



# Investigation of Mathematics Teachers' Processes of Creating and Implementing Activities for Mathematical Modeling

Duygu Sağıroğlu<sup>1</sup>, İlhan KARATAŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mathematics Teacher, duyugsgroglu@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-1106-9778>

<sup>2</sup> Zonguldak Bulent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, [ilhankaratas@beun.edu.tr](mailto:ilhankaratas@beun.edu.tr), <http://orcid.org/0000-0001-5906-2132>

Received : 25.09.2018

Accepted : 06.11.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.506423

*Abstract* – The purpose of this research is to determine the competencies of secondary mathematics teachers to create activities for mathematical modeling and to apply them in the classroom environment. The research was carried out with 5 mathematics teachers working at a high school in Zonguldak. This research used a qualitative research method is a case study. A semi-structured interview form and a semi-structured observation form were used as a data collection tool. At the beginning of the research process, a 4-week training process was conducted by the researcher. During this training period, the teachers were informed about the mathematical modeling method, the characteristics of the modeling activities, the creation of the activities and the implementation processes. Teachers were asked to design an activity taking into account the design principles of modeling activities. In addition, they were asked to apply their own designed or ready-made activities in their classes. In order to determine teachers' application competencies and the difficulties encountered, the implementation processes of the teachers in their chosen classes were observed and the processes were recorded with a video camera. Immediately after the application of the teachers, interviews were conducted with the teachers to determine the opinions of the teachers at the end of the process. While content analysis was used in the analysis of the data obtained from the interviews with the teachers about the mathematical modeling method, descriptive analysis was used in the analysis of the data obtained from observations made to determine the teachers' ability to apply the modeling activities. Teachers were severely challenged in the process of creating and none of them were able to create activities. In the observations of the implementation of the modeling activities of the teachers, it was found that most of the teachers did not pay enough attention to follow up the mathematical modeling steps in the modeling activities.

*Key words:* Mathematical modeling, modeling activities, mathematics teacher

-----  
Duygu SAGIROGLU, [duygu.sgroglu@gmail.com](mailto:duygu.sgroglu@gmail.com), The study was produced for the master thesis of the first author

## Summary

### *Aim of the Study*

The purpose of this research is to determine the competencies of secondary mathematics teachers to create activities for mathematical modeling and to apply them in the classroom environment.

### *Methodology*

The research was carried out with 5 mathematics teachers working at a high school in Zonguldak. This research used a qualitative research method is a case study. A semi-structured interview form and a semi-structured observation form were used as a data collection tool. At the beginning of the research process, a 4-week training process was conducted by the researcher. During this training period, the teachers were informed about the mathematical modeling method, the characteristics of the modeling activities, the creation of the activities and the implementation processes. Teachers were asked to design an activity taking into account the design principles of modeling activities. In addition, they were asked to apply their own designed or ready-made activities in their classes. In order to determine teachers' application competencies and the difficulties encountered, the implementation processes of the teachers in their chosen classes were observed and the processes were recorded with a video camera. Immediately after the application of the teachers, interviews were conducted with the teachers to determine the opinions of the teachers at the end of the process. While content analysis was used in the analysis of the data obtained from the interviews with the teachers about the mathematical modeling method, descriptive analysis was used in the analysis of the data obtained from observations made to determine the teachers' ability to apply the modeling activities.

### *Results, Conclusion, Discussion*

The findings related to the process of creating modeling activity revealed that teachers have low competence in creating modeling efficiency. Teachers were severely challenged in the process of creating and none of them were able to create activities. It was determined that teachers attributed the difficulty they experienced in the process of creating activity to the fact that they were not accustomed to such activities. In the observations of the implementation of the modeling activities of the teachers, it was found that most of the teachers did not pay enough attention to follow up the mathematical modeling steps in the modeling activities. In addition, it was observed that teachers were either overly guiding in practices or did not provide any help to ensure that students work independently.

# Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Yöntemine Yönelik Etkinlik Oluşturma ve Uygulama Süreçlerinin İncelenmesi

**Duygu SAGIROĞLU<sup>1</sup>, İlhan KARATAŞ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Matematik Öğretmeni, duygu.sgroglu@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-1106-9778>

<sup>2</sup> Zonguldak Bulent Ecevit University, Ereğli Eğitim Fakültesi, ilhankaratas@beun.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0001-5906-2132>

Gönderme Tarihi: 25.09.2018

Kabul Tarihi: 06.11.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.506423

*Özet* – Bu araştırmanın amacı, ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve sınıf ortamında uygulayabilme yeterliklerinin belirlenmesidir. Araştırma Zonguldak ilindeki bir lise de görev yapan beş matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Nitel araştırma yöntemi kullanılan araştırma, durum çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak da, yarı yapılandırılmış görüşme formu ile gözlem formu kullanılmıştır. Araştırma sürecinin başlangıcında, araştırmacı tarafından dört haftalık bir eğitim süreci gerçekleştirilmiştir. Bu eğitim sürecinde; öğretmenlere matematiksel modelleme yöntemi, modelleme etkinliklerinin özellikleri, etkinliklerin oluşturulması ve uygulanma süreçleri ile ilgili gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır. Öğretmenlerden, modelleme etkinlikleri tasarım prensiplerini dikkate alarak birer etkinlik tasarımları istenmiştir. Ayrıca, tasarladıkları veya hazır elde ettikleri birer etkinliği sınıflarında uygulamaları istenmiştir. Öğretmenlerin seçtikleri etkinliği sınıflarında uygulama süreçleri, öğretmenlerin uygulama yeterliklerini ve karşılaşılan zorlukları belirleyebilmek için gözlemlenmiş ve süreçler video kamera ile kaydedilmiştir. Öğretmenlerin uygulamasının hemen ardından, görüşme formu kullanılarak öğretmenlerin modelleme etkinlikleri ile ilgili süreç sonundaki düşüncelerini ve etkinlik oluşturma aşamasında yaşadıkları sorunları belirleyebilmek için öğretmenler ile görüşmeler yapılmıştır. Öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili görüşlerinin alındığı görüşmelerden elde edilen verilerin analizinde içerik analizi, öğretmenlerin modelleme etkinliklerini uygulama yeterliliklerini tespit etmek amacıyla yapılan gözlemlerden elde edilen verilerin analizinde betimsel analiz kullanılmıştır. Öğretmenler etkinlik oluşturma sürecinde ciddi zorlanmış ve hiçbiri etkinlik oluşturamamıştır. Öğretmenlerin modelleme etkinliği, uygulama süreçlerindeki gözlemlerinde öğretmenlerden çoğunun matematiksel modelleme basamaklarının takip edilmesini sağlamadığı ortaya çıkmıştır.

*Anahtar kelimeler:* Matematiksel modelleme, modelleme etkinlikleri, matematik öğretmeni

Duygu SAĞIROĞLU, [duygu.sgroglu@gmail.com](mailto:duygu.sgroglu@gmail.com), Çalışma, birinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir)

## **Giriş**

Teknolojide yaşanan hızlı gelişim ile birlikte dünya çapında değişimin ve gelişimin hız kazanması, bireyleri kuşatan dünyadaki problemlerin de çeşidinin artmasına neden olmaktadır. Bu artış ile bireylerin karşılarında çıkabilecek her türlü problem ile ilgili önceden bilgi sahibi olup önlem alabilme olasılığı gün geçtikçe azalmaktadır. Bu durum da, hayatında karşılaştığı problem karşısında kendisine gerek olan bilgiye nasıl sahip olabileceğini bilme ve sahip olduğu bilgileri problemin üstesinden gelebilmek için kullanabilme becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi gerekliliğini artırmaktadır. Dolayısıyla, eğitimden beklentiler değişmiş ve bireylerin ihtiyaçlarına göre şekillenen eğitim sistemleri yenilenme gerekliliği duymuştur. Türkiye’de matematik öğretim programı incelendiğinde öğrencilerin bugünü ve geleceği keşfetmede gereksinim duyacakları matematiksel bilgi, düşünce, beceri ve tutumlarını geliştirmeleri, karşılaştıkları gerçek hayat problemlerini çözebilmeleri, matematiği gerçek hayat ve diğer disiplinlerle ilişkilendirmelerinin önemine vurgu yapılmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011). Ulusal Matematik Öğretmenler Konseyi (NCTM) tarafından 2000 yılında yayınlanan okul matematiği standartlarında da, öğrencilerin kendilerini kuşatan dünyadaki problemleri çözmeye matematiği kullanmaları gerektiğini vurgulamaktadır (Doruk ve Umay, 2011).

Matematiği günlük hayatındaki problemlerde kullanabilen, matematiği günlük yaşamına transfer edebilen bireylerin yetişebilmesi için bireylere matematiksel modelleme becerisi kazandırılması gerekliliği ise, tüm dünyada kabul edilen bir görüştür. Çünkü matematiksel modelleme matematik ile gerçek yaşam arasında köprü kurulması yoluyla gerçek yaşamdaki bir durumun matematiksel olarak ifade edilmesini gerektirir (Bukova-Güzel, 2016). Aynı zamanda, Zbiek ve Conner (2006) da matematiksel modellemenin öğrencilerin öğrendiklerini derinlemesine düşünebilmelerini ve matematiği gerçek hayatlarında kullanabilme becerilerinin gelişimini sağlayacağını vurgulamıştır. Böylece matematiksel modelleme yoluyla, öğrencilerin matematiği gerçek hayattan izole edilmiş bir disiplin olarak görme eğilimleri giderilmiş, matematiğin bir boyutunun da gerçek hayat problemlerine modelleme yoluyla çözüm üreten sistematik bir düşünme tarzı olduğunu fark etmeleri de sağlanmış olur (MEB, 2013). Matematiksel modellemenin öğrencinin akademik başarısına ve öğrendiği bilgiyi günlük yaşama transfer edebilme becerisine olan olumlu etkisi, ülkemizde yapılan çalışmalarda da ortaya çıkmıştır (Bal ve Doğanay, 2014; Doruk ve Umay, 2011, Eraslan, 2012; Sağırlı, Kırmacı ve Bulut, 2010; Sandalcı, 2013). Dolayısıyla, günümüz ihtiyaçlarına göre şekillenmiş eğitim sistemlerinde ve buna bağlı olarak Almanya, Amerika, Avustralya,

Finlandiya, İsviçre, İsveç, Singapur, Türkiye ve daha birçok ülkede ilkokuldan yükseköğretime kadar her kademedede uygulanmakta olan matematik dersi öğretim programında matematiksel modellemenin önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir (Bukova-Güzel, 2016). Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin eğitim sistemlerinde ön plana çıkan matematiksel modelleme becerisine sahip bireylerin yetiştirilmesi görevi de, kuşkusuz ki matematik öğretmenlerine düşmektedir. Başka bir ifadeyle, öğrencilerin matematiksel modelleme becerisi kazanabilmesi için asıl önemli olan matematik öğretmenlerinin sınıflarında öğrencilerine modelleme deneyimleri yaşatmasıdır.

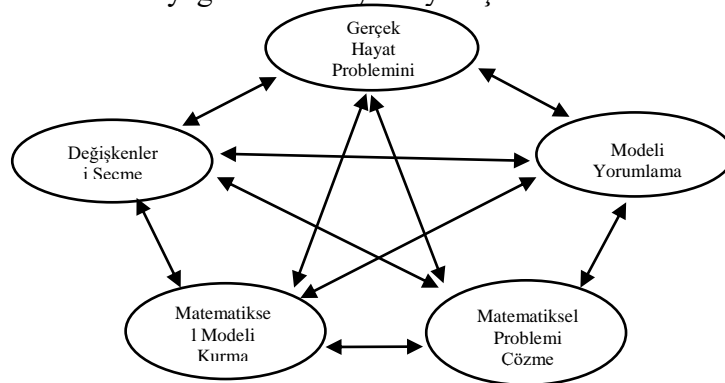
Özdemir ve Işık (2015), artık matematik eğitiminin amacını geleneksel yöntemlerde olduğu gibi yalnızca matematik bilen birey yetiştirmek değil öğrendiği bilgiyi kullanabilen farklı problem çözme stratejileri geliştirebilen ve bunları gerçek hayatında karşılaştığı problemlerde kullanabilen bireyler yetiştirmek olduğunu vurgulamışlardır. Bu amaca yönelik Erbaş ve diğerleri (2016) çağın ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikteki kazanımlar olan matematiksel düşünme, problem çözme ve akıl yürütme gibi süreç becerilerinin öğrencilere modelleme etkinliklerinin kazandıracağını belirtmişlerdir. Bu doğrultuda, çağın gereksinimleri ve eğitimden beklenenlerin değişmesi ile 2013 yılında düzenlenen ortaöğretim matematik programında, gerçek hayatında karşılaştığı problemlerle başa çıkabilmesi için bireylerin matematiksel modelleme becerisine sahip olması gerekliliğinin üstünde durarak programın geliştirmeyi hedeflediği matematiksel beceri ve yeterliliklerin ilk sırasında matematiksel modelleme yer almaktadır. Türkiye de matematiksel modellemeye öğretim programlarında yer verilmesi de, ülkemizin geleceği için önemli bir adımdır (Bukova-Güzel, 2016). Bununla birlikte, Türkiye'nin çağın gereklerine cevap verecek eğitim gücünü bir an önce yakalayabilmesi için eğitimin şuan ki temel felsefesinin ve yaklaşımının korunarak etkili bir şekilde modellemenin derslerde uygulanması da gerekir (Bukova-Güzel, 2016). Çünkü OECD (2015) tarafından hazırlanan Türkiye raporunda da, çocukların bu becerileri kazanmasında en etkili politika müdahalelerinin sınıf içi uygulamalara yönelik olduğu ve sınıf içinde başarıya ulaşılabilmesinin de büyük ölçüde öğretmene bağlı olduğu üzerinde durulmuştur. Bununla birlikte, matematiksel modelleme öğretim programında yer almasına rağmen matematik derslerinde yalnız birkaç modelleme örneği kullanılmaktadır ve öğretmenlerin büyük kısmının matematiksel modelleme konusunda tecrübesi yoktur (Blum & Borromeo Ferri, 2009; Frejd, 2012). Ülkemizde öğretmenler ile gerçekleştirilen çalışmalar da öğretmenlerin modelleme ile ilgili yeterli donanıma sahip olmadığını göstermektedir (Akgün, Çiltaş, Deniz ve Işık, 2013; Dede ve Güzel, 2013; Deniz, 2014).

