

## Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Öğretim Yeterliklerinin Geliştirilmesi: Bir Öğretim Deneyi

*Mustafa Obay<sup>1</sup>, Cahit Pesen<sup>2</sup>, Halil Coşkun Çelik<sup>3</sup>*

**Özet:** Bu araştırmanın amacı, matematiksel modelleme öğretim modeli esas alınarak gerçekleştirilen öğretim deneyiyle öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretim yeterliklerini geliştirmek ve öğretim modeli sürecine ilişkin düşüncelerini tespit etmektir. Araştırmanın diğer bir amacı, gerçekleştirilen öğretim deneyinin öğretmenlerin matematik öğretim yaklaşımlarına etkisini belirlemektir. Nitel araştırma yöntemlerinden fenomenolojik desende tasarlanan bu çalışma, bir devlet üniversitesinin fen bilimleri enstitüsü yüksek lisans programlarından matematik eğitimi anabilim dalında öğrenim gören 10 matematik öğretmeni üzerinde yürütülmüştür. “Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme” dersi kapsamında gerçekleştirilen öğretim deneyindeki katılımcılara dört eylem uygulanmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan yarı yapılandırılmış görüşme formuyla katılımcıların eylemlere ilişkin görüşleri toplanmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda, öğretim deneyinin öğretmenlerin modellemeye ilişkin bilinçli ve sistematik bir yaklaşım kazanmasına, günlük yaşamı yorumlamada farklı bakış açısının gelişmesine, çok önemli bir beceri olan matematikselleştirme ve problem çözme becerisinin gelişmesine katkı sağladığı, diğer bir deyişle, öğretim deneyinin etkili pedagoji bilgi tabanının geliştirilmesi için gerekli fırsatı sunduğu söylenebilir. Matematiksel modelleme uygulamalarında öğretmenlerin daha çok deneyim kazanmaları için lisans programında yer verilen alan eğitimi derslerinde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulamalarına daha çok yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Matematiksel Modelleme, Matematik Eğitimi, Öğretmen Öğretim Yeterlikleri, Öğretim Deneyi.

**Geliş Tarihi:** 14.09.2020 – **Kabul Tarihi:** 15.06.2021 – **Yayın Tarihi:** 30.06.2021

**DOI:** 10.29329/mjer.2020.367.9

## DEVELOPMENT OF TEACHERS' MATHEMATICAL MODELING TEACHING COMPETENCIES: A TEACHING EXPERIMENT

**Abstract:** The aim of this study is to improve the mathematical modeling teaching competencies of teachers and to determine their thoughts on the teaching model process with the teaching experiment based on the mathematical modeling teaching model. At the same time, the effect of the teaching experiment on teachers'

<sup>1</sup> **Mustafa Obay**, Assist. Prof. Dr., Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Siirt Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0002-2537-9438

<sup>2</sup> **Cahit Pesen**, Prof. Dr., Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Siirt Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0001-9071-2770

<sup>3</sup> **Halil Coşkun Çelik**, Assoc. Prof., Department of Mathematics and Science Education, Siirt University Education Faculty, ORCID: 0000-0003-0056-5338

**Correspondence:** hcoskun.celik@gmail.com

mathematical teaching approaches was evaluated. This study was designed in the phenomenological pattern, one of the qualitative research methods, and was conducted on 10 mathematics teachers studying at the institute of science, graduate program, mathematics education department of a state university. Four actions were implemented within the scope of the "Mathematical Modeling in Mathematics Education" course. Participants' views on actions were collected using the semi-structured interview form developed by the researchers. The obtained data were analyzed by content analysis method. As a result of the research, the teaching experiment contributed to teachers' gaining a conscious and systematic approach to modeling, the development of a different perspective in interpreting daily life, and the advancement of the very important skill of mathematization and problem solving. In other words, it can be said that the teaching experiment offers the necessary opportunity for the development of effective pedagogy knowledge base. In order for teachers to gain more experience in mathematical modeling applications, it is thought that the applications of mathematical modeling activities should be included more in the field education courses included in the undergraduate program.

**Keywords:** Mathematical Modeling, Mathematics Education, Teacher Teaching Competencies, Teaching Experiment.

## GİRİŞ

Model öğrencilerin zihinlerindeki problem durumunu somutlayan, genelleyen zihinsel şemalar olarak tanımlanır (Türker-Biber & Yetkin-Özdemir, 2015). Bilimsel araştırmada bir model genellikle bir nesneyi, bir olguyu veya bir fikri temsil etmekle eşittir. Dolayısıyla modeller, gerçekçi bağlam ve matematik arasında aracılık eder ve matematiksel bir analiz için temel ilişkileri matematiğe çevirmeye yardımcı olurlar (Dindyal, 2010). Matematiksel bir model, gerçek dünyadaki bazı sorunların niteliksel ve/veya niceliksel anlayışını elde etmek ve gelecekteki davranışları tahmin etmek için kullanılan bir sistemi veya senaryoyu temsil eder (Bliss, Fowler & Galluzzo, 2014). Matematiksel bir model, gerçek yaşam durumunun matematiksel bir açıklamasıdır (Banerjee, 2014). Matematiksel modeller bireylerin karşılaştığı problemleri matematiksel olarak yorumlayabilmeleri için ihtiyaç duyulan kavramsal araçlardır (Arseven, 2019). Matematiksel modeller, matematiksel yöntemlerin uygulanmasını sağlayan gerçek dünyanın özel bir gösterimidir; ancak, gerçek bir problemin matematiksel yöntemlerle işlenmesi sınırlıdır, çünkü gerçekliğin karmaşıklığı tamamen matematiksel bir modele aktarılamaz- bu genellikle istenmez bile- model üretmenin diğer bir nedeni, gerçek verilerin yönetilebilir bir şekilde işlenmesidir (Greefrath & Vorhölter, 2016). Gerçek model matematize edilmeli, yani verileri, kavramları, ilişkileri, koşulları ve varsayımları matematiğe çevrilmelidir. Böylece orijinal durumun matematiksel bir modeli ortaya çıkar; böyle bir model esasen orijinal durumun veya gerçek modelin "temel öğelerine" karşılık gelen bazı matematiksel nesnelere ve yine bu "temel elemanlar" arasındaki ilişkilere karşılık gelen bu nesnelere arasındaki belirli ilişkilerden oluşur (Blum & Niss, 1991).

Matematik "gerçek dünya durumlarına, problemlerine modelleme yoluyla çözümler üreten sistematik bir düşünme yoludur" (Arseven, 2019). Herhangi bir durumun özelliklerini formül, eşitlik,

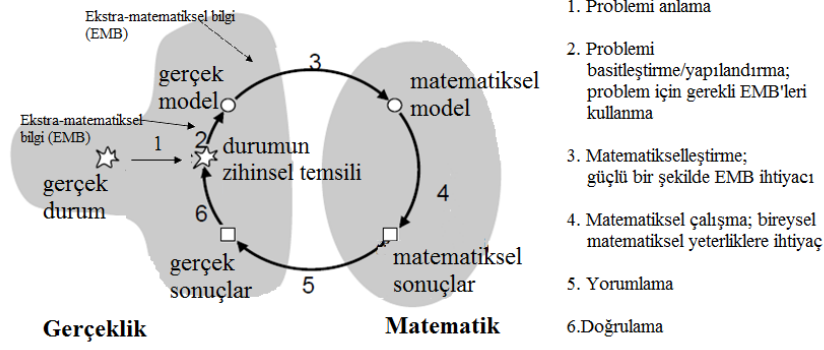
grafik, tablo ve şekil gibi matematiksel bir form ile ifade etmeye matematiksel model, bu modeli geliştirmek için uygulanan sürece ve problemin çözümünün yorumlanması sürecine matematiksel modelleme denir (Çiltaş, 2011). Bu bağlamda “model” matematiksel bir süreç, işlem ve düşüncelerin sonucunda ortaya çıkan ürün, “matematiksel modelleme” ise bir problemin, bir durumun matematiksel olarak sembollerle, farklı gösterimlerle modelini oluşturma sürecidir (Türker-Biber & Yetkin-Özdemir, 2015). Matematiksel modellemeye ilişkin verilen tanımların birçok ülkede uygulanan farklı eğitim yaklaşımlarından kaynaklandığı, ancak, matematiksel modellemenin gerçeklik ile matematik arasında ileri geri geçişi içeren bir etkinlik olarak tanımlanabileceği konusunda güçlü bir fikir birliğinin olduğu, çünkü bunun matematiksel modellemenin temel özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Borromeo-Ferri, 2018). Modelleme, bir gerçeklik parçasının özünü yakalamak için bir model oluşturma ve ardından modeli, gerçeklik parçası ile ilgili bazı sonuçlara varmak için manipüle etme ihtiyacı olduğunda söz konusudur (Dindyal, 2010). Matematiksel modelleme, çoğu zaman gerçek dünya fenomenleriyle/olgularıyla uğraşmak için matematiği kullanan çok aşamalı veya döngüsel bir problem çözme süreci olarak algılanır (Ärlebäck, 2009). Ayrıca matematiksel modelleme, belirsiz bir durumla karşılaşmak, onu problem olarak düşünmek, çözmek ve durumu dönüştürmek için araştırma, muhakeme ve matematiksel yapılar kullanma sürecidir (Blum, Galbraith, Henn & Niss, 2007). Erbaş ve diğerleri (2014) matematiksel modellemeyi matematik dışındaki diğer disiplinlerin ilgi alanında olan, eğitimin her seviyesinde gerçek yaşamla ilişkili, açık-uçlu ve uygulamalı problem çözme süreçlerini içeren genel bir kavram olarak belirtmişlerdir. Buna göre matematiksel modelleme gerçek hayat durumunun matematiksel süreçlerle çözüme kavuşturulması olarak düşünülebilir. Modelleme süreci sadece basitleştirilmiş bir sonuç vermez, aynı zamanda bu süreç önceden var olan gerçekliğin bir kısmının gerçek görüntüsünü yansıtır, aksine matematiksel modelleme problem çözümlerinin bilgilerine, niyetlerine ve ilgi alanlarına bağlı olarak bir gerçeklik parçası oluşturur (Blum & Niss, 1991). Edwards ve Hamson (2001) matematiksel modellemeyi tek başına veya küçük bir grupta çalışarak öğrenilebilecek aktif bir arayış olarak görmektedir. Küçük gruplarda çalışarak öğrenmeden kasıt işbirlikli öğrenmedir. İşbirliğine dayalı öğrenmede, gruptaki her öğrenci görüşlerini paylaşmaktan ve matematik problemini çözmek için birlikte çalışmaktan sorumludur (Chan & Idris, 2017). İşbirlikli öğrenme bu çalışmanın diğer bir odağını oluşturmaktadır.

