Ö3.1., Ö3.2., Ö5.1., Ö5.2., Ö5.4., Ö6.1., Ö6.2., Ö7.2., Ö7.4., Ö8.1., Ö9.1., Ö9.3., Ö10.4., Ö11.1., Ö12.1., Ö12.2. Ö12.3., Ö13.1., Ö13.2.	Ö2.2., Ö2.3., Ö2.4., Ö3.3., Ö3.4., Ö4.1., Ö4.2., Ö4.3., Ö4.4., Ö5.3., Ö6.3., Ö7.1., Ö7.3., Ö8.2., Ö8.3., Ö8.4., Ö9.2, Ö10.1., Ö10.2., Ö10.3., Ö11.2., Ö11.3., Ö11.4., Ö13.3., Ö13.4.
Öğrencilerin hazırbulunuşluklarının yetersizliği	Ö1.1, Ö1.2., Ö1.3., Ö3.1., Ö3.2., Ö3.3., Ö6.1., Ö7.2., Ö7.3., Ö10.4., Ö12.1., Ö12.2. Ö12.3	Ö2, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö11 ve Ö13'ün uyguladığı tüm etkinlikler; Ö1.1., Ö1.4., Ö3.4., Ö6.2., Ö6.3., Ö7.1., Ö7.4., Ö10.1., Ö10.2., Ö10.3.

Tablo 5'e bakıldığında modelleme sürecinde karşılaşılan sıkıntıların başında sınıf yönetiminin zor olması ve etkinlikleri uygulamanın zaman alıcı olduğu görülmektedir. Yapılan gözlemlerde öğrencilerin problemleri anlamamalarından ve model oluşturma basamağında zorlanmalarından dolayı etkinliklerin çözümünün zaman aldığı gözlenmiştir.

Tablo 5'e bakıldığında modelleme sürecinde öğretmenlerin büyük bir kısmının sınıf yönetiminde zorlandıkları görülmektedir. Öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyelerinin yeterli düzeyde olmaması ve çalışmaya katılmaya istekli olmamaları sınıf yönetimini olumsuz etkileyen durumlar olarak görülmüştür.

Modelleme etkinliklerini uygulama sürecinde karşılaşılan sorunlar arasında öğrencilerin etkinliklere adapte olamamaları da yer almaktadır. Yapılan gözlemlerde öğrencilerin çoğunlukla ilk kez bu etkinliklerle karşılaştıklarından dolayı etkinliklerdeki problemleri anlamadıkları için sürece adapte olamadıkları görülmüştür. Örneğin bir öğrenci düşüncesini "*Hocam bunlar nasıl sorular. Daha önce hiç böyle sorular görmedik.*" şeklinde belirtmiştir. Bazı etkinliklerde ise öğrencilerin model oluşturma basamağında denklem kurarken ve genelleme yaparken sorun yaşadıkları gözlenmiştir.

Modelleme etkinliklerini uygulama süreçlerinde öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri de incelenmiştir. Yapılan gözlemlerde öğrencilerin genellikle grafik içeren etkinliklerde hazırbulunuşluklarının yetersiz olduğu görülmüştür.

Matematsel modelleme sürecinde öğrencilerin grup çalışmasında sergiledikleri davranışlara ait bulgulara Tablo 6'da yer verilmiştir.

**Tablo 6. Öğrencilerin Grup Çalışmasında Sergiledikleri Davranışlar**

Öğrencilerle grup çalışmasının yapılması süreci	Evet	Hayır
Grup üyelerinin sorumluluklarını yerine getirmesi	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13'ün tüm uygulamaları ve Ö6.2., Ö6.3.	Ö4.1., Ö4.2., Ö4.3., Ö4.4., Ö6.1.
Grup üyelerinin birbirine yardımcı olması	Ö1, Ö3, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13'ün tüm uygulamaları ve Ö2.1., Ö2.2., Ö2.4., Ö6.2., Ö6.3., Ö8.1., Ö8.2., Ö8.4.	Ö2.3., Ö6.1., Ö8.3.
Grup üyelerinin birbirlerini ikna etmeleri	Ö1, Ö3, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13'ün tüm uygulamaları ve Ö2.1., Ö2.3., Ö2.4., Ö6.2., Ö6.3., Ö8.1., Ö8.2., Ö8.4.	Ö2.2., Ö6.1., Ö8.3.