Öğrencileri yetiştirecek olan öğretmen ve dolayısıyla öğretmen adaylarının matematiksel modelleme beceri düzeylerini incelemek ve bu beceri düzeylerini geliştirmek için tedbirler almak önemlidir (Tuna, Biber ve Yurt, 2013). Ülkemizde yapılan araştırmalar incelendiğinde, gerekli tedbirler alınması ışığında genellikle geleceğin öğretmenleri olan eğitim fakülteleri öğrencilerinin modelleme becerilerinin tespit edilmesi ve geliştirilmesinin amaçlanıldığı görülmektedir. Matematiksel modelleme konusunda ülkedeki tüm matematik öğretmen adaylarının geliştirilmesi için de güncellenen ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmenliği lisans programlarında matematiksel modelleme zorunlu ders haline getirilmiştir (Yükseköğretim Kurulu, 2018a ve 2018b). İleriki dönemde öğrencileri yetiştirecek olan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamalarındaki becerilerini geliştirecek tedbirler almak elbette önemlidir. Bununla birlikte, hali hazırda öğrenim gören geleceği şekillendirecek olan bireylerin matematiksel modelleme becerisini geliştirmek için matematik öğretmenlerinin de matematiksel modelleme yöntemi ve uygulamaları ile ilgili gerekli donanımına sahip olması gerekmektedir. Oysaki matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmalarda artış gözlenirse de matematik öğretmenleri ile yapılan sınırlı sayıda araştırma mevcuttur.

Modelleme etkinlikleri bilgi seviyelerine bakmaksızın bütün çocukların katılabilecekleri şekilde, farklı gelişim seviyelerine uygun olarak hazırlanabilir (Fox, 2006). Aynı zamanda Fox (2006), modelleme etkinliklerinin öğrenciler için önemli olan ve ilgi duydukları temalar çevresinde geliştirildiğini belirtmiştir. Kuşkusuz ki, bir öğrencinin gelişim seviyesini ve ilgisini çekebilecek temaları ise en iyi kendi öğretmeni bilebilir. O halde öğrencileri için önemli olan ve onların dikkatini çekebilecek, öğrencilerinin her birinin gelişim seviyesine uygun modelleme etkinliği, öğretmenin sınıfı için oluşturduğu etkinliktir. Bu nedenle, ortaöğretim matematik öğretmenlerinin etkinlik oluşturma yeterliliklerinin incelenmesi önemlidir. Aynı zamanda, öğretmenlerin modelleme etkinliklerini oluşturma ve uygulama süreçlerinde yaşadığı zorlukların veya eksikliklerinin belirlenmesi, matematik eğitiminin niteliğini arttırmak için düzenlenen programların uygulama sürecinde karşılaşılan sorunların ortaya çıkmasıyla gerekli tedbirler alınabilmesi açısından önemlidir. Bu doğrultuda, bu çalışmanın amacı ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve bu etkinlikleri sınıflarında uygulama yeterliliklerinin incelenmesidir.

### *Matematiksel Modelleme*

Voskoglou (2006) matematiksel modellemeyi gerçek yaşamdaki bir durumun matematiksel semboller, ilişkiler ve fonksiyonlardan uygun olanların kullanılması ile basitleştirilmiş şekilde sunulması olarak tanımlarken, Blum (2002) matematiksel modellemenin hem gerçek yaşamdan matematiksel yaşama geçişi hem de bu geçişteki süreci ifade ettiğini vurgulamıştır. Yani matematiksel modelleme, gerçek hayat problemlerinin üstesinden gelme sürecidir (Keskin, 2008). Hainess ve Crouch (2010) da, matematiksel modellemeyi, gerçek yaşamdaki problemlerin matematik diline aktarıldığı, çözülüp, çözümün test edildiği döngüsel bir süreç olduğunu vurgulamaktadır. Matematiksel modelleme süreci rutinleştirilmiş kurallar bütünü olarak değil; uygun değişken ve sembolleri seçme, değişkenlerin birbirleri arasındaki ilişkileri tespit etme, bunlar aracılığı ile gerçek hayat durumunu modelleme ve bu modelin test edilmesini içeren dinamik bir süreç olarak ele alınmalıdır. Bir gerçek hayat problemi ile başlayan matematiksel modelleme problemin matematikselleştirilmesi ve ulaşılan sonucun gerçek hayat için yorumlanması ile tamamlanmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2013). Berry ve Houston (1995) da, matematiksel modelleme sürecinde yapılması gerekenleri problemi anlama, değişkenleri seçme, matematiksel modeli kurma, matematiksel problemi çözme, çözümü yorumlama, modeli doğrulama, modeli başka problemler için geliştirme ve rapor hazırlama şeklinde sekiz aşamada sıralamıştır. Doerr'e (1997) göre ise, doğrusal olmayan matematiksel modelleme süreci, gerçek hayat problem durumu ile karşılaşma ve problemi tanımlama, veriyi ve bilgiyi elde etme, modele ve işleme karar verme ve değerlendirme, yorum yapma, yeniden yapma aşamalarından oluşmaktadır. Keskin (2008) çalışmasında, Berry and Houston (1995) ile Doerr (1997)'un tanımladıkları matematiksel modelleme süreçlerinden yararlanarak ortaya çıkan eklektik bir matematiksel modelleme süreci üzerinde yoğunlaşmış ve Şekil 2.1'de verilen Matematiksel Modelleme Diyagramını ortaya koymuştur.



**Şekil 1.** Matematiksel Modelleme Diyagramı

Keskin (2008)'in ortaya koyduğu Şekil 1'deki matematiksel modelleme diyagramında süreç beş aşamada verilmiştir. İlk aşama olan gerçek hayat problemini anlama basamağında, birey problemin ne ifade ettiğini anlamaya çalışır. Ardından, değişkenleri seçme aşamasında bu problemi çözmek için gerekli değişkenler belirlenir. Sonraki aşamada, matematiksel model oluşturulur. Çözümüne ulaşıldıktan sonra model yorumlanır ve doğruluğu test edilir. Son olarak elde edilen çözüm gerçek hayata yorumlanır. Keskin (2008) bu aşamaların doğrusal bir sıra takip etmesi gerekmediğini, model oluşturulamadığında tekrar problemi anlama basamağına dönülebileceğini veya problemin çözümünde zorlanıldığında değişkenleri seçme aşamasına dönüp değişkenlerin tekrar belirlenebileceğini belirtmiştir. Alan yazında matematiksel modelleme sürecindeki aşamaları açıklayan farklı model ve gösterimler mevcuttur (Erbaş ve diğer, 2014). Bununla birlikte, Keskin (2008)'in matematiksel modelleme diyagramı diğer gösterimlere göre daha anlaşılır ve basamakların takibi daha kolay olduğundan bu çalışmada bu matematiksel modelleme diyagramı baz alınmıştır.

Matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, modellemenin eğitimde kullanımına ilişkin farklı araştırmacıların farklı perspektiflere sahip oldukları görülmektedir (Bukova-Güzel, 2016). Kaiser (2005) ile Kaiser ve Sriraman (2006), ilgili çalışmaları inceleyerek modelleme yaklaşımlarını altı başlıkta sınıflandırmışlardır. Bu modelleme yaklaşımları; Gerçekçi-uygulamalı modelleme, Epistemolojik\teorik modelleme, Sosyo-eleştirel modelleme, Bağlamsal modelleme, Bilimsel modelleme ve Eğitimsel modellemedir. Bu sınıflandırmada, araştırmacıların benimsedikleri farklı felsefi görüşler çerçevesinde şekillenen farklı modelleme perspektifleri ifade edilmiştir ancak bu sınıflandırmadaki modelleme yaklaşımlarını birbirinden kesin sınırlarla ayırmak pek de mümkün değildir (Erbaş vd., 2014).

Galbraith (2012), matematiksel modellemenin matematik eğitiminde 'amaç' ve 'araç' olmak üzere iki farklı bakış açısıyla uygulandığını belirtmiştir. Niss, Blum ve Galbraith (2007) matematiksel modellemeyi, matematik öğretiminin amacı olarak gören ilk yaklaşımda matematiksel model ve kavramların verilmesinin ardından bu kavramların uygulanabileceği durumlar üzerinde çalışıldığını belirtmiştir. Matematiksel modellemenin matematiği öğretmek için bir araç (yöntem) olarak görüldüğü yaklaşım ise, formel olmayan düşünme süreçleri öğretilmesi hedeflenen matematiksel kavramı öğrencilere ihtiyaç olarak hissettirmek veya açığa çıkarmak suretiyle daha anlamlı bir öğrenme sağlamayı amaçlar (Erbaş vd., 2014). Bununla birlikte, Stillman (2012) bu iki yaklaşımı değerlendirerek matematiksel modellemenin matematik eğitiminde amaç olması düşüncesini ön plana çıkaran fakat araç



olması fikrini de kapsayan yeni bir bakış açısı ortaya koymuştur. Stillman (2012)'nin bakış açısına göre, matematiksel modelleme matematik öğretiminin bir amacıdır ancak bu amacı gerçekleştirirken araç olarak kullanılarak bazı matematiksel kavramların öğretimi de sağlanabilir. Bu çalışma da, matematiksel modellemenin hem matematik eğitiminin amacı olması gerektiği düşünülürken hem de matematiksel kavramların öğretiminde araç olarak kullanılabileceği düşüncesi ile Stillman (2012)'nin bakış açısı benimsenmiştir.

### *Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Öğretmenin Rolü*

Matematiksel modelleme becerisini öğrencilerine kazandıracak olan öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerini başarılı bir şekilde uygulayabilmeleri gereklidir (Özdemir ve Işık, 2015). Bununla birlikte, matematiksel modelleme etkinlikleri uygulamalarında öğretmen ve öğrencinin rolü gelenekselin ötesinde tanımlanmaktadır. Modellemenin öğretim aracı olarak kullanıldığı eğitim yaklaşımında, öğrenci araştırmacı, sorgulayıcı, yönetici bir rol üstlenirken, öğretmen; rehber ve danışman rolünü üstlenmektedir (Erbaş vd., 2016). Blum (2011) da, öğrencinin maksimum bağımsızlığı ile öğretmenin minimum rehberliği arasında denge sağlanmasının modelleme sürecinin amacına ulaşabilmesi için önemli olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin merkezde ve kendi öğrenmelerinden sorumlu oldukları bir öğrenme ortamında öğretmenin farklı sorumlulukları vardır ve onların geleneksel öğretim becerilerinden farklı bir donanıma sahip olmaları gerekmektedir (Erbaş vd., 2016). Bu yeterlilikleri Borromeo-Ferri (2014) teorik boyut, modelleme etkinliği boyutu, öğretim boyutu ve tanı boyutu olmak üzere dört boyutta sınıflandırmıştır. *Teorik boyut*, matematiksel modellemeyi, amacını, modelleme sürecinin basamaklarını, perspektiflerini, modelleme etkinliklerinin özelliklerini bilmeyi içerir. *Modelleme etkinliği boyutu*, modelleme etkinliğinin çoklu çözüm yaklaşımlarını bilme, bilişsel olarak analiz etme, modelleme etkinliği oluşturabilmeyi kapsamaktadır. *Öğretim boyutu*, modelleme etkinlikleri uygulamasını planlama, yürütme, destek, geri bildirim ve doğru müdahale de bulunabilmeyi içerir. *Tanı boyutu* ise modelleme sürecinde yapılanların değerlendirilmesi, öğrencilerin yaptığı hataları veya karşılaştıkları güçlükleri belirleyebilmeyi içerir.