Modelleme alanındaki güncel gelişmeler dikkate alındığında modellemeye ilişkin çeşitli teorik perspektiflerin ortaya çıktığı görülmektedir (Kaiser & Sriraman, 2006; Borromeo-Ferri vd., 2011; Bukova-Güzel, 2016). Bunun nedeni felsefi yaklaşımlardaki çeşitlilikten etkilenen araştırmacıların modellemenin eğitimde kullanımına ilişkin farklı perspektiflere sahip olmasıdır (Bukova-Güzel, 2016). Bu perspektifler; a) Gerçekçi veya uygulamalı modelleme, b) Eğitimsel modelleme, c) Epistemolojik veya teorik modelleme, d) Sosyo-eleştirel modelleme, e) “Model oluşturma etkinlikleri” yaklaşımı ve f) Bilişsel ve duyuşsal modelleme (Kaiser & Sriraman, 2006; Borromeo-Ferri vd., 2011) şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmadaki her bir perspektif matematiksel modellemenin farklı

bir yönünü ortaya koyar (Arseven, 2019). Söz konusu perspektifler; temel felsefelerine, hedeflerine, konu alanlarına ve eğitime bakış açılarına göre birbirlerinden farklılık gösterebilir de birçok noktada ve düşüncede birbirlerini destekleyici, önemli roller üstlenmektedirler (Hıdıroğlu & Hıdıroğlu, 2016). Bu çalışmada öğrenme süreçlerinin yapılandırılması ve matematiksel kavramların tanıtılmasına yoğunlaşmak istendiğinden eğitimsel modelleme perspektifi odak noktası seçilmiştir. Eğitimsel modelleme perspektifi öğretimsel (didaktik) ve kavramsal modelleme adı altında iki alt modelleme perspektifine odaklanır (Bukova-Güzel, 2016; Borromeo-Ferri, 2018). Bu perspektifte keşfedilmesi ya da geliştirilmesi gereken matematiksel kavramların uygun modelleme problemleriyle ilişkilendirilmesi sağlanır (Bukova-Güzel, 2016).

Modellemede temel amaç model veya modeller oluşturmak değil, modeller sayesinde bir duruma veya olaya açıklık getirmektir (Bukova-Güzel, 2016). Modelleme ile uğraşırken öğrencilerin matematik yapma yeterlikleri gelişmelidir; bu yeterlikler, modellenen fenomenlerin günlük bilgilerini kullanma; modelleme sürecinin kendisinin gerçekleştirilmesi, matematiksel modellerin doğrulanması; matematiksel modelleri yansıtmak ve eleştirmek, matematiksel modelleri tanımlamak, açıklamak ve başka şekilde anlatmaktır (Lingefjård, 2006). Tüm modelleme süreci genellikle bir döngü olarak temsil edilir (Greefrath & Vorhölter, 2016). Modelleme döngüsünün her zaman tam olarak tamamlanması veya birkaç kez tekrarlanması gerekmez (Greefrath & Vorhölter, 2016). Diğer bir deyişle, modelleme döngüsünde izlenen aşamalar için katı bir kural bulunmamakla birlikte, bireyin matematik bilgisi, matematiğı kullanma becerisi ya da mevcut problemin yapısı ve özellikleri modelleme döngüsünün farklılaşmasına neden olabilir (Mumcu & Baki, 2017). Döngüler, modellemeyle ilgili çeşitli bakış açılarına ve bazı durumlarda kullanılan problemlerin karmaşık olup olmamasına-zorluk derecesine-bağlıdır (Borromeo-Ferri, 2018).

Modelleme döngüsü, öğretmen eğitimi ve öğretiminin merkezi bir parçası olmalı ve okulda kullanılan modelleme etkinlikleri ile bütünleşmelidir. Modelleme döngüsü, modelleme süreçlerini karakterize eden sadece teorik bir model değildir, aynı zamanda öğrenciler için çok amaçlı (meta) bir öğrenme aracı ve öğretmenler için bir tanı aracıdır (Borromeo-Ferri, 2018). Matematiksel modelleme döngüleri matematiksel modellemenin en önemli yapı taşlarıdır (Çakmak-Gürel, 2018). Matematik öğretiminde modelleme süreçlerini ve amaçlarını tanımlamak için birçok farklı modelleme döngüleri geliştirilmiştir (Blum, 1985; Borromeo-Ferri, 2018; Greefrath & Vorhölter, 2016; Maaß, 2006). Modelleme döngülerinin gerçek durum (modelleme durumu), durumun zihinsel temsili (durum modeli), gerçek model, matematiksel model, matematiksel sonuç ve gerçek sonuç aşamalarını (Bkz. Şekil 1) içerdiği fakat durum modeli ve gerçek model aşamalarına göre farklılaştığı görülmüştür (Çakmak-Gürel, 2018). Bu çalışmamızda Borromeo-Ferri'nin (2006) modelleme döngüsü dikkate alınmıştır. Bu döngüde matematiksel modelleme sürecinin ilk basamağının problemi anlamak olduğu görülmektedir. Gerçek modelden matematiksel modele geçişte ekstra-matematiksel bilginin kullanımı ilk defa bu döngüde ortaya konmuştur (Çakmak-Gürel, 2018).



Şekil 1. Borromeo Ferri'nin (2006) modelleme döngüsü

Matematiksel modelleme altı genel matematiksel yeterlilikten biridir (Greefrath & Vorhölter, 2016). Yeterlik bir problem durumunda belirli eylemleri gerçekleştirme kabiliyetidir. Diğer yandan matematiksel yeterlik belirli bir durumun belirli bir tür matematiksel zorluğuna cevap olarak hareket etmek için içgüdüsel hazır olma yeterliğidir (Blomhøj & Jensen, 2006). Matematiksel modelleme yeterliği ise verilen gerçek dünyadaki ilgili problemleri, değişkenleri, ilişkileri veya varsayımları belirleme, matematiğe çevirme ve yorumlama, yapılan varsayımları inceleyerek verilen modelleri analiz etme, karşılaştırma, özelliklerini ve kapsamını kontrol etme yeteneğidir (Niss, Blum & Galbraith, 2007). Bu noktada Ural (2018) gerçek yaşam problemlerini oluşturabilmenin bir matematiksel modelleme yeterliği olarak düşünülmesi gerektiğine dikkat çekmiştir.