Tablo 6'dan da görüldüğü gibi etkinliklerin çoğunda grup üyelerinin sorumluluklarını yerine getirdikleri gözlenmiştir. Birçok grupta öğrencilerin çalışmaya katıldığı ve fikirlerini rahatça belirttikleri gözlemlendiği gibi bunun aksi olduğu durumlar da gözlenmiştir. Örneğin Ö4.1.'in uygulanmasında gruptan birinde oldukça başarılı bir öğrencinin mevcut olduğu ve tüm soruları grupta sadece bu öğrencinin çözdüğü gözlenmiştir.

Tablo 6'ya bakıldığında etkinliklerin çoğunda grup üyelerinin birbirlerine yardımcı oldukları ve birbirlerini ikna edebildikleri görülmüştür. Ancak yapılan gözlemlerde bazı etkinliklerde grup üyelerinin fikir ayrılıklarında birbirlerini ikna etmelerinde sorunlar yaşandığı görülmüştür.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Öğretmenlerin tasarladıkları etkinliklerin sınıflarda uygulanması sürecinde matematiksel modelleme basamaklarının takip edilip edilmediği incelendiğinde 49 etkinlikten sadece ikisinde matematiksel modelleme basamaklarının takip edilmediği görülmüştür. Bu etkinliklerde sadece problemin anlaşılması üzerinde durulduğu ancak değişkenlerin seçilmediği, matematiksel modelin oluşturulmadığı, modelin çözülmesi ve gerçek hayata yorumlanmasının yapılmadığı görülmüştür. Çıltaş (2011) ve Özer Keskin'in (2008) öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlara ulaştıkları görülmüştür ve bu sonucun Polya'nın (1957) problem çözme aşamalarının ilk aşaması olan problemi anlama aşamasının kullanılmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Diğer etkinlikler ise aşamalı matematiksel problemler içerdiği için model oluşturma basamağının uygulanmadığı gözlenmiştir.

Öğretmen- öğrenci arasındaki iletişim öğretmenin öğrenciye etkinliklerle ilgili bilgi verme durumuna göre gözlenmiştir ve elde edilen bulgular incelendiğinde 13 öğretmenden ikisinin tüm etkinliklerinde sürekli bilgi veren konumda oldukları gözlenmiştir. Öğretmenlerin sürekli bilgi veren konumda olmasının sebeplerinin öğrencilerin seviyelerinin düşük olması, bazı etkinliklerin zor olması ve öğrencilerin ilk etkinliklere alışmamaları şeklinde olduğu görülmüştür.

Matematiksel modelleme sürecinde yaşanan sorunlara ilişkin elde edilen bulgularda matematiksel modelleme sürecinde bu yönteminin uygulanmasının fazla zaman alıcı olması, sınıf yönetiminin zor olması, öğrencilerin etkinliklere adapte olmamaları ve öğrencilerin hazırbulunuşluklarının yetersiz olması gibi sorunların olduğu gözlenmiştir. Matematiksel modelleme yönteminin sınıflarda uygulanmasında öğrencilerin büyük bir kısmının özellikle uygulanan ilk etkinliklere adapte olmadığı görülmüştür. Sol, Giménez ve Rosich (2011) ve Yu ve Chang (2011) modelleme sürecinde öğrencilerin açık uçlu sorulara alışkın olmadıklarından

dolayı sürecin tamamından haberdar olmadıklarını belirtmişlerdir. Özturan Sağırılı'nın (2010) çalışmasında da öğrenciler modelleme problemleriyle ilk kez karşılaştıkları için alışkın olmadıklarını ve sıkıntı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenler modelleme problemlerini her ne kadar öğrencilerin seviyelerine uygun hazırlamaya çalışsalar bile öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük olması bu süreçte yaşanan başka bir sorun olarak tespit edilmiştir. Oysa birçok araştırmada modelleme problemlerinin her seviyeye uygun olarak hazırlanabileceğinden ve uygulanabileceğinden bahsedilmiştir (Blum, 2002). Dolayısıyla çalışmamızda elde edilen sonuçlar Blum'un (2002) elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermemektedir. Yapılan gözlemlerde öğrencilerin modelleme etkinliklerine adapte olamamalarının ve hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük olmasının öğretmenlerin sınıf yönetiminde zorlanmasına ve matematiksel modelleme sürecinin çok zaman almasına yol açtığı görülmüştür. Matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin daha çok problemi anlama ve matematiksel model oluşturma basamağında genelleme yaparken ya da bir denklemi kurarken zorlandıkları ve de zaman harcadıkları gözlenmiştir. Schaap, Vos ve Goedhart (2011) da yapmış oldukları çalışmada modelleme döngüsünde problemin anlaşılmasında, modelin oluşturulması ve basitleştirmesinde ve formüle etmede sorunların yaşandığını belirtmişlerdir.