Bu çalışmada, öğretmenlerin sahip olması gereken yeterlilikler üç boyutta değerlendirilmiştir. Öğretmenlerin öğrencilerine yönelik süreci değerlendirme aşamaları çalışmada incelenmediğinden *tanı boyutu* çalışmanın kapsamı dışında kalmıştır. *Teorik boyut* çerçevesinde öğretmenlere matematiksel modelleme ile ilgili gerekli tüm bilgiler öğretmenlere sunulmuştur. *Modelleme etkinliği boyutu* kapsamında öğretmenlerin matematiksel modelleme becerilerinin belirlenmesi üzerinde durulmamış sadece etkinlik

tasarılamalarına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. *Öğretim boyutu* çerçevesinde ise, öğretmenin uygulamayı planlama aşaması değil, uygulamayı yürütme, destek, geri bildirim ve doğru müdahalede bulunma kısımları incelenmiştir.

## Yöntem

### *Araştırma Modeli*

Çalışmada nitel desenler arasında yer alan özel durum çalışması kullanılmıştır. Bir durumun gerçekteyiği alan içerisinde sınırlı bir sürede ‘nasıl ve ‘niçin’ sorularına yanıt arama amacıyla tercih edilen (Yin, 2009), araştırmacının çoklu veri toplama aracı kullanarak derinlemesine bilgi topladığı ve betimlemeler yaptığı nitel bir yaklaşım (Creswell, 2013) olan özel durum çalışması ortaöğretim matematik öğretmenlerinin modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve sınıflarında uygulama süreçlerinin derinlemesine incelenmesi amacıyla gerçekteyiştirilen bu çalışma için en uygun araştırma deseni olarak belirlenmiştir.

### *Örneklem*

Araştırmanın çalışma grubu Zonguldak ilindeki bir lisede görev yapan gönüllü 5 matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Katılımcılar belirlenirken nitel araştırmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden olan, araştırmacının kolayca ulaşabileceği bir örneklemden verilerin toplanması olarak ifade edilen ‘uygun örnekleme yöntemi’ (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014) kullanılmıştır.

Araştırmaya katılan öğretmenler Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5 şeklinde kodlanarak çalışmada isimlerine yer verilmemiştir. Çizelge 3.1’de, çalışma grubundaki öğretmenlerin mezun oldukları fakülteler, öğrenim durumları ve hizmet yıllarına ilişkin özellikler verilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışmaya Katılan Öğretmen Bilgileri

Katılımcı	Fakülte	Öğrenim durumu	Hizmet yılı
Ö1	Eğitim	Yüksek lisans öğrenci(matematik eğitimi)	11-15 yıl
Ö2	Fen-Edebiyat	Lisans	16-20 yıl
Ö3	Eğitim	Yüksek lisans (matematik)	16-20 yıl
Ö4	Fen-Edebiyat	Lisans	16-20 yıl
Ö5	Fen-Edebiyat	Yüksek lisans öğrenci(matematik eğitimi)	11-15 yıl

Araştırmanın çalışma grubunu oluşturan öğretmenlerin hizmet yılı 11 ile 20 yıl arasında değişmektedir. Öğretmenlerin 2’si eğitim fakültesi, 3’ü fen edebiyat fakültesi mezunudur. Öğretmenlerden biri matematik bölümünde yüksek lisans mezunu, 2 tanesi ise matematik eğitimi alanında yüksek lisans öğrencisidir.

### *Veri Toplama Araçları*

Bu çalışmada veriler görüşme formu ve sınıf içi gözlem formu ile toplanmıştır. Görüşme formu öğretmenlerin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma aşamasında ve sınıflarında uygulama yaparken karşılaştığı zorlukları anında belirleyebilmek için gerçekleştirilen görüşmelerde kullanılmıştır. Öğretmenlerin sınıflarında modelleme etkinliği uygulama süreçlerini inceleyebilmek ve karşılaştıkları sorunları ortaya çıkarabilmek için ise yapılan gözlemlerde gözlem formu kullanılmıştır. Gözlem ve görüşme formları araştırmanın amacı ve problem durumu çerçevesinde ilgili alan yazından faydalanılarak araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan formlar alanında uzman öğretim elemanı tarafından incelenmiş ve çalışmanın amacına uygun ve rahat veri toplanmasını sağlayacak şekilde düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca, çalışma esnasında oluşan durumlarda göz önüne alınarak görüşme formuna eklemeler yapılmıştır.

Gözlem formu üç ana bölümden oluşmaktadır. Steen ve Forman (2001)'nin belirttikleri matematiksel modelleme etkinliklerini sınıflarında uygularken öğretmenlerin dikkat etmesi gereken hususlar “beklenen davranışlar” ana başlığı altında birinci bölüm olarak oluşturulmuştur. Birinci bölümde kendi içinde üç bölüme ayrılmaktadır; *aktif eğitim, öğrenci merkezlidir ve bağlamsaldır*. Öğretmenlerin “*Sorulan soru ile ilişkili olan ulaşılabilen verilerin tartışılmasını teşvik eder*” şeklindeki davranışı *aktif eğitim* boyutuna, “*Öğrencilerin kendi bilgi ve deneyimlerini kullanma fırsatını verir*” şeklindeki davranışı *öğrenci merkezli* boyutuna ve “*Öğrencilerin, çözümünü problemin gerçek bağlamında doğrulamalarını ister*” şeklindeki davranışı ise *bağlamsal* boyutunu içermektedir.

İkinci bölümde, uygulamalarda matematiksel modelleme basamaklarının takip edilip edilmediğinin ve öğretmenlerin bu basamakları takip edilmesinin sağlanması adına gerçekleştirdiği uygulamaların belirlenmesi için “matematiksel modelleme basamaklarının takip edilmesi” başlığı altında Keskin (2008)'nin ortaya koyduğu *Matematiksel Modelleme Diyagramındaki basamaklar* referans alınmıştır. Üçüncü bölüm ise, uygulamalarda gözlem sürecinde belirlenen karşılaşılan sorunların not edilebilmesi için ‘Karşılaşılan Sorunlar’ başlığı altında boş bırakılmıştır.

### *Verilerin Toplanması*

Uygulamanın başında, hazırlanan haftalık eğitim planı doğrultusunda öğretmenlere matematiksel modelleme ve modelleme etkinlikleri ile ilgili gerekli bilgilendirme araştırmacı tarafından yapılmıştır. Eğitim sürecinin ikinci haftasında öğretmenlerden modelleme etkinliği

tasarım prensiplerini dikkate alarak etkinlik tasarımları istenmiş ve iki hafta süre verilmiştir. Bununla birlikte, öğretmenler etkinlik tasarlama da zorlandıklarını ve oluşturmak istemediklerini belirtmişlerdir. Çalışma gönüllük esasına dayandığından, katılımcılar bu konuda zorlanmamış fakat etkinlik tasarlama da karşılaştıkları zorluklar görüşmelerde sorgulanmıştır. Eğitim sürecinin son haftasında öğretmenlere matematiksel modelleme yönteminin sınıfta uygulanması ile ilgili gerekli bilgiler verilmesinin ardından alan yazından kendi tercih ettikleri bir etkinliği sınıflarında uygulamaları istenmiştir. Uygulama sürecinde, öğretmenlerin matematiksel modelleme uygulama yeterlikleri gözleneceğinden sınıf içerisinde ki oturma düzenine, grupların oluşturulmasına ve uygulama sürecine araştırmacının herhangi bir müdahalesi olmamıştır. Öğretmenlerin etkinlik oluşturma ve uygulama esnasında yaşadıkları zorlukları anında belirleyebilmek için her katılımcının uygulamasının hemen ardından görüşmeler yapılmıştır.

### *Verilerin Analizi*

Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada, görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi ile gözlemlerden elde edilen veriler ise betimsel analiz ile analiz edilmiştir. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla, bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014). Yapılan görüşmelerin ses kayıtları görüşme gününde ertelenmeden kelimesi kelimesine transkript edilmiş ve bu ham veriler okuyucu için anlamlı hale gelecek şekilde oluşturulan kod ve kategori listesi altında sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada araştırmaya katılan öğretmenlerin görüşlerinin derinlemesine incelenmesi amaçlandığından, öğretmenlerin belli bir ifadeyi kullanma sıklıklarına değil de kullandıkları ifadelerin neler olduğu üzerinde durulmuştur. Bu nedenle; veriler kod ve kategori listesinde toplanırken frekansları belirlenmemiş, bulgular hangi kod ve kategorilerin ortaya çıktığına değinilerek sunulmuştur. Görüşmelerden elde edilen verilerin güvenilirliğinin desteklenmesi için araştırmacı tarafından kodlama ve kategorileştirme işlemi bir süre sonra tekrar edilmiştir. Araştırmanın probleminin ve amacının dışına çıkan kodlar çıkarılmış, eksikler tamamlanmıştır. Ayrıca, oluşturulan bu kod ve kategoriler bir uzman tarafından kontrol edilmiş, araştırmacının oluşturduğu kod ve kategoriler ile karşılaştırma yapılmıştır. Gerekli görülen değişiklikler yapılmıştır. Araştırma kapsamında iki kategori belirlenmiştir. Birincisi '*etkinlik oluşturmama sebebi*' diğeri ise

'*oluşturma isteği*'dir. Etkinlik oluşturamama sebebi kategorisinde ortaya çıkan kodlar; *alışkın olmama, ders kaynaklarında bulunmama, önceden karşılaşmama ve tecrübesiz olma* olarak belirlenmiştir. Oluşturma isteği kategorisi 'Var' ve 'Yok' olarak ikiye ayrılmıştır. Var kategorisinde '*hazır etkinlik kullanarak tecrübelendikten sonra*' ve '*alıştıktan sonra*' kodları ortaya çıkarken, yok kategorisinde '*profesyonel olmak gerek*', '*çalışma ve emek ister*', *ekstra zaman gerek*' ve '*zaman kaybı*' kodları belirlenmiştir.

Öğretmenlerin model oluşturma etkinliklerini sınıflarında uygulayabilme yeterliklerini ortaya çıkarmak amacıyla sınıf içinde yapılan gözlemlerden elde edilen verilerin analizinde ise betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analizi Yıldırım ve Şimşek (2008), çalışma öncesinde belirlenen temalara göre toplanan verilerin sınıflandırılması ve yorumlanması olarak tanımlamışlardır. Gözlem verileri incelenirken çalışmanın amacı doğrultusunda anlam esas alınarak önceden belirlenen kodlamalar dikkate alınmıştır. Öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarının gözlenmesi ile elde edilen verilerin güvenilirliği için gözlem anında tutulan notlar ile video kayıtları tekrarlı karşılaştırılmıştır. Ayrıca, başka bir uzman video kayıtlarını inceleyerek araştırmacının elde ettiği bulguları kontrol etmiştir.

## **Bulgular**

Bu araştırma kapsamında gerçekleştirilen görüşme ve gözlemlere ait bulgular bu bölümde üç ana başlıkta verilmiştir. İlk olarak '*Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Etkinliği Oluşturma Süreçleri*' ana başlığı altında çalışmaya katılan öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma yeterlilikleri ile ilgili bulgular yer almaktadır. İkinci ana başlık öğretmenlerin modelleme etkinliklerini sınıflarında uygulama aşamasında gerçekleştirilen gözlem sonuçlarından elde edilen bulguların yer aldığı '*Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Uygulama Süreçleri*'dir. Son olarak da gözlemler ile elde edilen, öğretmenlerin modelleme etkinliği uygulama süreçlerinde karşılaştıkları sorunlar ile ilgili bulgulara '*Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar*' başlığı altında yer verilmiştir.

### ***Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Etkinliği Oluşturma Süreçleri***

Çalışmadaki Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma süreci ile ilgili görüşmelerden elde edilen bulgular ‘etkinlik oluşturma durumu ve karşılaşılan güçlük’ ve ‘ileride oluşturma istediği’ alt başlıkları altında verilmiştir.

#### *Etkinlik Oluşturma Durumu ve Karşılaşılan Güçlük*

Çalışmaya katılan öğretmenlere matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili gerekli bilgiler verilir mümkün olduğunca çok etkinlik örneği gösterilmesinin ardından birer tane de öğretmenlerin modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturmaları istenmiş ancak öğretmenlerin hiçbirisi etkinlik oluşturmamıştır.

Öğretmenlerin modelleme etkinliği oluşturmamalarına neden olan güçlükler öğretmenlerle yapılan görüşmelerde sorgulanmış ve öğretmenlerin çoğu genel olarak alışık olmadıkları bir etkinlik tarzı olduğundan zorlandıklarını belirtmiştir.