Modellerin kullanımı ve modelleme süreci matematiğin öğrenilmesinde önemli görülmektedir (Dindyal, 2010). Matematik öğretimine modellemenin entegrasyonu ile öğrenciler öğrendikleri bilgileri gerçek yaşamda kullanma ve uygulama şansı yakalar (Bukova-Güzel & Özaltun-Çelik, 2019). Modelleme yoluyla matematiği öğretmek, pedagoji hakkındaki mevcut düşüncelerimize önemli zorluklar getirmektedir. Böyle bir öğretille meşgul olduğunda, öğretmenlerin öğrenci düşüncesinde önemli bir çeşitlilik ile karşılaşması muhtemeldir (Blum vd., 2007). Bu, öğretmenlerden öğrencileri dinleme, faydalı sunumlarla cevap verme, beklenmedik yaklaşımları duyma ve diğer matematiksel fikirlerle bağlantı kurma konusunda yeni talepler getirir. Matematik öğretmeye yönelik modelleme yaklaşımı, öğretmenlerin ve öğrencilerin olağan rollerinde büyük bir tersine dönüş gerektirir (Blum vd., 2007). Öğrencilerin kendi fikirleri hakkında daha fazla değerlendirme yapması ve öğretmenlerin bu değerlendirmenin verimli bir şekilde gerçekleşebileceği fırsatlar yaratması gerekir; bu yeni rolleri üstlenmede öğretmenlerin hazırlanmasında ve geliştirilmesinde güncel araştırmalar sınırlıdır. Bu alandaki uluslararası araştırmalar, matematiği uygulamalar ve modelleme yoluyla öğretirken etkili pedagoji bilgi tabanının geliştirilmesi için gerekli tutarlılığı sağlayabilir (Blum, vd., 2007). Modelleme ve uygulamalar yoluyla matematiği öğretmek için gerekli olan bilginin doğasını ve gelişimini kavramsallaştırmanın başlangıç noktası, öğretimin öncelikle karmaşık modellerin yaratılması ve iyileştirilmesi veya öğretme görevlerini yorumlama yöntemleri ile ilgilidir (Blum vd., 2007). Bu görevler şunlardır; öğrenciler için uygun modelleme uygulamalarının seçilmesini, öğrencilerin modellerinin birkaç ders süresince veya birkaç uygulamada nasıl gelişebileceğini bilmek, bu gelişmeyi

ilerletebilecek etkinlikleri ve müfredat materyallerini seçmek, öğrencileri modellerinin eleştirel değerlendirmesine dâhil etmek için stratejiler geliştirmektir.

Öğretmenler matematiksel modellemeyi başarılı bir şekilde matematik derslerine uygulamada ve öğrencilerin modelleme yeterliliklerini geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır (Greefrath & Vorhölter, 2016). Matematiksel modelleme eğitiminin okullarda ve öğretmen eğitiminde etkili bir şekilde yer almamasının önündeki engellerden biri mesleki gelişim yetersizliğidir (Ural, 2018). Ülkemizde, matematiksel modelleme süreci ile ilgili matematik öğretmen adayları üzerinde yapılan araştırmada matematiksel modelleme sürecinde öğretmen adaylarının güçlükler yaşadığı ve bunu yapılan görüşmelerde dile getirdikleri saptanmıştır. Öğretmen adayları modellemenin karmaşık ve uzun süren bir süreç olduğu halde bu süreci yaşamaktan keyif aldıklarını ve matematiğin günlük yaşamdaki önemini farkına vardıklarını belirtmişlerdir (Korkmaz, 2010). Deniz (2014) tarafından yapılan araştırmanın bulgularında, öğretmenlerin oluşturdukları Model Oluşturma Etkinliğinin tümünün gerçeklik ve model genelleme prensiplerine tamamen uygun, öz-değerlendirme prensibine ise bir ölçüde uygun olduğu görülürken, etkili prototip prensibine uygunluğu incelenmemiştir. Ayrıca bazı etkinliklerin model oluşturma prensibine ve yapı belgelendirme prensibine bir ölçüde uygun olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin bu etkinlikleri uygulama süreçleri gözlemlendiğinde modelleme basamaklarından modeli gerçek yaşamda yorumlama basamağında eksikliklerin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenler matematiksel modelleme etkinliklerinin kalıplaşmış olmadığını, muhakeme yapmayı geliştirdiğini ve matematiğin günlük yaşamdaki kullanılabilirliğinin daha iyi anlaşılmasını sağladığını ve bazıları matematiksel modelleme etkinliklerini derslerde kullanmayacaklarını veya öğrenci seviyelerinin iyi olması durumuna göre kullanabileceklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler ise matematiksel modelleme etkinliklerinin eğlenceli olduğunu, yoruma dayalı, kalıcı öğrenmeyi ve matematiğin gerçek yaşamdaki kullanılabilirliğinin anlaşılmasını sağladığını ifade etmişlerdir. Ayrıca derslerinde bu etkinliklere yer verilmesini istediklerini belirtmişlerdir. Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık (2013) çalışmalarında, ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme konusundaki bilgilerinin yeterli olmadığını, ayrıca model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarını karıştırdıkları ve derslerinde matematiksel modellemeye çok yer vermedikleri sonucuna ulaşmışlardır.

Matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin yaşadıkları acemilik kadar öğretmenlerin öğretim ile ilgili yaşadıkları acemilik de önemli sorunlar yaratabilmektedir. Okul matematiğinde öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirebilmek için öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretim yeterliklerinin geliştirilmesinin, diğer bir deyişle, matematiksel modelleme etkinliklerini hazırlayabilme, uygulayabilme ve değerlendirebilme yeterliklerinin geliştirilmesinin öğretmen eğitimi açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultudaki öğretmen eğitimi, matematik öğretimine matematiksel modellemenin entegre edilmesine katkı sağlayacaktır. Matematiksel modelleme öğretim yeterliklerinin gelişimi için sadece modelleme sürecine ilişkin teorik

bilginin verilmesi yeterli değildir. Nitekim Bukava-Güzel (2018), öğretmenlerin modelleme etkinliğini hazırlama, hazırlanan etkinliği uygulama ve etkinlik uygulamasını değerlendirme becerisine sahip olması gerektiğine dikkat çekmiştir. Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme öğretim yeterliğine ulaşmaları sağlandığında öğrencilerin matematiği daha anlamlı ve kolay öğrenmelerine yardımcı olunması beklenmektedir.

Öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretim yeterliklerinin geliştirilmesi için literatürde çeşitli öğretim modellerine yer verilmektedir. Borromeo-Ferri'ye (2014) ait matematiksel modelleme öğretim modelinde öğretmenlerin sahip olması gereken; 1) Teorik bilgi, 2) Modelleme etkinliği, 3) Öğretim ve 4) Tanı, şeklindeki dört boyuttan bahsedilmektedir. Öğretim modelinin teorik bilgi boyutu; öğretmenin matematiksel modelleme, matematiksel modelleme süreçleri ve perspektifleri gibi birçok teorik bilgiyi bilmesini gerektirir. Modelleme etkinliği boyutu; öğretmenin amaca uygun bir şekilde matematiksel modelleme etkinliğini seçme ve geliştirebilme becerisine sahip olmasını içerir. Öğretim boyutu; öğretmenin geliştirdiği modelleme etkinliklerini matematik dersinde uygulayabilme ve öğrencilere süreç içinde rehberlik etme becerisine sahip olmasını gerektirir. Tanı boyutu ise, öğretmenin modelleme sürecinde öğrencinin gerçekleştirdiği işlemleri ve yaşanan zorlukları değerlendirebilme becerisine sahip olmayı içerir (Bukova-Güzel, 2018).

Araştırmanın amacı, matematiksel modelleme öğretim modeli (Borromeo-Ferri, 2006) kullanılarak gerçekleştirilen öğretim deneyiyle katılımcı öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretim yeterliklerini geliştirmek ve öğretim modeli boyutlarında yaşanan zorluklara ilişkin düşüncelerini tespit etmektir. Araştırmanın diğer bir amacı, öğretim deneyinin öğretmenlerin matematik eğitimi anlayışlarına etkisini belirlemeye çalışmaktır.

## YÖNTEM

### Araştırma Modeli

Bu araştırma, öğretmenlerin matematiksel modellemeye, matematiksel modelleme uygulamalarına, uygulamada gözlemledikleri zorluklara ve matematik eğitimi anlayışlarına etkisine ilişkin önemli ipuçları içermektedir. Mevcut araştırma öğretmenlerin matematiksel modelleme ve modelleme etkinliklerini uygulamaya ilişkin düşüncelerinin daha iyi anlaşılmasına odaklanıldığından fenomenolojik desende tasarlanmıştır. Fenomenolojik desende yürütülen araştırmalarda veri kaynakları araştırmanın odaklandığı olguyu yaşayan ve bu olguyu dışa vurabilecek veya yansıtabilecek bireyler ya da gruplardır.

### Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2019-2020 öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinin fen bilimleri enstitüsü matematik eğitimi anabilim dalında lisansüstü öğrenim gören 6 erkek, 4 kadın olmak üzere toplam 10 gönüllü matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Öğretmenlerden 8'i ortaokulda 2'si ise lisede görev yapmaktadır. Öğretmenlerden sadece biri lisans programında matematiksel

modelleme ile ilgili ders almıştır. Geriye kalan diğer öğretmenler matematiksel modelleme ile ilgili bilgileri ilk defa lisansüstü programda okutulan Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme dersi ile almışlardır. Öğretmenlerin en az beş yıllık bir öğretmenlik deneyimi vardır. Matematiksel modelleme etkinliklerinde işbirlikli öğrenme esas olduğundan katılımcı öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili teorik bilgileri öğrenmelerinde ve matematiksel modelleme etkinliklerini hazırlama, uygulama ve değerlendirme süreçlerinde işbirliği yapabilmeleri için 3-4'er kişilik üç gruba ayrılmışlardır.