Genel olarak bakıldığında matematiksel modelleme yönteminin uygulanması oldukça zordur (Artaud, 2007; Henn, 2007; Maaß, 2006). Çünkü model oluşturma stratejileri sınıflarda öğretilmediği için öğrenciler kendi modellerini oluşturmayı öğrenememektedirler (Schaap et al., 2011).

Öğrencilerin grup çalışması süreçleri gözlemlendiğinde bazı gruplarda tüm soruları sadece başarılı öğrencilerin çözdüğü görülmüştür. Ayrıca bazı etkinliklerde grup üyelerinin fikir ayrılıklarında birbirlerini ikna etmelerinde sorunlar yaşadıkları görülmüştür.

Bu çalışmada ise elde edilen en önemli sonuç öğretmenlerin matematiksel modellemeye yönelik farkındalık kazanmalarındadır. Bu çalışma ile öğretmenler MOE oluşturarak ve bu etkinlikleri uygulayarak matematiksel modellemeye yönelik bilgi ve beceri sahibi olmuşlardır. Öğrenciler matematiksel modelleme yöntemi ile çalışarak matematiğin gerçek yaşamla ilişkisini görebilmiş ve geleneksel öğretimin dışında bir öğretimle karşılaşma imkânını bulmuşlardır.

## **Öneriler**

Bu çalışmada modelleme uygulamalarının çok zaman aldığı gözlenmiştir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için öğretim programı hafifletilebilir veya modelleme uygulamalarının yapılabilmesi için ayrı bir ders saati oluşturulabilir.

Bu çalışmada öğrencilerin matematiksel model oluşturmada oldukça zorlandıkları gözlenmiştir. Bu zorlukları en aza indirebilmek için öğrencilerin formül oluşturma, genelleme yapma, tahminde bulunma ve gerçek hayat durumlarını matematik diline dökmelerini sağlayacak etkinliklere ilkokullardan itibaren yer verilebilir ve öğrencilerin her türlü matematiksel etkinliğe katılmaları teşvik edilebilir.

Ortaöğretim matematik öğretim programında matematiksel modelleme yöntemine yer verilmesine rağmen sınıflarda geleneksel öğretmen merkezli öğretimin ön planda olduğu gözlenmiştir. Öğretmenler bunun en önemli nedeni olarak matematiksel modelleme problemleri ile sınavlarda çıkan problemlerin benzememesini göstermişlerdir. Öğretim programında yer alan matematik dersinin içeriği ile sınavlarda çıkan sorular arasında bir uyum sağlanması ve öğretim programında yer alan değişikliklerin okullara yansıtılması bu sorunun çözümünde yardımcı olabilir.

Yapılan gözlemlerde sınıfların çok kalabalık olmasının ve grupların oturma düzenlerinin matematiksel modelleme yönteminin uygulanmasına uygun olmadığı görülmüştür. Sınıfların kalabalık olması durumunda öğrencilere matematiksel modelleme etkinlikleri proje ödevi olarak verilip gruplar halinde çalışmaları sağlanabilir. Matematiksel modelleme yönteminin okul uygulamalarında nitelik kazanabilmesi için araştırmacılar literatürde var olan MOE'ni içeren bir web sayfası oluşturabilir ve öğretmenlerin buradaki etkinlikleri okullarda uygulama süreçlerini

inceleyebilirler. Böylelikle hem öğretmenlerin daha çok hangi etkinlikleri uygulamayı tercih ettikleri hem de bunları sınıflarda uygulama yeterlikleri incelenebilir.