Etkinlik oluşturmamayan ve sebebini ise bu tarz ekinliklere alışık olmaması olarak belirten öğretmenlerin ifadeleri şu şekildedir;

*Ö3: “Bize şu ana kadar verilen kaynaklarda böyle etkinliklere çok fazla yer verilmediği için daha doğrusu alt yapı olmadığı için kendim oluşturma sürecinde zorlandım.”*

*Ö2: “Biz genelde net çözümü olan problemleri çözdük bu güne kadar. Ama burada günlük hayattan mesela karını zararını düşünerek bir şeyler bulmaya çalışıyor çocuk, net bir cevabı yok. İşte o net cevabı olmayan şeylerle ilgili soru üretmek biraz zor. Çünkü Matematikte hep yaptığımız şeyler, bizim öğretim programımız gereği hep kesin cevaplar.”*

Ö3 nolu öğretmen, kaynaklarda böyle etkinliklere yer verilmediği için alışık olmayıp alt yapısının olmamasından etkinlik tasarlama aşamasında zorlandığını belirttiği görülmektedir. Ö2’nin ifadeleri incelendiğinde ise öğretim programı gereği bu tarz etkinlikler kullanmadıklarından modelleme etkinliklerinin yapısına alışık olmadığını, bu nedenle oluşturma aşamasında zorlandığını belirtmiştir. Ders kitaplarında daha önce bu tarz etkinliklerle karşılaşmadıklarından, bu tarz farklı etkinlikleri kullanmadıklarından modelleme etkinliklerine alışık olmadığını bu nedenle zorlandığını belirten öğretmenler etkinlik oluşturmamıştır. Çalışmadaki Öğretmenlerin modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturma yeterliliğinin düşük olduğu belirlenmiştir.

### Öğretmenlerin İleride Etkinlik Oluşturma İsteği

Matematiksel modelleme etkinliklerine alışık olmadıklarından zorlandığını belirten ve etkinlik oluşturamayan öğretmenlerin ileride oluşturma isteği sorgulanmıştır. Görüşmelerde öğretmenlerin iki farklı görüşte oldukları görülmüştür. Öğretmenlerin bir kısmı zaman alıcı olduğu için etkinlik oluşturmak yerine hazır etkinlikler kullanabileceklerini, diğer öğretmenler ise hazır etkinlikler kullanarak alıştıktan sonra kendi etkinliklerini oluşturmak istediklerini belirtmiştir.

Etkinlik oluşturmak istediğini belirten öğretmenlerin ifadeleri şu şekildedir:

Ö1: “Hazırdan yardım alarak kendim tasarlamak isterim ama hazır bir başlangıçtır. Çünkü sonuçta bir yeni olan bir şeyi oturtturmak gerekiyor.”

Ö3: “Açıkçası bunda biraz tecrübelenene kadar hazırları kullanmayı tercih ederim ama akabinde elimden geleni üretmeye çalışırım.”

Ö4: “Profesyonelleşirsek kendi etkinliklerimizi geliştirme imkanımız olabilir.”

Etkinlik oluşturmayı isteyen öğretmenlerin ifadeleri incelendiğinde etkinlik tasarlamak için yeterliliğe sahip olmadıklarından hazır etkinlikleri kullandıkça, tecrübelendikçe modelleme etkinliği oluşturabilecekleri düşüncesinde oldukları görülmektedir.

Etkinlik oluşturmanın zaman alıcı olduğunu belirten öğretmenlerin ifadeleri ise şu şekildedir;

Ö5: “Bunun için çok büyük bir vakte ihtiyaç var. Her konuda bunu oluşturmak bu etkinlikleri oluşturmak kolay değil ciddi zaman kaybıdır maddi manevi olarak kesinlikle bir zaman kaybı olur.”

Ö2: “Güzel bir şey ama artı zaman istiyor. Hazırlanan etkinliklere baktığımda büyük bir emek var. Kocaman kitaplar oluşturmuşlar öyle bir anda hazırlanan şeyler değil bunlar. Çizelgeler, resimler, görseller vs. Emek istiyor zaman istiyor dikkat istiyor. Hazırladık hadi ile olmaz çok basit kalıpta çocuklara sıkıcı gelmesindense daha detaylı, daha güzel bir etkinlik kullanılması daha iyi olur.”

Ö2 kodlu öğretmenin ifadelerine bakıldığında çocuklar için çekici olan güzel bir etkinlik olabilmesi için ciddi bir çalışma ve emek gerektiğini bunun da artı zamana ihtiyaç doğuracağını düşündüğünden hazır etkinliklere yöneleceği görülmektedir. Ö5 kodlu öğretmenin ifadeleri ise her konuda etkinlik oluşturmanın kolay olmadığını ve ayrılacak vaktin zaman kaybı olduğunu düşündüğünü göstermektedir.

### Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Etkinliği Uygulama Süreçleri

Öğretmenlerin uygulamalarında kullandıkları etkinlikler, uygulama sınıfları ve sınıfların mevcutları tablo 2’de yer almaktadır.

**Tablo 2.** Öğretmenlerin Uyguladıkları Etkinliklere İlişkin Bilgiler

Öğretmen	Kullanılan etkinlik	Uygulama sınıfı	Sınıf Mevcudu
Ö1	Caddede park yeri	10	18
Ö2	Nasıl Depolamalıyım?	10	22
Ö3	Dizel mi? Benzinli mi?	9	25
Ö4	Adım problemi	11	25
Ö5	Dizel mi? Benzinli mi?	12	29

Modelleme etkinliklerinin sınıf uygulamalarında öğretmenlerin hepsinin grup çalışması yöntemini kullandıkları gözlemlenmiştir. Ancak sadece bir öğretmen sınıf düzenini grup çalışmasına uygun şekilde düzenlerken diğer öğretmenler oturma düzenine dikkat etmemişlerdir. Oturma düzeninin grup çalışmasına uygun bir şekilde düzenlenmeyen sınıflarda öğrencilerin birlikte çalışırken rahat olmadıkları gözlemlenmiştir. Aşağıda şekil 2’de uygulamada öğrencilerin oturma düzeninin grup çalışması için ayarlanmamasının öğrencilerde yaşattığı sorunları göstermektedir.

**Şekil 2.** Ö4 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir görsel**Şekil 3.** Ö5 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir görsel

Şekil 3’de oturma düzenini grup çalışmasına uygun bir şekilde ayarlayan Ö5 kodlu öğretmenin sınıfında öğrencilerin birlikte rahat çalıştıkları fakat şekil 2’de oturma düzeni ayarlanmadığından öğrencilerin birlikte çalışırken zorlandıkları, yapılanları görebilmek veya fikirlerini söyleyebilmek için ayağa kalkmak veya rahatsız bir şekilde oturmak zorunda kaldıkları görülmektedir.



Ö5 kodlu öğretmenin uygulama yapılacak dersten önce sınıf düzenini ve grupların üyelerini ayarladığı derse girildiğinde tüm grupların sıralarında hazır beklediği görülmüştür. Bu hazırlık sayesinde uygulamaya çabuk geçilmiştir. Fakat diğer uygulama yapılan sınıflarda derse girdikten sonra grupların belirlenmesinin uygulamaya geçişte zaman kaybına neden olduğu gözlemlenmiştir.

Uygulama yapılan sınıflarda öğretmenler grup üye sayılarını genel olarak 3-4 kişi olarak belirlemiştir. Ö2 kodlu öğretmenin sınıfında gruplarını 4 kişilik olarak ayarlamış ancak bir grubu 6 kişi olarak belirlemiştir. 6 kişilik oluşturulan bu grup süreç devam ederken şekil 4'te görüldüğü gibi 4 ve 2 olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.



**Şekil 4.** Ö2 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir görsel

Grup sayısı fazla olduğundan grup içinde alt grup oluşmuş olabileceği gibi oturma düzeninin olmaması da bu duruma sebep olmuş olabilir. Ancak Ö2 kodlu öğretmenin bu duruma müdahalesinin olmadığı belirlenmiştir.

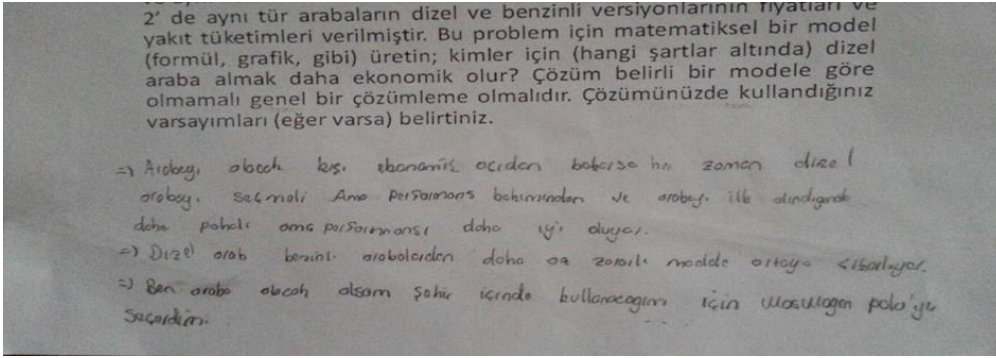
Ö4 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı etkinlikte öğrenciler gerekli ölçümler yaparak verilerini kendileri elde etmesi gerekmektedir. Öğretmen grupları 5 kişilik ayarlaması her gruptan 1-2 öğrencinin uzun bir süre boş kalmasına neden olmuştur. . Bu süreçte iki öğrenci ölçüm yaparken bir öğrencinin de verileri not ettiği diğerlerinin boşta kaldığından sınıfta yapılanları izleyici konumuna geçtikleri şekil 5'te görülmektedir.



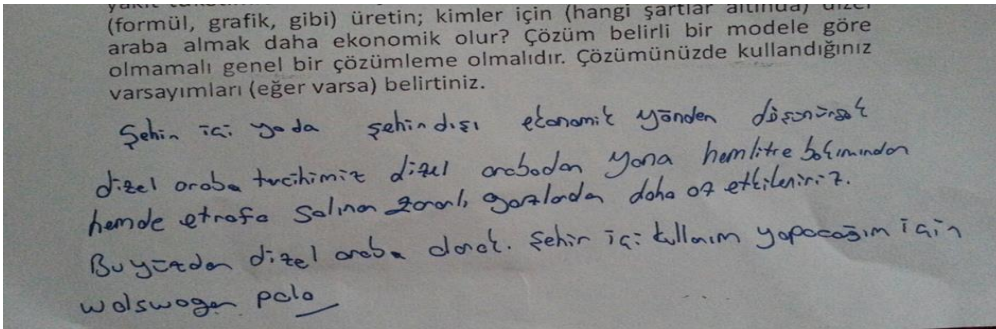
**Şekil 5:** Ö4 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir görsel

Uygulama yapılan tüm sınıflarda etkinlik tüm öğrencilerin dikkatini çekmiş, etkinlikle ilgilenmeyen öğrenci olmamıştır. Ancak ilerleyen süreçte bazı gruplarda bir iki öğrencinin ön plana çıkarak etkinliği üstlendiği herhangi bir fikri olmayan öğrencilerin seyirci konumuna çekildiği gözlemlenmiştir. Bu grupların olduğu sınıflarda öğretmenlerin bu öğrencileri ya fark etmedikleri ya da müdahale de bulunmadıkları belirlenmiştir.

Grupların çoğunda öğrencilerin düşüncelerini grup arkadaşları ile paylaştığı, birlikte ortak bir sonuca vardıkları görülmüştür. Ö3 kodlu öğretmenin sınıfında da gruplardaki öğrencilerin birlikte çalıştıkları görülmüştür. Ancak süreç sonucunda 6 grup olan sınıftan 11 adet sonuç kağıdı toplanmıştır. Bu durum grup çalışması sonucunda grubun ortak bir sonuca varacağını anlamayanlar olduğunu, vardıkları sonucu bireysel de teslim etmesi gerektiğini düşünen öğrenciler olduğunu göstermektedir. Bu durumu gösteren görseller şekil 6 ve 7’de verilmiştir.