### **Veri Toplama Aracı ve Süreci**

Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu ve öğretim deneyi sırasında oluşturulan gözlemci notları kullanılmıştır. Görüşme kayıtları ve öğretim deneyi sırasında oluşturulan gözlemci notları içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Görüşme formunun amacı matematiksel modellemeye ve matematiksel modelleme etkinlik uygulamalarına ilişkin öğretmen görüşlerinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesidir. Formun geliştirilmesi sürecinde kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve çalışmanın amacına uygun 14 soruluk bir taslak form hazırlanmıştır. Taslak formdaki soruların öğretmenler tarafından anlaşılabilir, cevaplanabilir olmasına ve yönlendirici ifadeler bulundurmamasına dikkat edilmiştir. Yapı geçerliği için ilgili form matematik eğitimi ve nitel araştırma konularında uzman olan iki akademisyenin görüşüne sunulmuştur. Uzman görüşlerinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanan uzman değerlendirme formunda her soru için “uygun”, “kısmen uygun” ve “uygun değil” kategorilerine yer verilmiştir. Gelen dönütler doğrultusunda çalışmanın amacına uygun olmayan üç soru formdan çıkarılmıştır. Yapılan bu düzenleme sonrasında görüşme formu tekrar düzenlenmiş ve uzmanların görüşüne sunulurken formun çalışmaya uygunluğu hakkında olur alınmıştır. Daha sonra form pilot çalışmayla araştırma kapsamı dışındaki dört matematik öğretmenine uygulanmıştır. Bu süreçte dilbilgisi ve anlaşılrlık açısından uygun olmayan sorular düzeltilmiş ve 8 adet açık uçlu sorudan oluşan nihai yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturulmuştur. Görüşme formundaki sorular, öğretmen yeterliğini geliştirmek için önerilen öğretim modelinin teorik boyutu (2 soru), etkinlik hazırlama boyutu (1 soru), öğretim boyutu (1 soru) ve tanı boyutu (1 soru) ile öğretim deneyinin genel değerlendirilmesi (3 soru) ile ilgilidir. Görüşme formu öğretim deneyinin sonunda dersi yürüten araştırmacı tarafından öğretmenlere uygulanmıştır.

“Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme” dersi kapsamında 15 hafta süren öğretim deneyinde dört eylem gerçekleştirilmiştir. Birinci eylemde (10 hafta), matematiksel modellemeye ilişkin teorik bilgi katılımcılara kazandırılarak çalışmada temel alınan öğretim modelinin “teorik” boyutu gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda matematiksel modelleme ile ilgili yerli ve yabancı literatürün değerlendirildiği ders anlatımları gerçekleştirilmiştir. İkinci eylemde (2 hafta), katılımcı öğretmen gruplarından ortaokul matematik ders konularına uygun matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlamaları sağlanarak öğretim modelinin “etkinlik hazırlama” boyutu gerçekleştirilmiştir.



Hazırlanan etkinlikler Ders Planı Değerlendirme Ölçeği (Özdemir, 2014) kullanılarak değerlendirilmiştir. Öğretmen grupların hazırladığı etkinlikler sınıf düzeyi, amaç, kazanımlar, modelleme döngüsü ve perspektifi dikkate alınarak değerlendirilmiş ve eksikliklerin giderilmesi sağlanmıştır. Üçüncü eylemde (3 hafta), hazırlanan etkinlikleri ortaokul matematik derslerinde öğretmenlerin uygulaması sağlanarak öğretim modelinin “öğretim” boyutu gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin etkinlik uygulamalarında işbirlikli öğrenmenin gerçekleşmesi için öğrenciler heterojen gruplara ayrılmışlardır. Etkinlikler öğretmenler tarafından video kaydına alınmış ve gözlem notları tutulmuştur. Öğretim modelinin “tanı” boyutu için dördüncü eylemde, öğretmenlerin uyguladıkları öğretim sürecinde öğrenci kazanımlarına ilişkin değerlendirme yapması istenmiştir. İşbirliği yapan öğrenci gruplarının modelleme etkinliklerini değerlendirmek için “Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Ölçeği” (Özdemir, 2014) kullanılması sağlanmıştır. Bu ölçekte problemi anlama, problemi basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama, doğrulama, raporlaştırma ölçütleri dikkate alınmıştır. Ders anlatıcısı öğretmenler etkinlik uygulamalarında anlık dönütlerle öğrencilere rehberlik etmişlerdir.

Ders işleniş ve uygulama süreci bittikten sonra veri toplama aracı olan açık uçlu soru formu katılımcılara sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar öncelikle ders işleniş sürecine katılmayan araştırmacılardan biri tarafından literatür göz önüne alınarak kodlanmıştır. Daha sonra bu kodlamaya uygun kategorilere ayrılmıştır. İkinci aşamada, elde edilen kodlar ve kategoriler araştırmayı yürüten diğer iki araştırmacıya sunulmuş ve bu iki araştırmacının görüşleri çapraz olarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada kodlar ve temalar arasında uygunluk %89 bulunmuştur. Araştırma kapsamında yanlılığı önlemek için dersi yürüten araştırmacı aktif olarak kodlamaya dahil edilmemiş olup, ortaya çıkan kategorilerin sürece uygunluğunu değerlendirmesi istenmiştir. Araştırma sürecinde dersi yürüten araştırmacının yapmış olduğu informal gözlemler ile veri analizi arasında kayda değer bir uyumsuzluk görülmemiştir.

### **Verilerin Analizi**

Çalışmadan elde edilen verilerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi, elde edilen ham verilerin anlamlandırılarak belirli bir çerçeve oluşturulması ve beliren durum netlik kazandıktan sonra veriler düzenlenerek kod ve kategorilerin ortaya çıkarılması suretiyle somutlaşmasını sağlamaktadır (Patton, 2002).

### **BULGULAR**

Çalışmada uygulanan öğretim deneyinin birinci eyleminde matematiksel modellemeye ilişkin teorik bilgiler kazandırılmaya çalışıldığından yarı yapılandırılmış görüşme formu ile matematiksel modellemeye ilişkin katılımcı öğretmenlerin görüşleri alınmaya çalışılmıştır. Matematiksel modellemeye ilişkin öğretmenlerin görüşlerinden elde edilen bulgulara Tablo 1’de yer verilmiştir. Tablo 1’de görüldüğü gibi modellemeye ilişkin öğretmenlerin benimsedikleri amaç matematiğin

günlük yaşamla ilişkilendirilmesidir. Benimsenen bu amacın “gerçek yaşam problemlerinin matematiksel dünyaya transferi” ve “zihinsel temsillerle gerçek nesnel arasındaki ilişki” gibi iki nedene bağlandığı görülmektedir. Öğretmenlerin bu iki nedene yönelik amaçlarını “Yaklaşımlar” sütununda görmek mümkündür. Buradaki yaklaşımların tamamının matematik eğitimi açısından önemli bulgular olduğu görülmektedir. Bunlardan bazılarını şu şekilde açıklayabiliriz:

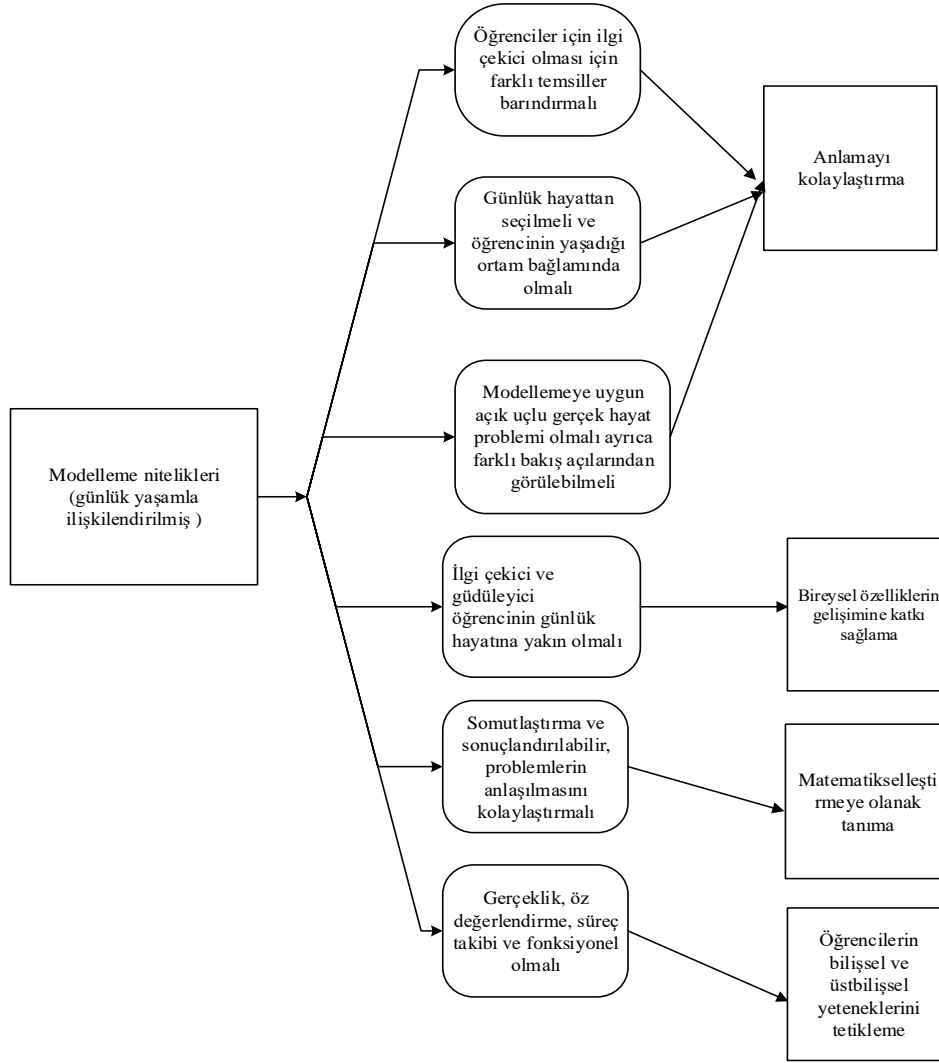
**Tablo 1.** Matematiksel Modellemeye İlişkin Bulgular

Modellemede Amaç	Gerekçe	Yaklaşımlar
Günlük yaşamla ilişkilendirme	Gerçek yaşam problemlerinin matematiksel dünyaya transferini sağlama	Tekrar gerçek dünyada yorumlama Matematiksel modelleme sürecinde farklı şekillerde yorumlama Problemi iyi temsil etme Problemlere matematiksel çözüm getirme Problemleri anlaşılır bir hale getirme Bir durumu açıklama
	Zihinsel temsillerle gerçek nesnel arasındaki ilişkiyi kurma	Matematiksel kavramların keşfi Matematiksel bir dil kullanma ve basitleştirme Matematikle ilişkilendirme: Terimler ve semboller

Öğretmenlerin yaptıkları değerlendirmeler bizlerde matematiğin soyut dünyası ile gerçek dünya arasında bir ilişki kurabilmenin mümkün olduğunu bu yönüyle iyi bir temsil veya yorumun gerçek dünya problemlerinin çözümüne katkı sağlayacağı algısını yaratmaktadır. Öğretmenlerin buradaki en önemli farkındalığı matematiksel yapıların gerçek dünyada birebir yer almadığına ilişkin düşünceleridir.

Öğretmenlerin yaptıkları değerlendirmelerden çıkarılabilecek önemli bulgulardan biri de matematiksel temsil ve deney olgusudur. Öğretmenlerin görüşleri dikkate alındığında modellemede önemli bir kavramın gerçek dünya probleminin matematiksel dille temsilidir. Ancak, böyle bir temsile ulaşabilmek için öğrencilerin bir manipülasyon sürecinden geçmeleri yani bir deneysel sürecin yaşanması gerektiği görülmektedir. Öğretim söz konusu olduğunda öğretmenler ileri düzey matematiksel ilişkileri nesnel dünyada aramaktadır. Fakat bu durum genel olarak matematiksel modellemede gerçek dünya modellemesinin tersidir.

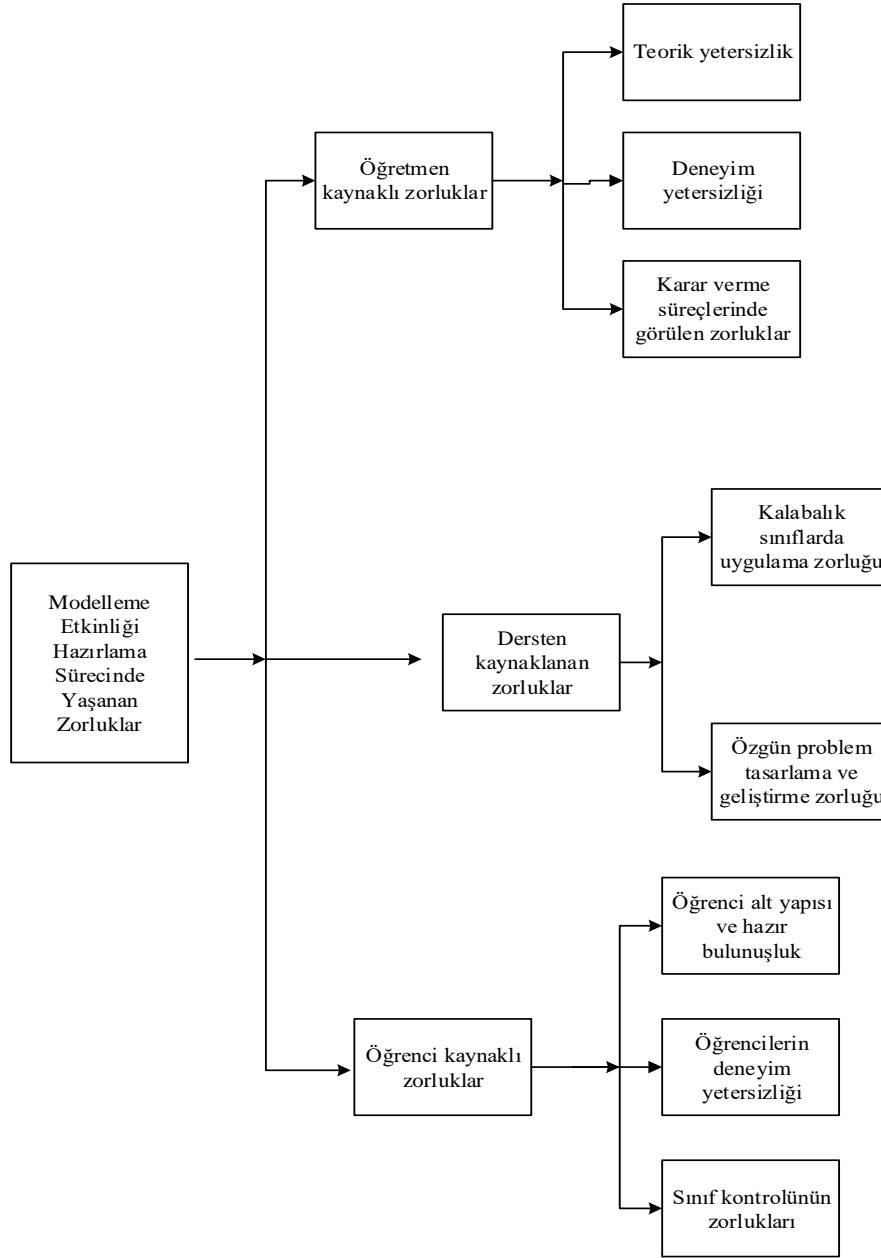
Mevcut çalışmada matematiksel modellemenin hangi niteliklere sahip olması gerektiğine ilişkin öğretmenlerin görüşlerine başvurulmuştur ve alınan görüşlerden elde edilen bulgulara Şekil 2’de yer verilmiştir.



Şekil 2. Matematiksel modellemenin niteliklerine ilişkin bulgular

Şekil 2 incelendiğinde modellemenin nitelikleriyle ilişkili olarak öğretmenlerin farklı beklentiler taşıdıkları ve bu beklentilerinin farklı amaçlara hizmet etme gayesi taşıdığı söylenebilir. Bunlardan biri anlamlı öğrenme ve matematiğin günlük yaşam yansımalarının gerçek olduğudur. Bir diğeri bilişsel ve üst bilişsel becerilerini geliştirmesidir. Bunun yanında modellemede önem taşıyan matematikselleştirme öğretmenler tarafından ifade edilmiştir. Son olarak modelleme çalışmalarının yaratacağı disiplinden ötürü bireysel özelliklerin gelişimine katkı sağlamasıdır. Bu bulgular birlikte ele alındığında matematiksel modellemenin öğretmenlerin zihinlerinde çok farklı amaçlara hizmet ettiği görülmektedir. Hizmet ettiği bu amaçların tamamının matematik eğitiminde başarıyı önemli ölçüde etkileyebilecek özellikler olduğu söylenebilir.

Çalışmada gerçekleştirilen öğretim deneyinin ikinci eyleminde öğretmenlerden matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlamaları istenmiştir. Modelleme etkinlikleri hazırlamada yaşanan zorluklara ilişkin öğretmen görüşlerinden elde edilen bulgulara Şekil 3'te yer verilmiştir.