## Kaynaklar

- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., & Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(12), 1-34.
- Antonius, S., Haines, C., Jensen, T. H., Niss, M., & Burkhardt, H. (2007). Classroom activities and the teacher. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 295-308). New York: Springer.
- Artaud, M. (2007). Some conditions for modelling to exist in mathematics classrooms. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 371-378). New York: Springer.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education-Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1/2), 149-171.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 15-30). Netherlands: Springer.
- Cheng, A. K. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator*, 6(1), 63-75.
- Deniz, D., & Akgün, L. (2014). Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme yönteminin sınıf içi uygulamalarına yönelik görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 103-116.
- Doğan Temur, Ö. (2012). Analysis of prospective classroom teachers' teaching of mathematical modeling and problem solving. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(2), 83-93.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi*. Basılmamış 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.
- Frejd, P. (2012). Teachers' conceptions of mathematical modelling at Swedish Upper Secondary school. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), 17-40.
- Henn, H. W. (2007). Modelling pedagogy—overview. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 321-324). New York: Springer.
- Kaiser, G., & Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic*, 38 (2), 196 – 208.
- Lesh, R. A., & 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., 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.
- Lingefjård, T. (2007). Mathematical modelling in teacher education- necessity or unnecessarily, In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 333-340). New York: Springer.
- Maaß, K. (2006). What are modeling competencies? *ZDM*, 38(2),113-142.
- Merriam, S. B. (2013). Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber (Çev. Editörü: Selahattin Turan). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Meyer, W. J. (1984). *Concepts of mathematical modeling*. New York: McGraw-Hill.
- Mousoulides, N. G., Christou, C., & Sriraman, B. (2008). A modeling perspective on the teaching and learning of mathematical problem solving. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(3), 293-304.
- 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.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp.1-32). New York: Springer.
- Ortiz, J., & Dos Santos, A. (2011). Mathematical modelling in secondary education: A case study. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 127-135). Netherlands: Springer.
- Özer Keskin, Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Basılmamış 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*. Basılmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Polya, G. (1957). *How to solve it-a new aspect of mathematical method*. New York: Doubleday ve Company, Inc.
- Schaap, S., Vos, P., & Goedhart, M. (2011). Students overcoming blockages while building a mathematical model: Exploring a framework. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 137-146). Netherlands: Springer.
- Sol, M., Giménez, J., & Rosich, N. (2011). Project modelling routes in 12–16-year-old pupils. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 231-240). Netherlands: Springer.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. 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.

- Yazar Soyadı, A. B., Yazar Soyadı, C. D., & Yazar Soyadı, E. F. (2000, 7 Mart). Makale İsmi. *Dergi ya da yayın ismi, Varsa sayı no, Varsa sayfa no.* XX.XXX tarihinde <http://www.aaaaaaa.com> adresinden alınmıştır.
- Yazar Soyadı, A. B. (Web sayfasının yayımlandığı ya da düzenlendiği tarih). *Başlık.* XX.XX.XXXX tarihinde <http://www.aaaaaaa.com> adresinden alınmıştır.
- Yazar Soyadı, A. B. (Web sayfasının yayımlandığı ya da düzenlendiği tarih). *Başlık.* Retrieved February 22, 2006, from <http://www.aaaaaaa.com>
- Cynx, J., Williams, H., & Nottebohm, F. (1992). Hemispheric differences in avian song discrimination. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 89*, 1372- 1375.
- McDonald, J. T. (2002, Ocak). *Using problem based learning a in science methods course.* Paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Charlotte, USA.
- Mead, J. V. (1992). *Looking at old photographs: Investigating the teacher tales that novice teachers bring with them* (Report No. NCRTL-RR-92-4). East Lansing, MI: National Center for Research on Teacher Learning. (ERIC Document Reproduction Service No. ED346082)
- Borman, W. C., Hanson, M. A., Oppler, S. H., Pulakos, E. D., & White, L. A. (1993). Role of early supervisory experience in supervisor performance. *Journal of Applied Psychology, 78*, 443-449. Retrieved October 23, 2000, from PsycARTICLES database.
- Fournier, M., de Ridder, D., & Bensing, J. (1999). Optimism and adaptation to multiple sclerosis: What does optimism mean? *Journal of Behavioral Medicine, 22*, 303-326. Abstract retrieved October 23, 2000, from PsycINFO database.