Şekil 6. Ö3 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir grubun çözümü



Şekil 7. Ö3 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir grubun etkinlik çözümü

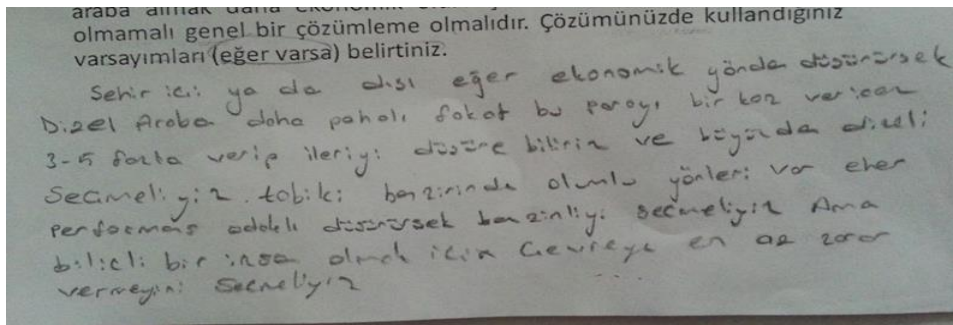
Şekil 6 ve şekil 7’de aynı gruptaki öğrencilerden iki tanesinin süreç sonunda teslim ettikleri çözümler yer almaktadır. Öğrencilerin ifadelerine de bakıldığında aynı sonuca birlikte vardıkları fakat her birinin ayrı ayrı yazmaları gerektiğini düşündükleri görülmektedir. Uygulama sonucunda bir grup içinde bireysel cevaplar yazan öğrencileri Ö3 kodlu

öğretmenin fark etmediği, süreç sonucunda ayrı cevap kağıdı veren öğrencilere de herhangi bir müdahalesinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Öğretmenlerin modelleme etkinlikleri uygulamalarında modelleme basamaklarını takip edip etmeme durumları da gözlemlenmiştir. Uygulama gerçekleştiren 4 öğretmenin uygulama sınıflarında matematiksel modelleme basamakları takip edilmemiştir. Bu sınıflarda öncelikle öğrencilerin etkinlikleri anlayamadıkları, matematiksel olarak ne yapacaklarını bilemedikleri gözlemlenmiştir. Ö2 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıfta bir öğrencinin ifadesi şu şekildedir; ‘‘Hocam şimdi biz burada ne yapacağız’’ Öğrencinin ifadesinden de anlaşılacağı üzere öğrenci etkinlikle ilgili ne yapacağı hakkında sıkıntı yaşamaktadır. Ö2 kodlu öğretmenin etkinlikte ne istendiğini öğrencilerine anlatması üzerine öğrenciler düşünmeye başlamışlardır. Ancak matematiksel model kullanmayı sadece basit hesaplamalar sonucunda karşılaştırmalar yapmışlar matematiksel model oluşturmamışlardır.

Ö3 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıfta da etkinliğin öğrencilerin dikkatini çektiği ve günlük hayatlarında bildiklerinden yola çıkarak hemen yorum yapmaya başladıkları görülmüş ancak öğrencilerin matematiksel olarak ne yapacaklarını anlayamadıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerinin ne yapacaklarını anlamadıklarını fark eden Ö3 kodlu öğretmenin öğrencilerine yönlendirici açıklamalar yaptığı görülmüştür. Öğrencilerine yaptığı açıklama ‘‘Küçük hesaplamalar yapın bakın bakalım 100m de o ne kadar tüketiyor diğeri ne kadar tüketiyor.’’ şeklindedir.

Ö3 kodlu öğretmenin ifadelerine bakıldığında kendisinin fikir ürettiği ve kendi fikirleri doğrultusunda öğrencilerine neler yapmaları gerektiğini söylediği görülmektedir. Matematiksel olarak ne yapacaklarını anlayamayan öğrenciler Ö3 kodlu öğretmenin verdiği fikir doğrultusunda sadece bir iki hesap yapmışlar ve kendi yorumlamalarıyla çıkarımlarını sözel olarak ifade etmişlerdir. Bu sınıfta da matematiksel model kullanan ve süreç sonucunda matematiksel model oluşturan bir grup olmamıştır. Sınıftaki gruplardan birinin teslim ettikleri etkinlik çözümü aşağıda şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Ö3'ün uygulama yaptığı sınıftan bir grubun etkinlik çözümü

Şekil 8’de öğrencilerin herhangi bir matematiksel çözüm yapmadıkları kendi yorumlarına dayalı çıkarımlar yaptıkları görülmektedir. Süreç sonunda öğrenciler çıkarımlarını açıklarken genelde nelere dikkat edilmesi gerektiği ile ilgili sonuçlar çıkarılması için Ö3 kodlu öğretmenin öğrencilerine sorular sorduğu gözlemlenmiştir. Öğretmenin bu sorularından biri “*Araba alırken neye dikkat edeceğiz o zaman? Yakıt tasarrufuna mı?*” şeklindedir. Öğretmenin bu ifadesinden de görüldüğu gibi öğrenciyi bir matematiksel model oluşturmaya yönlendirmemiş öğrencilerinden sadece verilenler doğrultusunda genel bir sonuç çıkarmalarını sözel olarak ifade etmelerini istemiştir.

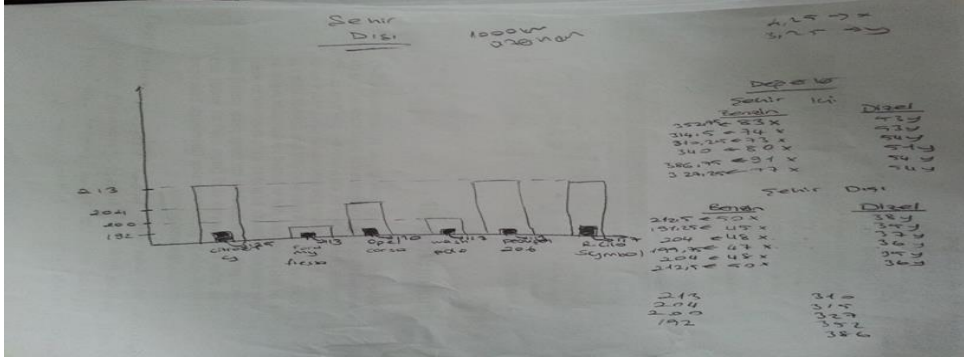
Ö1 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıfta da etkinlikle ilk defa karşılaşan öğrencilerin ne yapacaklarını nereden başlayacaklarını bilememeleri üzerine öğretmen süreci kompozisyona benzeterek modelleme basamaklarının takip edilmesini sağlamaya çalışmıştır. Öğretmenin ifadesi “*Hani kompozisyon yazıyorsunuz ya giriş gelişme sonuç. Önce ne istediğini belirleyin, sonra verilenlere bir bakın, malzemeniz ne, ondan sonra planınızı çıkarın, öyle soru çözüyormuş gibi direk girmeyin*” şeklindedir. Öğretmenin ifadelerinden öğrencilerin daha önce karşılaştıkları sorular gibi direk soru çözümüne başlamadan matematiksel modellemenin ilk basamakları olan problemi anlama ve organize etme kısımlarının gerçekleşmesini sağlamaya çalıştığı görülmektedir. Tartışmaya ve fikir üretmeye çalışan öğrencilerin matematiksel model kullanmadıkları sadece verilen sayısal değerlerle ufak işlemler yaparak sonuca vardıkları belirlenmiştir.

Ö5 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıfta ise öğrencilerin modelleme etkinliğini anlamayıp öğretmeninden yardım istemeleri üzerine öğretmen öğrencilerine etkinliği anlattığı ve fikirler verdiği öğrencilerin de öğretmenlerinin fikri doğrultusunda çalışmaya başladıkları gözlemlenmiştir. Çalışmanın başında bir öğrenci ile öğretmen arasında geçen konuşma şöyledir;

*Öğrenci: ‘‘Hocam kime göre derken ne demek istiyor neye göre bulacağız?’’*

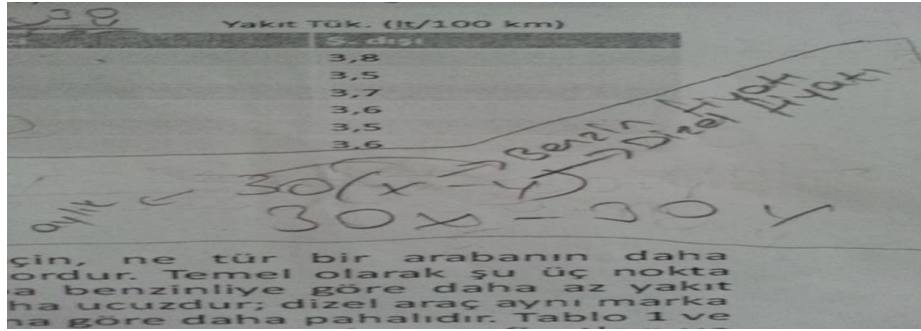
*Ö5: ‘‘Mesela arabasını çok kullanan, az kullanana göre.’’*

Öğrencilere verilen modelleme etkinliğinde “kime göre” “hangi durumlarda” daha uygun gibi ifadeler kullanılarak fikirler öğrenciye bırakılmıştır. Fakat bu geçen konuşmada da görüldüğu gibi öğretmen fikir üretmiştir. Aynı fikri öğretmenin tüm gruplarda dile getirdiği ve tüm grupların aynı düşünce doğrultusunda çalıştıkları gözlemlenmiştir. Ö5 kodlu öğretmenin sınıfındaki 8 gruptan ikisinde matematiksel model olarak çizelge ve grafik kullanıldığı belirlenmiştir. Bir grubun matematiksel model kullanımı şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Ö5 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir grubun etkinlik çözümü

Bu 4 sınıfta da gruplar matematiksel model oluşturamamıştır. Bu öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel model oluşturmaları ile ilgili herhangi bir müdahalelerinin olmadığı gözlemlenmiştir. Yalnız Ö5 kodlu öğretmenin sınıfında hiçbir sonuca ulaşamayan gruplar olduğu gibi bir grup matematiksel model oluşturmaya çalışmıştır. Öğrencilerin oluşturduğu model aşağıda şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 10. Ö5 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir grubun etkinlik çözümü

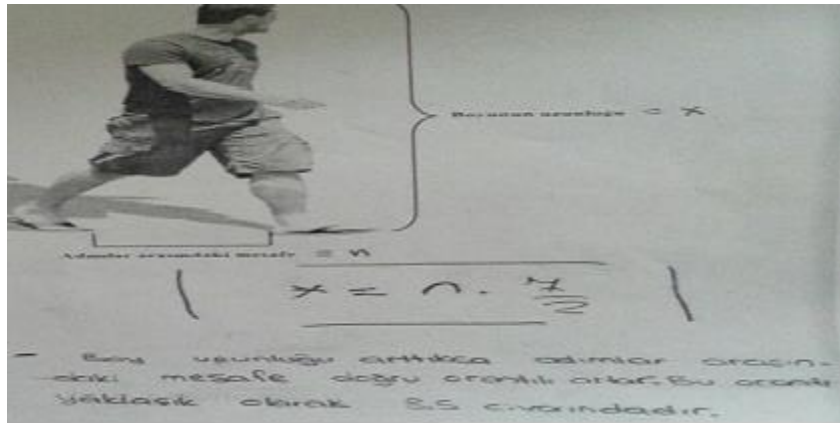
Çözüme ilişkin olarak Ö5 kodlu öğretmenin bulunan modelin doğruluğunu tartışarak bunların dışında başka durumlar olabileceği ile ilgili öğrencilerini düşünmeye teşvik etmediği belirlenmiştir.

Uygulama süreçleri gözlemlenen öğretmenlerden yalnız Ö4 kodlu öğretmenin sınıfında matematiksel modelleme basamaklarının kısmen takip edildiği belirlenmiştir. Öğrencilerin etkinliği anlama da sorun yaşamadıkları hemen etkinlikle ilgili ne yapacaklarını belirledikleri gözlemlenmiştir. Grupların hepsi ölçümlerle elde ettikleri verileri çizelge oluşturarak organize etmişlerdir. Etkinlik başka matematiksel model kullanacak yapıda olmadığından da öğretmenin bu konuda müdahale etmesi gerekmemiştir. Gruplardan birinin oluşturduğu çizelge aşağıda şekil 11’de verilmiştir;

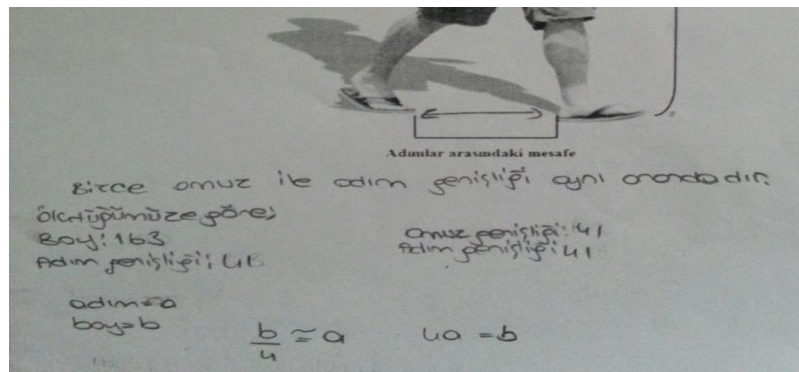
Akın	Ahmet Mete	Erhan	Halide
Boy: 1.73	1.80	1.85	1.55
Adım: 52 cm	52	53	49
3,32	3,46	3,49	3,60
$3,32 + 3,46 + 3,49 + 3,60$ $= 11,14 \div 4 = 3,46$			

Şekil 11: Ö4 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir grubun etkinlik çözümü

Çalışma sonucunda gruplardan buldukları sonucu sadece sözel olarak ifade edenlerin olması üzerine Ö4 müdahale etmiş ve genelde, her zaman kullanılabilir matematiksel bir sonuç çıkarmalarını istemiştir. Bunun üzerine her grubun bir matematiksel model oluşturduğu gözlemlenmiştir. Öğrenciler oluşturdukları modelleri, "orani, orantıdır, doğru orantıdır, katıdır" gibi ifadelerle matematiksel dilde de ifade etmişlerdir. Grupların oluşturduğu matematiksel modellerden bazıları şekil 12'de ve şekil 13'de verilmiştir.