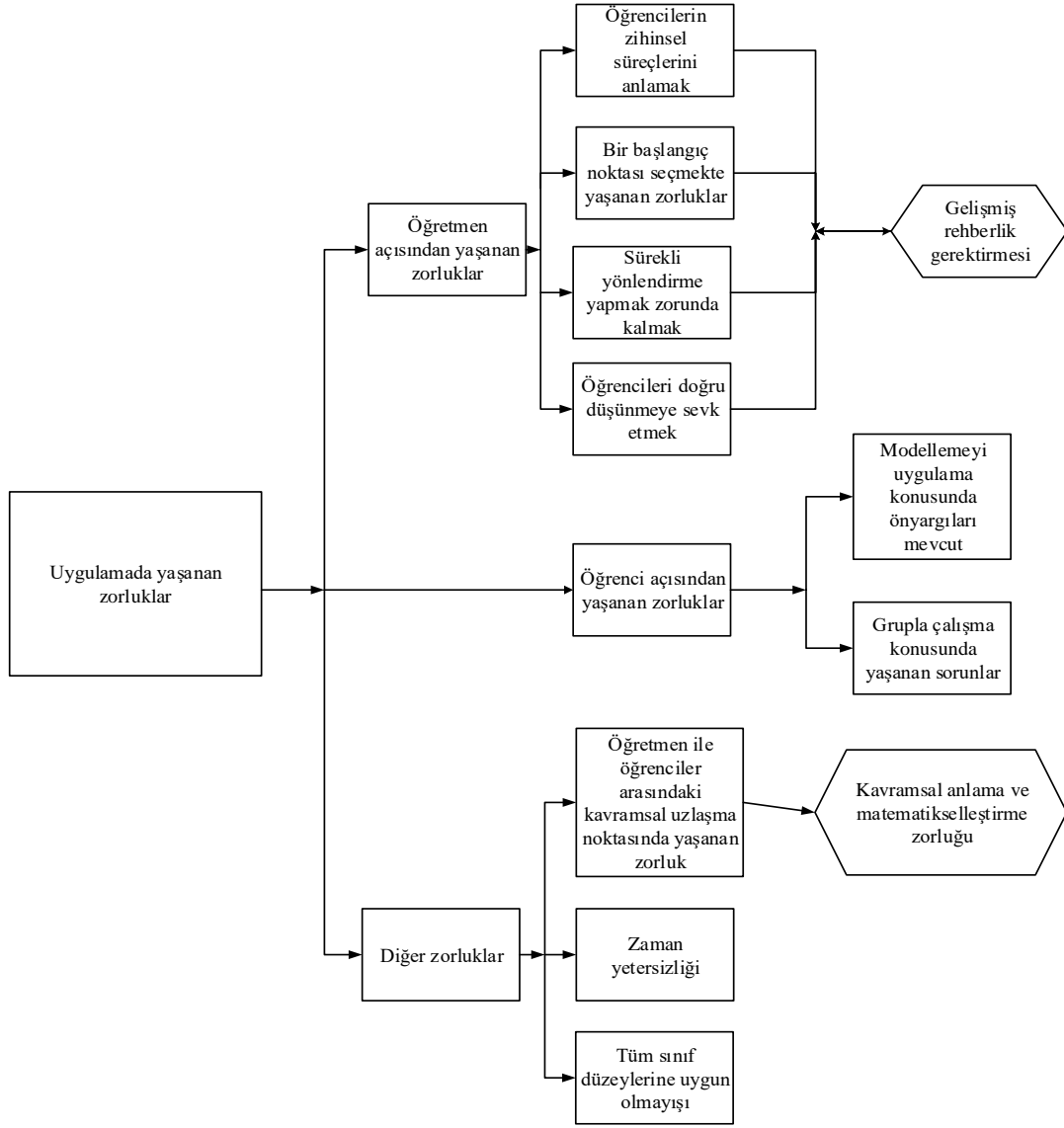


**Şekil 3.** Matematiksel modelleme etkinliklerini hazırlamada yaşanan zorluklara ilişkin bulgular

Matematiksel modelleme etkinliklerini hazırlamada öğretmenlerin yaşadıkları temel zorlukları üç kategoriye ayırmak mümkündür. Şekil 3'te verilen şemada görüldüğü üzere öğretmenden, öğrenciden ve dersin kendisinden kaynaklanan zorluklar ön plana çıkmaktadır. Öğretmenler teorik bilgi eksikliğinde nasıl davranmaları gerektiği konusunda önemli zorluklar yaşadıklarını belirtmektedirler. Bu durum aynı zamanda öğretmenlerin deneyimlerinin ve karar verme süreçlerinin şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Etkinlik hazırlamada yaşanan zorluklardan birinin de öğrencilerin hazır bulunuşluk ve deneyim eksiklikleri olduğunu öğretmenler belirtmektedirler. Yaşanan bu tür zorlukların modellemeye has olmayıp yeni uygulamaların birçoğunda görülebildiğini söylemek mümkündür. İşbirlikli öğrenme matematiksel modellemenin uygulandığı matematik

dersinde önemli bir etkidir. İşbirlikli öğrenmede grup çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerektiği düşüncesi kalabalık ortamlardaki sınıf kontrolünün etkinlik hazırlamada bir zorluk olarak görülmesine neden olmaktadır. Bu durum modelleme çalışmalarının birçok farklı yaklaşımı barındırdığını ve bu yaklaşımların gerektirdiği çeşitli çalışmalara zaman ayırmada dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir. Özgün problem tasarlama ve geliştirme zorluğu matematik dersinden kaynaklanan bir zorluk olarak görülmektedir. Modelleme eğitimi sürecinde gelişim gösterecek öğretmen ve öğrencilerin bu sorunu aşamalı bir şekilde giderebileceği söylenebilir.

Gerçekleştirilen öğretim deneyinin üçüncü eyleminde hazırlanan matematiksel modelleme etkinliklerini kullanarak öğretmenlerden okullarda bir öğretim gerçekleştirilmesi istenmiştir. Uygulanan etkinlikler incelendiğinde etkinliklerin Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan kazanımlara göre hazırlandığı görülmüştür. Bazı öğretmenler modelleme etkinliklerinin kavram öğretiminde kullanılması gerektiğini, bazıları ise sadece bilgiyi pekiştirme amacı taşıması gerektiğini belirtmektedirler. Ancak, uygulanan etkinliklerin daha çok öğrencilere önceden verilen bilgilerin pekiştirilmesi amacı taşıdığı görülmüştür. Modelleme etkinliklerinde problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamaklarından oluşan Borromeo-Ferri'ye (2006) ait bilişsel perspektif altındaki modelleme döngüsü kullanıldığı görülmüştür. Modelleme etkinliklerini uygulamada öğretmenlerin yaşadıkları zorluklara ilişkin bulgulara Şekil 4'te yer verilmiştir.



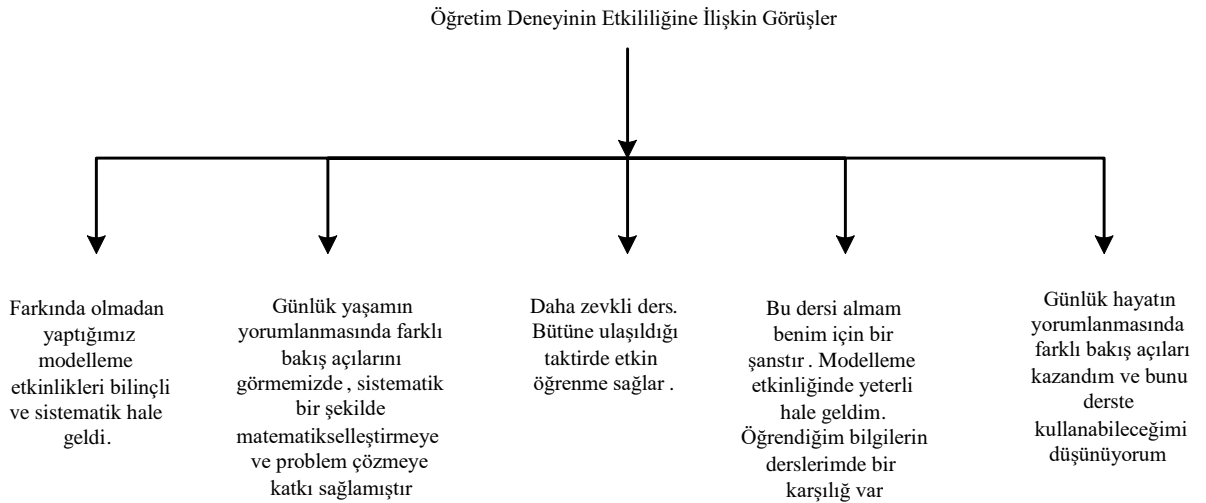
**Şekil 4.** Matematiksel modelleme etkinliklerini uygulamada öğretmen zorluklarına ilişkin bulgular

Etkinlikleri uygulama zorlukları Şekil 4'te görüldüğü üzere öğretmen açısından yaşanan zorluklar, öğrenci açısından yaşanan zorluklar ve diğer zorluklar şeklinde üç kategoriye ayrılmıştır. Öğretmen açısından zorlukların nedeni gelişmiş bir rehberlik pedagojisine ihtiyaç duyulmasıdır. Öğretmenler öncelikle modelleme için bir başlangıç noktası seçme, öğrencileri doğru düşünmeye sevk etme, öğrencilerin zihinsel süreçlerini anlama ve değerlendirme zorluklarını dile getirmektedirler. Bu sürecin doğru oluşturulabilmesi için öğrencilerin sürekli yönlendirilmesi gerekmektedir. Öğrenciler açısından yaşanan zorluklardan biri öğrencilerin modellemeye yönelik ön yargılar taşımasıdır. Diğer bir zorluk bu yaş gurubu öğrencilerde görülen grupla çalışma zorluğudur ki bu sadece modelleme dersi için geçerli değildir. Uygulamada yaşanan diğer zorluklara bakıldığında ise en önemli zorluğun öğretmen ve öğrenciler arasında yaşanan kavramsal uzlaşma zorluğudur. Bunun yanında zaman ve sınıf düzeyinin yetersizliği olduğu görülmektedir.