## **Extended Summary**

### **1. Introduction**

Mathematical modelling offers a stable and dynamic method which reduces the gap between mathematics and real life (Ortiz and Dos Santos, 2011). There are some qualifications necessary for sustaining modelling process. Modelling qualifications includes carrying out modelling processes properly, the ability to convert it into action and working willingly. Hence, fully understanding the modelling qualifications is closely related with modelling process (Maaß, 2006). Lesh & Doerr (2003), as a concept including model and modelling terms, use the concept of model-eliciting activities (MEA) instead of modelling activities (Doruk, 2010). Aiming to raise awareness of teachers and let them have experience on mathematical modelling method, and lack of research about the application of mathematical modelling method in classes in details make it important to conduct such a study. In this study, it has been aimed to reveal implementation processes of model-eliciting activities designed by mathematics teachers in their classes.

### **2. Method**

Case study design among qualitative research methods was taken as a basis in the study. Convenience sampling technique was used among purposeful sampling methods in order to determine respondents. The research was conducted with 13 secondary school mathematics teacher working at the city center of Ağrı province. These teachers were coded as Ö1, Ö2, ....., Ö13 and their names were not mentioned in the study.

Semi-structured observation form was used as data collection tool in the study. The observation form consists of 6 categories. The behaviors in the class were determined as "Yes", "No" or "Maybe" in the observation form and some explanations were added. Data obtained from observations were analyzed by using descriptive analysis. The steps of mathematical modelling were followed, when implementation process of activities were analyzed. 49 activities designed by 13 teachers in different topics are shown as Ö1.1. for the first activity of Ö1, Ö1.2. for the second activity of Ö1, Ö2.1. for the first activity of Ö2, Ö2.2. for the second activity of Ö2 and so on.

### **3. Findings, Discussion and Results**

The observations have shown that physical and social conditions of some classrooms are not sufficient to implement mathematical modelling activities as desired. When the physical condition of the classrooms, where MEA were implemented, were examined, it has been seen that most of the classes are suitable for group works but at some of them there is no appropriate seating arrangement in which students communicate with each other comfortably and thus, it effects the student-student interaction negatively. When the social structure of the classrooms were analyzed, it has been observed that students in the classrooms are reluctant to study and they have tendency towards dealing with extracurricular activities

According to findings obtained from observations, graphs, figures, algebraic expressions (equality, equation, formula) and tables have been used at the solution of MEA. It has been seen that the steps of mathematical modelling were not followed only at two of 49 activities applied in the classrooms by teachers. In those two activities, they have just focused on understanding the problem. In eight activities apart from these, it has been observed that one or a few of the mathematical modelling steps were not followed. These 8 activities were applied by different teachers and the step of building model was not implemented.

In the findings obtained related to problems in mathematical modelling process, it has been observed that the problem can be listed as follows: application of this method takes much time in mathematical modelling process, it is difficult to manage the class during group work, students are not able to adapt to activities and students' readiness are insufficient. It has been

seen that students didn't get used to especially first activities in the application of mathematical modelling method. Observations have shown that teachers had difficulty in class management.

Seating arrangement of students in group work, classroom size and students' willingness to participate the activities affect the implementation process. Because, lack of seating arrangement that enables student communicate easily within the group and students' participation in activities reluctantly influence student-student interaction and teacher's class management in negative way. Observations have shown that teachers were in position that provide continuous information since the level of students are low, their readiness are insufficient, some activities are difficult and students are not adapted to first activities. Being unable to adapt to modelling activities and low level of readiness of students, inexperience of teachers in implementation processes, excess noise in the classroom and students' lack of interest in these activities has led teachers have difficulty in classroom management and mathematical modelling process take much time.

In some activities, it has been observed that one step or a few steps of mathematical modelling process were not implemented. When the activities in which building model step was not followed, was examined, it has been seen that these activities included progressive mathematical problems and students were asked to recognize concepts over a given model instead of building a model. It has been observed that the steps of choosing variable and interpreting the solution in terms of real life were missing in some activities.

The most important result obtained in this study is to raise awareness of teachers about mathematical modelling. Teachers have created MEAs and had knowledge and skill in mathematical modelling by implementing these activities with the help of this research. Students have been able to see the relationship between mathematics and real life studying with mathematical modelling method and they have had the opportunity to encounter with a teaching method apart from traditional teaching techniques.