Şekil 12: Ö4 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir grubun etkinlik çözümü



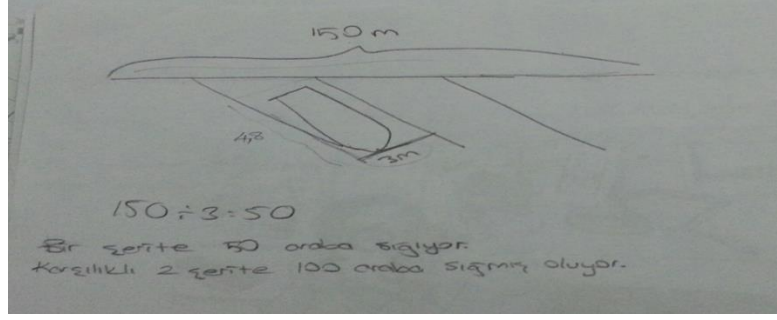
Şekil 13: Ö4 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir grubun etkinlik çözümü

Ö4'ün bulunan sonuçların benzerliğine dikkat çektiği görülmüştür. Ö4 uyguladığı boy adım genişliği ile ilgili etkinliğinde öğrencilerini benzer durumları da düşünmesine sevk etmiş bunun üzerine öğrencilerin omuz genişliği, çift kol aralığı, bacak boyu gibi uzunluklar arasında da benzer genel sonuçlar bulmaya çalıştıkları gözlemlenmiştir.

### ***Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar***

Matematiksel modelleme etkinlikleri uygulamalarında öğrencilerin etkinlikleri anlayamaması ve ne yapacaklarını bilememeleri karşılaşılan en belirgin ve en genel sorun olarak ortaya çıkmıştır. Anlaşılmayan etkinlikler incelendiğinde sorunun açıkça verilmemiş olması, öğrencilerin alışık oldukları gibi kesin cevap istenilen, tüm verileri hazır olan türden problemler olmamaları ve öğrencilerin kendi düşüncelerine göre şekillendirip çözüm düşünecekleri türden etkinlikler olduğundan öğrencilerin zorlandıkları görülmüştür. Ö3 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı 9. Sınıfta olan öğrencinin etkinlik ile ilgili ifadeleri “*Hocam şimdi biz burada ne yapacağız? Neye göre diyor?*” şeklindedir. Ö3 kodlu öğretmenle aynı etkinliği 12. Sınıfta uygulayan Ö5 kodlu öğretmenin sınıfından bir öğrencinin etkinlik ile ilgili “*Kim için derken ne demek istiyor?*” şeklinde belirtmiştir. Öğrencinin ifadesinden de görüldüğü gibi etkinlikte “*Kime göre. Neye göre*” ifadeleri kullanılarak öğrencilerin kendi düşüncelerine göre şekillendirsinler diye açık bırakılan kısımlarda öğrencilerin takıldığı, net olarak ne yapacaklarını yine öğretmenlerine sorduğu görülmektedir. Etkinliğin anlaşılmadığı öğrencilerin ne yapacaklarını bilemediği bu sınıflarda uygulanan bu etkinliğin kazanımlarının 9. Sınıflar için bile uygun olduğu düşünülürken 12. Sınıflarda da benzer ifadeler kullanılarak öğretmenden yardım istenmesi yaşanan bu zorluğun alışkın olmadıkları tarzda etkinlik olduğundan kaynaklandığını göstermektedir. Ayrıca etkinliğin anlaşılmadığı tüm sınıflarda öğrenciler uygulamaya başladıktan sonra ihtiyaç duydukları bilgi konusunda eksiklik hissetme sonucunda değil, etkinliğin başında ne yapacaklarını bilememeleri üzerine öğretmenlerine ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir.

Ö1 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıfta karşılaşılan diğer bir sorun öğrencilerin hazırbulunmuşluklarının yetersiz olmasıdır. Açılı park yeri oluşturmaya çalışan bir grubun çözümü şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11. Ö1 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıftan bir grubun etkinlik çözümü

Şekil 11'deki çözüm incelendiğinde açılı park yeri oluşturmak isteyen grup, park için ayrılan dikdörtgensel alanın genişliği olan 3 m'yi açığı hesaba katmadan direk yol kenarındaki park alanı genişliği olarak aldıkları görülmektedir. Bu çözüm öğrencilerin hazırbulunmuşluklarının yeterli olmadığını göstermektedir.

Uygulamalarda sınıflarda oluşan gürültü karşılaşılan diğer bir genel sorun olarak ortaya çıkmıştır. Sınıflarda oluşan gürültünün çeşitli sebepleri belirlenmiştir. Öğretmenlerin uygulama gerçekleştirdiği sınıflar kalabalık olup grup sayısı da fazla olduğundan öğrenciler kendi aralarında çalışmaya başladığında sınıflarda aşırı gürültü olduğu gözlemlenmiştir. Ö4 kodlu öğretmenin uygulamasında etkinlik gereği her grup tek tek bireylerin ölçümlerini yapmıştır. Bu ölçümler sırasında öğrencilerin ayakta olması öğrencileri eğlendirirken, sınıfta fazla gürültü olmasını sağlamış aynı zamanda sınıf yönetimi de zorlaştırmıştır. Farklı zamanlarda ölçüm yapan gruplar olmasıyla da bu oluşan gürültünün hiç sonlanmadığı gözlemlenmiştir.

Ö1 ve Ö2 kodlu öğretmenlerin uygulama yaptıkları sınıflarda öğrencilerin bağımsız çalışmalarını sağlamak için hiçbir yardım da bulunmadıkları görülmüştür. Bu durum öğrencilerin etkinlikte ne yapacaklarını anlamamaları üzerine düşünme süreçlerinin kısa sürmesine ve sadece ufak hesaplamalar ile yorumlar yaparak sözel olarak sonuç bildirmelerine ve öğrencilerin etkinliği çabuk bitirmesine sebep olmuştur. Ö3 ve Ö5 kodlu öğretmenlerin sınıflarında ise modelleme etkinliğinde matematiksel olarak ne yapacaklarını anlamayan öğrenciler öğretmenlerinin hemen fikir vermesi ile sadece ufak hesaplamalar yapmışlar ve günlük hayatlarında bildiklerinden de yola çıkarak sonuçta sadece sözel olarak yorumlar yapmışlardır ve etkinliği erken bitiren gruplar olmuştur. Etkinliği erken sonlandıran grupların olduğu bu sınıflarda öğrencilerin boşta kalmaları ile birlikte aşırı gürültü yapmalarına neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, sınıflarda oluşan gürültünün öğretmenlerin modelleme uygulamalarında rollerin sınırlarını tam olarak



belirleyemediklerinden dolayısıyla deneyimlerinin olmamasından da kaynaklandığını göstermektedir.

Etkinlikle ilgilenmek isteyen fakat ne yapacaklarını bilemeyen öğrencilerin etkinliğin başından itibaren öğretmenlerine ihtiyaç duymaları üzerine Ö2, Ö3 ve Ö5 kodlu öğretmenler her gruba yetişmeye çalışmış ancak her gruba ayrı ayrı etkinliği anlatmaya çalıştıklarından bir grupla ilgilenirken diğer gruplar çözüm yapmamış ve öğretmenlerini bekleyen öğrencilerin sınıfta gürültü oluşturdukları gözlemlenmiştir.

Ö4 kodlu öğretmenin uygulama yaptığı sınıfta karşılaşılan diğer bir sorun ise öğrencilerin ihtiyaç duydukları materyalin yetersiz olmasıdır. Tüm gruplar ölçüm yapmak için öğretmenden metre istemiş ancak öğretmen daha önceden hazırladığı bir tane ölçüm aletini verebilmiştir. Bir grup ölçüm yapıp bitirene kadar diğer gruplar beklemiş ve grupların yaptıklarını izlemişlerdir. Öğretmen bu sorunu gidermek için farklı ölçüm yöntemlerine yönlendirmeye çalıştığı gözlemlenmiştir. Sadece bir grup ölçüm aletini beklerken karışık ölçümler yapmıştır. Bu durumun boşta kalan öğrencilerin gürültü yapmasını bazılarının ise sıkılmasını sağladığı gibi zaman kaybı yaşanmasına da sebep olduğu gözlemlenmiştir. Zaman kaybına neden olan diğer bir durum Ö4, Ö1, Ö2 ve Ö3 kodlu öğretmenlerin sınıflarında uygulama öncesinde grupları belirlememelerinden dolayı meydana geldiği görülmüştür. Tespit edilen bu durumların öğretmenlerin çoğunun uygulama öncesinde gerekli hazırlıkları yapmadıklarından kaynaklandığı görülmektedir.

Ö5 kodlu öğretmenin sınıfında derse girilmeden önce sınıf düzeninin ayarlanmış olması ve grupların belirlenmesi zaman kazandırmış olmasına rağmen zamanın etkili kullanılmamış olması başka bir sorun olarak belirlenmiştir. Modelleme etkinliğinin uygulandığı bu sınıfın mevcudu 29 kişi olup sınıfta 8 grup oluşturulmuştur. Etkinliği anlamayan öğrenciler öğretmenin anlatmasını beklemişlerdir. Öğretmen her gruba ayrı ayrı etkinlikle ilgili açıklamalar yaptığından açıklama kısmının çok uzun sürdüğü, bu nedenle de bazı grupların etkinlikle ilgili çözümler yapmaya çok geç başladığı gözlemlenmiştir. Uygulama sonunda çözümlerini bitiremeyen grupların olduğu belirlenmiştir.

### **Tartışma ve Sonuçlar**

Öğrencilerin gerçek yaşamda kullanabilecekleri matematiksel bilgi ve üst düzey düşünme becerisine sahip olabilmeleri için matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrenme ve öğretme, birçok araştırmada ele alınmıştır (Genç ve Karataş, 2017). Öğrencilerin yaşadıkları ortamların, ilgi alanlarının, gelişim seviyelerinin farklı olduğu gerçeği göz önüne alındığında bu matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin özelliklerine göre

geliştirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, öğretmenlerin kendi öğrencileri için etkinlik oluşturmaları önemlidir. Öğretmenlerin modelleme etkinliği oluşturma süreçlerinin incelendiği bu çalışmada öğretmenlerin oluşturma yeterliliğinin düşük olduğu belirlenmiştir. Modelleme etkinliği oluşturamayan öğretmenler yaşadıkları zorluğu ise daha önce kullanmadıklarından, farklı bir etkinlik olduğundan, daha önce karşılaşmadıklarından, kaynaklarda olmamasından gibi benzer nedenlerle alışık olmamalarına bağladıkları görülmektedir. Deniz (2014) de, öğretmenlerin modelleme etkinliği oluşturma süreçlerinde benzer şekilde çok fazla istekli olmadıklarını ve zorlandıklarını gözlemlemiş, öğretmenlerin uygun etkinlikler hazırlayamamalarının en önemli nedenini ise matematiksel modelleme ile ilgili tecrübelerinin az olmasına bağlamıştır.

Çalışmaya katılan öğretmenlerin bir kısmı hazır etkinliklerle alıştıktan sonra kendi etkinliklerini tasarlamak istediklerini belirtirken diğer öğretmenlerin ise zaman alıcı olduğunu düşündüklerinden oluşturma isteğinin olmadığı görülmüştür. Bu sonuç, Dede ve Güzel (2013)'in çalışması ile örtüşmektedir. Dede ve Güzel (2013) çalışmalarında, modelleme etkinliği oluşturmaya istekli olan öğretmenlerin hazır geliştirilmiş etkinlik kullanım sebeplerinin arasında yeni kullanmaya başladıklarında kullanımı pekiştirmeyi sağlamak ve tasarlama sürecinin uzun zaman alacağını düşünmeleri olduğunu belirlemiştir.