Çalışmada gerçekleştirilen öğretim deneyinin dördüncü eylemi (tanı boyutu) gereği, okullarda uygulanan modelleme etkinliklerinde, öğrenci gruplarına anlık bildirimler ve geri dönütlerle modelleme sürecini desteklemeleri ve uygulanan modelleme sürecini değerlendirmek için Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Ölçeğini öğretmenlerin kullanması istenmiştir.

Modelleme etkinliklerinde öğrencilere rehberlik etme ve bu süreçteki öğrenci kazanımlarına ilişkin öğretmen değerlendirmelerinden öğrencilerin problemi anlamada zorluklarının olduğu görülmektedir. Öğretmenler bunun nedenini gerçek yaşamla ilgili problemlere öğrencilerin alışkın olmamalarına bağlamışlardır. Özellikle öğrencilerin problemi matematikselleştirmede zorlandıklarını, yorumlama konusunda deneyimlerinin hiç olmadığını belirtmişlerdir. Raporlaştırma ve sunumun başlı başına bir süreç gerektirdiğini ve zamanın yetmemesi nedeniyle bazen sunumu bir sonraki derse bırakmak zorunda kaldıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmenler etkinlik basamaklarında anlık dönütlerle öğrencilere rehberlik ettiklerini belirtmişlerdir. Önceki derslerde kullanılan geleneksel öğretim yöntemlerinin alışkanlıklarından dolayı öğrenciler grup arkadaşlarına soru sorma ve tartışma yerine öncelikle öğretmene soru sormayı tercih ettiklerini ve bu alışkanlığı değiştirmek için çok çaba sarf edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Matematiksel modelleme öğretim yeterliğini geliştirmek için gerçekleştirilen öğretim deneyinin etkililiğine ilişkin öğretmenlerin yaptıkları değerlendirmelere Şekil 5'te yer verilmiştir.

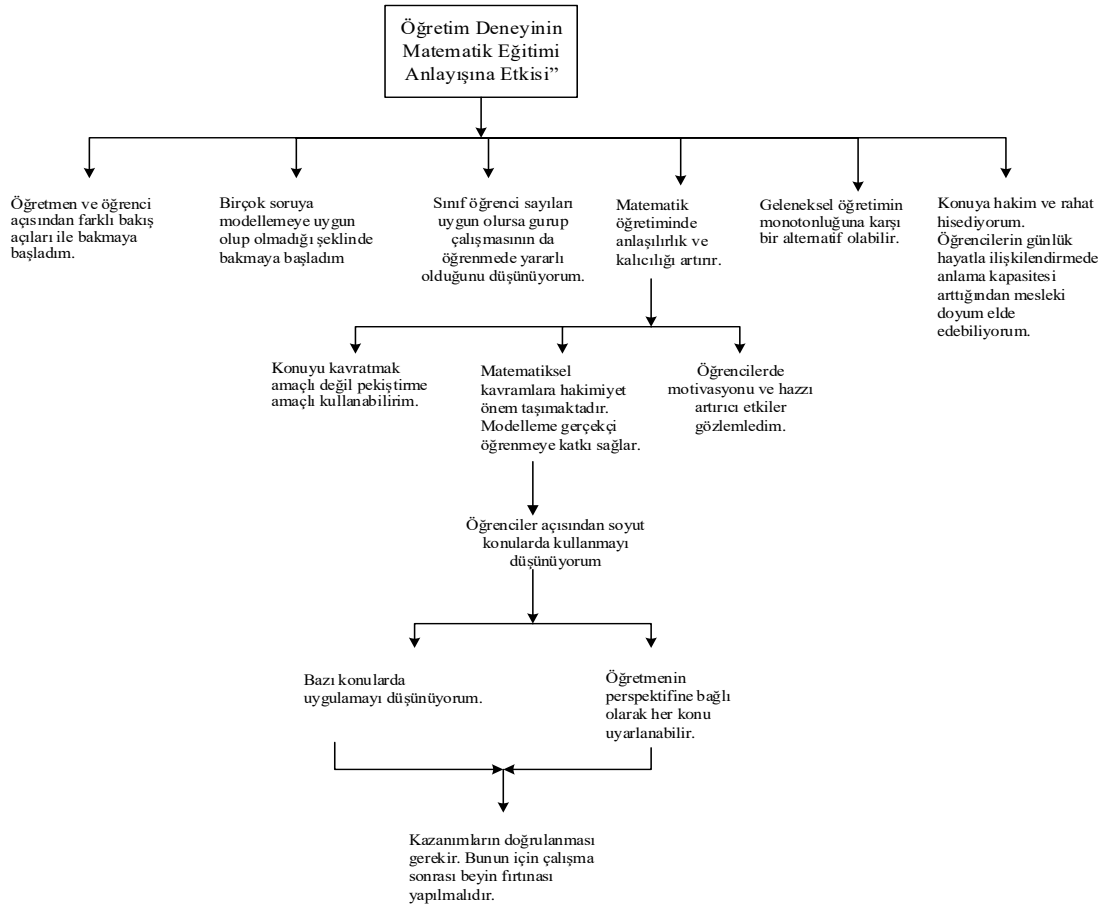


**Şekil 5.** Öğretim deneyinin etkililiğine ilişkin bulgular

Şekil 5'te matematiksel modelleme öğretim deneyi hakkında öğretmenlerin yapmış oldukları değerlendirmeler görülmektedir. Buna göre; modelleme öğretim deneyi öğretmenlerin bilinçli ve sistematik bir yaklaşım kazanmasına, günlük yaşamı yorumlamada farklı bakış açısının gelişmesine, çok önemli bir beceri olan matematikselleştirme ve problem çözme becerisinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Doğası gereği modelleme problemlerinin çözümü gerçek dünyaya ait olduğu için somut ve önemlidir. Modellemenin motivasyonu artırıcı zevkli ders işlemeye yol açtığı görülmektedir.

Öğretmenler uygulanan öğretim deneyiyle modelleme ile ilgili bilgilerin matematik derslerinde uygulanabileceğini gördüklerini ve modelleme etkinliklerinde yeterli hale geldiklerini düşünmektedirler. Diğer deneyimler ve görüşlere göre modelleme dersinin gelecekteki yararlarına olan inanç görülmektedir.

Uygulanan öğretim deneyinin öğretmenlerin matematik eğitimi anlayışlarına etkisini belirlemek amacıyla öğretmenlerden alınan görüşlere Şekil 6’da yer verilmiştir.