İster sınıf içi ister sınıf dışı olsun modelleme uygulamalarında en verimli çalışmalar birlikte çalışma gruplarıyla gerçekleştirilir (Bukova-Güzel, 2016). Modelleme etkinliklerinin sınıf uygulamalarında tüm öğretmenlerin grup çalışması yaptırdığı gözlemlenmiştir. Oluşturulan grupların büyük çoğunluğunun öğrenci sayısı, modelleme etkinliğine uygun olarak 3-4 kişiliktir. Zawojewski, Lesh ve English (2003), gruptaki öğrenci sayısının en uygun 3 olduğunu 4'e de çıkabileceğini, bu sayı az olursa grubun gücünün azalabileceğini çok olursa da grupların içinde alt gruplar oluşabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın uygulama gözlemlerinde de bir öğretmenin uygulama yaptığı sınıfta 6 kişilik oluşturulan bir grubun süreç devam ederken ikiye ayrıldığı 4 ve 2 kişilik gruplar şeklinde çalıştıkları görülmüştür. Aynı şekilde, Deniz (2014) de altı kişilik gruplarda öğrencilerin birlikte çalışmakta zorlandıklarını belirlemiştir. Bukova-Güzel (2016) grup çalışması için sıraları uygun hale getirmek, kullanılacak araç gereçleri belirleyip sınıfa getirmek gibi çalışmaların ön hazırlık aşamasında gerçekleştirilerek öğretmenlerin uygulama ortamını önceden hazırlaması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmadaki öğretmenlerin bu şekilde ön hazırlık yapmamış olmaları nedeniyle uygulamalarda aksaklıklar belirlenmiştir. Uygulamanın birinde öğretmenin etkinlikte gereken aracı yeterli miktarda yanında buldurmamış olması modelleme sürecinde

aksamalara neden olmuştur. Öğretmenlerin çoğunun grupları derse girdikten sonra belirledikleri, bu durumun da etkinliğe geçişi geciktirdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda, öğretmenlerin grup çalışmasına uygun olarak oturma düzenini ayarlamadığı ve bu nedenle de öğrencilerin birlikte rahat çalışmadıkları gözlemlenmiştir. Sadece bir öğretmen ders başlamadan önce grup üyelerini belirlemiş ve oturma düzenini, öğrencilerin birlikte rahat çalışabilecekleri, iletişimde bulunabilecekleri şekilde birbirlerine dönük olarak düzenlemiştir. Bu öğretmenin çalışma esnasında matematik eğitiminde yüksek lisans yapıyor olmasının modelleme uygulamalarının etkili olabilmesi için önerilen grup çalışmasına özen göstererek ön hazırlık yapmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Uygulama yapılan tüm sınıflarda etkinliklerin öğrencilerin dikkatini çektiği ve özellikle başlangıçta tüm öğrencilerin etkinlikler ile ilgilendikleri gözlemlenmiştir. Yapılan son görüşmede de, bu sonuca paralel olarak öğretmenler etkinliklerin öğrencilerin ilgisini çektiğini, etkinlikle ilgilendiklerini, katılımın belediklerinden yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, ilerleyen süreçte birkaç öğrencinin etkinlik ile ilgilenmekten koptuğu sadece seyirci konumuna çekildiği gözlemlenmiştir. Bu durumun iki sebebi belirlenmiştir. Bunlardan birincisi, bazı gruplarda ön plana çıkarak etkinliği üstlenen başarılı öğrenciler olması, bazı öğrencilerin çalışmaya etkin katılımını engellemiştir. Bu durum, Deniz (2014)'in çalışmasında da ortaya çıkmış, gruplarda ki başarılı öğrenciler daha fazla sorumluluk aldığından diğer öğrencilerin süreçten kopmalarını ve çalışmaya ilgilerinin azaldığını tespit etmişlerdir. İkincisi ise, öğrencilere etkinlik ile ilgili sadece hesaplama kısımlarının kalmasıdır. Bazı öğretmenlerin düşünmeye sevk etmek yerine etkinlikte ne yapacaklarını öğrencilerine söylemesi üzerine öğrenciler sadece verilen fikir doğrultusunda hesaplamalar yapmışlardır. Hesaplamayı da grupta herkes yapması gerekmediğinden bazı öğrenciler hem etkinlikte boş kalmış hem de etkinliğe olan ilgileri azalmıştır. Başarılı başarısız tüm öğrencilerin başlangıçta etkinlik ile ilgilendikleri gözlemlenirken, süreçten kopan öğrencileri o sınıfta uygulama yapan öğretmenlerin fark etmediği belirlenmiştir.

Öğrencilerin grup içerisinde birlikte çalıştıkları, birlikte bir sonuca vardıkları gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, fikir alış veriş yapan, birlikte bir sonuç elde eden gruplardan bazılarında süreç sonunda öğrencilerin her birinin çözümlerini ayrı ayrı yorumladıkları gözlemlenmiştir. Bu durum, grup çalışması sonucunda grubun ortak bir sonuca varacağını anlamayanlar olduğunu, vardıkları sonucu bireysel de teslim etmesi gerektiğini düşünen öğrenciler olduğunu göstermektedir. Süreç sonunda, grup sayısından fazla çözüm kağıdı toplanmış olması ve fazla kağıtlarda aynı fikirlerin benzer yorumlamalarla sunulmuş olması bu sonucu destekler niteliktedir. Grup içinde birlikte çalışma sonucunda,

ortak bir çözüm elde edileceğini anlamayan, bireysel çözüm kağıdı veren öğrencilere öğretmenlerinin müdahalesinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Çalışmaya katılan ortaöğretim matematik öğretmenlerinin modelleme etkinliklerini uygulama gözlemlerinden elde edilen bulgular, sadece bir öğretmenin uygulama yaptığı sınıfta modelleme basamaklarının kısmen takip edildiğini diğer öğretmenlerin uygulamalarında matematiksel modelleme basamaklarının takip edilmediğini ortaya koymuştur. Bu durum, Deniz (2014)'in çalışmasındaki çoğu uygulama da modelleme basamaklarının takip edildiği sonucu ile benzerlik göstermemektedir. Bunun temel nedeni, öğrencilerin bu etkinliklere alışkın olmadıklarından problemleri anlamaması olarak düşünölmektedir. Model oluşturma etkinliklerini gerektiren problemlerin diğer problemlerden en büyük farkı verilenlerin diğer problemlerde olduğu gibi kesin ve net olmamasıdır. Problemi çözen kişilerden istenen, bu eksikliklere rağmen problemin çözümü için bir matematiksel model oluşturmaları ve bu modelin hem gerçek probleme hem de buna benzer problemlere uygulanabilir olmasıdır (Eraslan, 2012). İlk defa bu tarz problemlerle karşılaşan öğrenciler veri eksikliğinden dolayı ne yapacaklarını bilememişler ve problemi anlamada sorun yaşamışlardır. Öğrencilerin sürecin ilk basamağında zorlanması Blum ve Leiß (2007)'in öğrencilerle çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Bu durum öğrencilerin bir sonra ki adıma geçişini engellemektedir. Benzer şekilde, Eraslan (2012) öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının ilk basamakta zorlandıklarını, Karacı (2016) da bu durumun öğretmen adaylarının diğer aşamalara başarılı bir şekilde geçişini engellediğini ortaya koymuştur. Çalışmadaki veri eksikliği olan veya varsayımları öğrencinin ortaya çıkarması gereken dört etkinliğin uygulamasında ilk defa bu tarz problemlerle karşılaşan ve problemi anlamayan öğrencilerin değişkenleri belirleyemediği, varsayımları ortaya çıkaramadığı, matematiksel model oluşturmadığı ve modelin çözümü ile gerçek hayata yorumlamasını yapmadıkları tespit edilmiştir. Bu sonuç, Deniz (2014)'in çalışmasında da ortaya koyulan sonuç ile benzerlik göstermektedir. Öğrenciler sadece verilenler doğrultusunda ufak hesaplamalar yaparak bir sonuca varmışlar ve sonuçlarını sözel olarak ifade etmişlerdir. Uygulamada ilk defa bu etkinliklerle karşılaşan öğrenciler sürecin nasıl ilerlemesi gerektiğini bilmemektedir. Bu nedenle, çalışmadaki öğretmenlerin modelleme basamaklarının takip edilmesini sağlaması beklenmektedir. Ancak yapılan bu dört uygulamada öğrencilerin problemi anlama basamağında sorun yaşamaları, öğretmenlerin de bu sorun üzerinde yoğunlaşmalarına neden olmuştur. Öğretmenlerin modelleme basamaklarının gerçekleştirilmesi için yönlendirici herhangi bir müdahalelerinin olmadığı da tespit edilmiştir.

Çalışmada, matematiksel modelleme basamakları kısmen takip edilen uygulamada, öğrencilerin modelleme etkinliği ile ilk defa karşılaşmalarına rağmen hemen etkinlik ile çalışmaya başladıkları, problemi anlamada sorun yaşamadıkları gözlemlenmiştir. Bu etkinlik incelendiğinde, hiç veri olmamasına rağmen diğer etkinliklere göre istenilenin daha açık belirtildiği, öğrencilerin varsayımları ortaya çıkarmasını gerektirmeyecek tarzda etkinlik olduğu görülmektedir. Öğretmenin bu etkinliği seçmiş olması ilk defa modelleme etkinliği ile karşılaşan öğrencilerin hem ilgisini çekmiş hem de modelleme basamaklarını rahat gerçekleştirmelerine imkan sağlamıştır. Bu durum, öğretmenin görüşmesinde belirttiği bu etkinlik seçiminde hem öğrencilerinin ilgisini çekeceğini hem de kolayca etkinlik içine girebilecekleri düşüncesini desteklemektedir. Öğrenciler elde ettikleri verileri organize etmiş, değişkenleri karşılaştırmışlardır. Öğretmen öğrencilerini matematiksel model oluşturmaya yönlendirmiştir.

Matematiksel modelleme uygulamalarında grup üyelerinin maksimum derecede bağımsız çalışmasını sağlayan ve öğretmenin sürece minimum derecede katıldığı bir öğretim biçimi önerilmektedir (Blum & Borromeo-Ferri, 2009). Öğretmen öğrenci iletişimi bu açıdan değerlendirildiğinde, çalışmada uygulama yapan öğretmenlerden bazılarının öğrencilerin bağımsız çalışmasına özellikle özen gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, bu uygulamalardan bazılarında öğrenciler etkinliği anlayamamış ilk defa bu tarz etkinliklerle karşılaşan öğrenciler öğretmenlerinden de hiç yardım alamayınca çalışmada ne yapacaklarını bilmediklerinden sınırlı bir çalışma yürütmüşlerdir. Zawojewski, Lesh ve English (2003), modelleme etkinliği uygulamalarında öğrencilerin verilenler ile istenilen arasında bağ kurmalarını sağlayacak araştırmalarına öğretmenlerin yardımcı olması gerektiğini vurgulamışlardır. Aksine, bu öğretmenlerin öğrencilerin bağımsız çalışmasını maksimum seviyede tutmak adına öğrencilerinin etkinlikte nasıl ilerleyebileceklerini öğretici bir yardımlarının olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmadaki bazı öğretmenler ise, öğrencilerinin etkinliği anlayamamaları üzerine öğrencilerine bilgiyi direk aktardıkları, etkinliği anlatarak yönlendirici açıklamalarda buldukları gözlemlenmiştir. Bu öğretmenlerin öğrencileri, araştırma, bilgileri düzenleme, tartışma aşamalarını gerçekleştirememiş sadece öğretmenlerinin fikirleri, yönlendirmeleri doğrultusunda hesaplamalar yapmışlardır. Halbuki bu süreçte öğretmenler yönlendirici olmaktan çok danışman rolü üstlenmelidirler (Antonius, Haines, Jensen, Niss ve Burkhardt, 2007).

Matematiksel modelleme etkinlikleri uygulamalarında karşılaşılan en belirgin ve en genel sorun, öğrencilerin etkinlikleri anlayamaması ve ne yapacaklarını bilememeleri olarak ortaya çıkmıştır. Bu durumun en temel nedeni, öğrencilerin matematiksel modelleme

etkinlikleri ile ilk kez karşılaştıkları için bu tür etkinliklere alışkın olmaması olarak belirlenmiştir. Özturan- Sağırlı (2010) da, çalışmasında öğrencilerin bu tarz problemlerle ilk kez karşılaştığı için bu problemlere alışkın olmadıklarını ve bu nedenle sıkıntı yaşadıklarını belirtmiştir. Karacı (2016)'nın çalışmasındaki öğretmen adayları da matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilk kez karşılaştıklarını ve bu etkinliklerin uzun ve anlaşılmaz olduğunu ifade etmişlerdir. Sınıf seviyeleri ile etkinliklerin içerdiği kazanımlar incelendiğinde, etkinliğin anlaşılmasının öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük olmasından kaynaklanmadığı düşünülmektedir. Ayrıca, öğrenciler uygulamaya başladıktan sonra ihtiyaç duydukları bilgi konusunda eksiklik hissetme sonucunda değil, etkinliğin başında açık uçlu sorularla karşılaşınca ne yapacaklarını bilememeleri üzerine öğretmenlerine ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir.

Uygulamalarda sınıflarda oluşan gürültü, karşılaşılan diğer bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Gürültünün üç sebebi belirlenmiştir. Sınıflar kalabalık olup grup sayısı da fazla olduğundan gruplar kendi aralarında çalışmaya başladığında sınıfta aşırı gürültü olduğu gözlemlenmiştir. Korkmaz (2010)'ın çalışmasında da, öğretmen adayları grup çalışmasının sebep olduğu gürültüden şikayet etmişlerdir. Uygulama esnasında, sınıflarda oluşan gürültünün diğer iki sebebinin öğretmenlerin deneyim sahibi olmamalarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Çünkü etkinlikle ilgilenmek isteyen ancak etkinlikte ne yapacaklarını bilemeyen öğrencilerin sürecin başından itibaren öğretmenlerine ihtiyaç duymaları üzerine çoğu öğretmen her gruba tek tek yetişmeye çalışmış ancak öğretmen bir grupla ilgilenirken öğretmenin açıklamasını bekleyen diğer gruplarda aşırı gürültü olduğu görülmüştür. Gürültünün diğer bir nedeni ise, grupların etkinliği çabuk bitirmeleri olmuştur. Süreç boyunca öğretmeninden hiç destek alamayan öğrenciler etkinlik ile ciddi çalışmayı bırakarak ufak hesaplama sonuçlarını yorumlarken, öğretmenin sürekli bilgi veren konumda olduğu sınıflarda öğrencilere sadece hesaplama kalmıştır. Bu sınıflarda süreci erken sonlandıran gruplar boşta kaldıklarından sınıflarda aşırı gürültü olduğu gözlemlenmiştir.

Genel olarak bakıldığında öğrencilerin etkinliğe karşı ilgi duymalarına rağmen bu tarz etkinliklere alışkın olmamaları, sürecin nasıl ilerlemesi gerektiğini bilmemeleri, öğretmenlerin uygulamalardaki deneyimsizlikleri, grup çalışması ile ortaya çıkan sınıf içi gürültü, uygulamalarda sınıf yönetimini de zorlaştırmıştır. Deniz (2014) çalışmasında, öğretmenlerin sınıf yönetimini sağlamada zorluk yaşamalarının sebebinin bu çalışmanın sonuçlarına paralel olarak öğretmenlerin deneyimsizliklerine ve sınıflarda oluşan gürültüye bağladığı gibi bu

çalışmanın aksine öğrencilerin ilgisiz olmasını ve hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük olmasını da neden göstermiştir.

### **Öneriler**

Bu araştırmada, öğretmenlerin modelleme etkinliği oluşturma yeterliliğinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Etkinlik tasarlama da zorlanan ve oluşturmak istemeyen öğretmenler nedenini, daha önce kullandıkları problemlerden farklı olduğundan alışkın olmamaları, daha önce karşılaşmamaları ve okullarda kullandıkları kaynaklarda olmaması olarak göstermişlerdir. Öğretmenlerin bu tarz etkinliklerle karşılaşmasını sağlamak adına ders kitaplarında modelleme etkinliklerine yer verilebilir. Ayrıca, eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarına matematiksel modelleme dersi çerçevesinde modelleme etkinliği tasarlama eğitimi verilebilir. Böylelikle, mesleğe başladıklarında öğrencilerinin ilgilerine, özelliklerine ve seviyelerine uygun olarak etkinlik tasarlayabilmeleri öğretilmiş olacaktır.

Modelleme etkinlikleri, uygulamalarında sınıfların kalabalık olması ve grup sayısının fazla olması hem sınıflarda aşırı gürültü olmasına hem de öğretmenlerin her grup ile eşit şekilde ilgilenememesine veya etkinlikten uzaklaşan öğrencileri fark etmemesine neden olmuştur. Öğrencilerin ve öğretmenlerin bu tarz bir uygulamayı ilk defa gerçekleştirdiği dikkate alınarak, özellikle de deneyim sağlanana kadar modelleme etkinliği uygulamalarının az mevcutlu sınıflarda gerçekleştirilmesi önerilebilir. Kalabalık sınıflarda ise, öğrencilerin etkinlikler ile karşılaşmasını sağlamak amacıyla gruplar oluşturularak etkinlikler proje ödevi olarak verilebilir.

Modelleme etkinliklerinde; öğretmenin rehber olduğu, öğrenciler arası iletişim ve etkileşimin üst seviyede olduğu grup çalışmalarının yapıldığı, öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının hazırlanması önemlidir. Bu çalışmada, gerçekleştirilen tüm uygulamalarda öğretmenler grup çalışması yaptırmışlardır. Bununla birlikte, sınıf içi düzenin grup çalışmasına uygun olmaması öğrencilerin çalışmasını zorlaştırırken, grupların ders başladıktan sonra belirlenmiş olması da etkinliğe başlamayı geciktirmiştir. Bu durum, öğretmenlerin sınıfta modelleme etkinliği uygulamasına başlamadan önce hazırlık yapmalarının, hem öğrencilerin rahat çalışmaları hem de zaman kaybını önlemek açısından önemli olduğuna işaret etmektedir.

Matematik öğretmenlerinin hem kendi mevcut bilgi ve becerilerinin gelişimi hem de matematik eğitimi ile ilgili güncel bilgilere sahip olabilmeleri açısından matematik eğitiminde yüksek lisans yapmaları önemlidir. Bu çalışmadaki uygulamalarda sadece bir öğretmenin ön hazırlık aşamasında grup üyelerini belirlediği ve grup çalışmasına uygun olarak oturma

düzenini ayarladığı gözlemlenmiştir. Bu öğretmennin çalışma esnasında eğitim fakültesinde matematik eğitimi bölümünde yüksek lisans yapıyor olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Matematik öğretmenlerinin matematik eğitimi bölümünde yüksek lisansa yönlendirilmesi ve aynı zamanda yüksek lisans programlarında matematiksel modelleme derslerinin verilmesi öğretim programlarında ön planda olan matematiksel modelleme yöntemi ile ilgili öğretmenlerin detaylı bir donanıma sahip olmalarını da sağlayacaktır.

Öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesi için modelleme etkinliklerinin sınıf içinde etkili bir şekilde uygulanması önemlidir. Bu çalışma grubundaki öğretmenlerin uygulama yeterliliğine sahip olmadığı ortaya çıkmıştır. Hizmet içi eğitimlerle daha fazla öğretmene ulaşılarak öğretmenlerin matematiksel modelleme yöntemi ile ilgili bilgi sahibi olması ve bu yönetime yönelik etkinlik uygulamalarında gelişimleri sağlanabilir.

### Kaynakça

- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D. ve Işık, A. (2013) İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme ile İlgili 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.
- Bal, A.P. ve Doğanay, A. (2014) Sınıf Öğretmenliği Adaylarının Matematiksel Modelleme Sürecini Anlamalarını Geliştirmeye Yönelik Bir Eylem Araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1363-1384.
- Berry, J.S. & Houston, S.K. (1995) Mathematical modelling. Bristol: J.W. Arrowsmith Ltd.
- 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.
- Blum, W. & Leiß, D. (2007) How Do Students and Teachers Deal with Modelling Problems?. *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics*, Haines C, Galbraith P, Blum W and Khan S (Eds) (The 1st edi.), Horwood Publishing Limited, England, 222-231.
- Blum, W. & Borromeo-Ferri R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Borromeo-Ferri, R. (2014) Mathematical modeling – the teacher's responsibility. In B. Dickman & A. Sanfratello (Eds.), *Proceedings from the Teachers College Mathematical Modeling Oktoberfest* (pp. 26-31). New York: Teachers College Columbia University.
- Bukova-Güzel, E. (2016). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme*. (1.Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. (17.baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Creswell, J.W. (2013) *Nitel araştırma yöntemleri* (Çev. M. Bütün ve S. B. Demir). Ankara: Siyasal Kitabevi.



- Dede, A.T. ve Güzel, E.B. (2013) Matematik Öğretmenlerinin Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreçleri ve Etkinliklere Yönelik Görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 300-322.
- Deniz, D. (2014) Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Yöntemine Uygun Etkinlik Oluşturabilme Ve Uygulayabilme Yeterlikleri. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 278s.
- Doerr, H.M. (1997). Experiment, simulation and analysis: an integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal of Science Education*, 19, 265-282.
- Doruk, B.K. ve Umay, A. (2011) Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 124-135.
- Eraslan, A. (2012) İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Model Oluşturma Etkinlikleri Üzerinde Düşünme Süreçleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2953-2970.
- Erbaş, A.K., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., Aydoğan-Yenmez, A., Şen-Zeytun, A., Korkmaz, H., Kertil, M., Didiş, M.G., Baş, S. ve Şahin, Z. (2016) *Lise Matematik Konuları için Günlük Hayattan Modelleme Soruları*. Ankara: Ses Reklam Matbaacılık.
- Erbaş, A.K., Kertil, M., Çetinkaya, M., Çakıroğlu, B., Alacacı, C. ve Baş, S. (2014). Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Temel Kavramlar ve Farklı Yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1607-1627.
- Fox, L.J. (2006, July) *A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom*. Paper presented at the 9th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Canberra, Australia.
- Frejd, P. (2012) Teachers' Conceptions of Mathematical Modelling at Swedish Upper Secondary School. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1 (5): 17-40.
- Galbraith, P. (2012). Models of modeling: genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), 3-16.
- Genç, M. ve Karataş, İ. (2017) Problem Çözme Süreçlerinde Öğrencilerin Modelleme Seviyelerinin Belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 608-632.
- Hainess, C. & Crouch, R. (2010). Remarks on a modeling cycle and interpretation of behaviours. In R Lesh, P L Galbraith, C R Haines and A Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modelling competencies* (ICTMA 13) (pp. 145-154), New York: Springer.
- Kaiser, G. (2005). Mathematical modelling in School-examples and experiences. *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation*. Festband für Werner Blum, 99-108.
- Kaiser, G. & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modeling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38 (3), 302-310.
- Karacı, G. (2016) İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesine Yönelik Öğrenme Ortamlarının Hazırlanması ve Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 96s.
- Keskin, Ö. Ö. (2008) Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. *Yayınlanmamış doktora tezi*. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 220s.
- Korkmaz, E. (2010) İlköğretim Matematik ve Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modellemeye Yönelik Görüşleri ve Matematiksel Modelleme Yeterlilikleri. *Doktora Tezi*, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 232s.

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2011) Ortaöğretim Matematik Dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) Öğretim Programı, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013) Ortaöğretim Matematik Dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) Öğretim Programı, Ankara.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics: An Overview*. Reston: NCTM.
- 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.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Özdemir, G. ve Işık, A. (2015) Katı Cisimlerin Alan ve Hacimlerinin Matematiksel Modelleme Yöntemiyle Öğretimine Yönelik Öğretmen Görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1251-1276.
- Özturan Sağırılı, M. (2010). *Türev Konusunda Matematiksel Modelleme Yönteminin Ortaöğretim Öğrencilerinin Akademik Başarıları Ve Öz Düzenleme Becerilerine Etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Eğitim Enstitüsü, Erzurum.
- Sağırlı, M. Ö., Kırmacı, U. ve Bulut, S. (2010) Türev Konusunda Uygulanan Matematiksel Modelleme Yönteminin Ortaöğretim Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Öz Düzenleme Becerilerine Etkisi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 221-247.
- Sandalcı, Y. (2013) Matematiksel Modelleme ile Cebir Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Matematiği Günlük Yaşama İlişkilendirmeye Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize, 166s.
- Steen, L. A. & Forman, L. S. (2001) *Why Math? Applications in Science, Engineering and Technological Programs*. Research Brief, American Association of Community Colleges.
- Stillman, G. (2012) Applications and modelling research in secondary classrooms: What have we learnt? *12th International Congress On Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea. [http://www.icme12.org/upload/submission/1923\\_f.pdf](http://www.icme12.org/upload/submission/1923_f.pdf) adresinden, 02 Ağustos 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Tuna, A., Biber, A. Ç. ve Yurt, N. (2013) Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerileri. *GEFAD*, 33(1), 129-146.
- Voskoglou, M. G. (2006) The use of mathematical modeling as a tool for learning mathematical. *Quaderni di Ricerca in Didattica*, 16.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th Ed.). Applied Social Research Series, Vol. 5, Sage Publications.
- Yükseköğretim Kurulu [YÖK] (2018a) İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı, Ankara.
- Yükseköğretim Kurulu [YÖK] (2018b) Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı, Ankara.
- Zawojewski, J. S., Lesh, R. & English, L. D. (2003) A models and modelling perspective on the role of small group learning. In R. A. Lesh and H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modelling perspective on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Zbiek, R. M. & Conner, A. (2006) Beyond Motivation: Exploring Mathematical Modeling as a Context for Deepening Students' Understandings of Curricular Mathematics, *Educational Studies in Mathematics*, 63, 89-112. Doi:10.1007/s10649-005-9002-4.