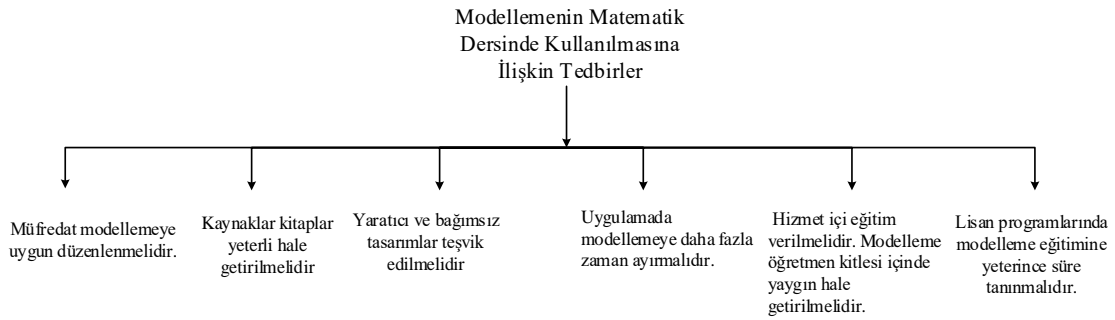
Şekil 6. Öğretim deneyinin matematik eğitimi anlayışlarına etkisine ilişkin görüşler

Modelleme öğretim deneyinin matematik eğitimi anlayışına etkisine ilişkin öğretmen algılarına Şekil 6’da yer verilmektedir. Öğretmenler matematiksel modellemeyi, geleneksel öğretimin monotonluğuna karşı bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Öğretim deneyi sayesinde karşılaşılan birçok problemin matematiksel modelleme uygun olup olmadığına bakılmaya başlandığı, sınıftaki öğrenci sayısının uygun olması durumunda modellemede kullanılan grup çalışmasının öğrenmede yararlı olacağı düşünülmeyle başlandığı belirtilmektedir. Öğretmenler matematiksel modelleme konusunda yeterli bilgi edindiklerini düşünmektedirler. Matematiğin günlük yaşamla ilişkilendirilmesinde öğrencilerin anlama kapasitesini artırdığından matematiksel modelleme sayesinde mesleki doyuma ulaşıldığı belirtilmektedir. “Matematik öğretiminde anlaşılabilirlik ve kalıcılığı artırır” kategorisi altında modellemenin matematik eğitimi farklı amaçlara uygun olarak kullanılabileceği



görülmektedir. Buna göre, matematikteki soyut kavramların kavratılmasında önem taşıdığı ve bunun gerçekçi matematik eğitimi anlayışına uygun olduğu görülmektedir. Uygulanabilirlik açısından öğretmenin perspektifine bağlı olarak her konuya uyarlanabilir olduğu, deneyimi ve uzmanlaşmayı gerektiren bir durum olduğu bilinmektedir. Sonuç olarak, elde edilen kazanımların doğrulanmasına yönelik öğretmen ve öğrenciler arasında yaşanacak bir tartışma ile kavramsal uzlaşya ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Son olarak, modellemenin matematik eğitiminde etkin kullanılabilmesi için alınması gereken tedbirlere ilişkin öğretmen görüşlerine başvurulmuştur. Bu hususta öğretmenlerin dile getirdikleri görüşlere Şekil 7’de yer verilmiştir.



**Şekil 7.** Modellemenin matematik eğitiminde kullanılabilmesi için alınması gereken tedbirler

Şekil 7’de görüldüğü gibi öğretmenler matematiksel modellemenin matematik eğitiminde kullanılabilmesi için mevcut Matematik Dersi Öğretim Programı’nın uygun hale getirilmesi gerektiğini düşünmektedirler. Aynı şekilde, kaynak kitapların yeterli hale getirilmesi gerektiği ifade etmektedirler. Hizmet içi eğitimlerle yaratıcı ve bağımsız etkinlik tasarımları teşvik edilerek öğretmenlerin uzmanlaşmaları sağlanmalıdır.

## SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Öğrenciler matematik yoluyla gerçek yaşam durumlarını anlamayı öğrenmeli ve gerçek yaşam ile matematik arasında transferin sağlanması gibi genel matematik becerilerini geliştirmeyi öğrenmelidir (Greefrath & Vorhölter, 2016). Matematik eğitiminin temel sorunlarından biri gerçek yaşam ile matematik arasında transferi sağlamada yaşanan zorluktur. Gerçek yaşam ne kadar matematikselleştirilirse o kadar güçlü bir problem çözme süreci ortaya çıkacaktır. Çalışmada elde edilen bulgulardan çıkarılabilecek sonuçlardan biri, gerçek yaşamın matematikle ilişkilendirilmesinde matematiksel modellemenin kullanılabilmesini öğretmenlerin düşünmeleridir. “Gerçek yaşam problemlerinin matematiksel dünyaya transferi”ni sağlama ve “Zihinsel temsillerle gerçek nesnel arasındaki ilişki”yi kurma yaklaşımlarının matematiğin gerçek yaşamla ilişkilendirmede önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Matematiğin gerçek yaşamla ilişkilendirilebilmesinde belirtilen yaklaşımların matematik eğitimi açısından önemli olduğu görülmektedir. Gerçek dünya ile matematiğin soyut dünyası arasında ilişki kurabilmenin matematiksel modelleme ile mümkün

olabileceğini düşünen öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili yaptıkları değerlendirmelerden çıkarılabilecek önemli sonuçlardan biri de matematiksel temsil ve deney olgusudur. Öğretmenlere göre modellemede önemli bir kavramın gerçek dünya probleminin matematiksel dille temsilidir. Öğretmenler matematiksel modelleri matematiksel temsiller olarak değerlendirmektedirler. Bu durum matematiksel modeller, matematiksel yöntemlerin uygulanmasını sağlayan gerçek dünyanın özel bir gösterimidir düşüncesi ile örtüşmektedir (Greefrath & Vorhölter, 2016). Böyle bir temsile ulaşabilmek için öğrencilerin bir manipülasyon sürecinden geçmeleri yani bir deneysel sürecin yaşanması gerektiği görülmektedir. Öğretim söz konusu olduğunda öğretmenler ileri düzey matematiksel ilişkileri nesnel dünyada aramaktadır. Fakat bu durum genel olarak matematiksel modellemede gerçek dünya modellemesinin tersidir.

Modellemede temel amaç model veya modeller oluşturmak değil, modeller sayesinde bir duruma veya olaya açıklık getirmektir (Bukova-Güzel, 2016). Elde edilen bulgulardan matematiksel modellemenin öğretmenlerin zihinlerinde çok farklı amaçlara hizmet ettiği görülmektedir. Öğretmenlerin belirttikleri anlamlı öğrenme, bilişsel ve üst bilişsel becerilerin gelişimi, matematikselleştirme ve bireysel özelliklerin gelişiminin sağlanması amaçlarının tamamı matematik eğitiminde başarıyı önemli ölçüde etkileyebilecek hususlardır. Bu amaçlara yönelik olarak matematiksel modelleme problemlerinin niteliklerinden bahsedilmiştir. Modelleme problemlerindeki nitelikler; öğrencilerin ilgisini çekmek için farklı temsiller barındırmalı, günlük yaşam bağlamından seçilmeli, gerçeklik özelliği taşınmalı, açık uçlu, ilgi çekici, güdeleyici, somutlaştırılabilir ve sonuçlandırılabilir şeklinde sıralanmıştır. Burada dile getirilen nitelikler modelleme problemleri gerçeklikle ilgili özgün, karmaşık ve açık-uçlu problemler olmalı düşüncesiyle örtüşmektedir (Maaß, 2006).

Matematiksel modelleme etkinliklerini hazırlamada teorik bilgi eksikliğinin önemli zorluklara neden olduğunu öğretmenler belirtilmektedirler. Bu eksiklik öğretmenlerin deneyimleri ve karar verme süreçlerinin şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Öğretmenler etkinlik hazırlamada yaşanan zorluklardan birinin de öğrencilerin hazır bulunuşluk ve deneyim eksiklikleri olduğunu belirtmektedirler. Yaşanan bu tür zorluklar modellemeye has olmayıp yeni uygulamaların birçoğunda görülebilmektedir. Matematiksel modellemenin uygulandığı matematik dersinde işbirlikli öğrenme önemli bir etkiye sahiptir. Sınıf kontrolü zor olan kalabalık sınıf ortamları için modelleme etkinliğini hazırlamada zorluk yaşandığı düşünülmektedir. Gerçek yaşam problemlerini oluşturabilmenin bir matematiksel modelleme yeterliği olarak düşünülmesi gerekmektedir (Ural, 2018). Ancak, öğretmenler özgün problem tasarlama ve geliştirme zorluğunun matematik dersinden kaynaklanan bir zorluk olarak görmektedirler. Modelleme eğitimi sürecinde gelişim gösterecek öğretmen ve öğrencilerin bu sorunu aşamalı bir şekilde giderebileceği söylenebilir.

Öğretmenlerin hazırladıkları ve okullarda uyguladıkları etkinlikler, Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan kazanımlara uygun olarak hazırlandığı görülmüştür. Bazı öğretmenler

modelleme etkinliklerinin kavram öğretiminde kullanılması gerektiğini, bazıları ise sadece bilgiyi pekiştirme amacı taşıması gerektiğini düşünmelerine rağmen okullarda uygulanan etkinliklerin daha çok önceden verilen bilgilerin pekiştirilmesi amacı taşıdığı görülmüştür. Bu durumun, kavram öğretimine yönelik etkinlik hazırlamada öğretmenlerin daha çok bilgi ve deneyime ihtiyaç duymalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hazırlanan modelleme etkinliklerinde bilişsel perspektif altındaki modelleme döngüsünün tercih edildiği görülmüştür. Modelleme sürecinin doğru oluşturulabilmesi için öğrencilerin sürekli doğru yönlendirilmesi gerekmektedir. Öğretmenler öncelikle modelleme için bir başlangıç noktası seçme, öğrencileri doğru düşünmeye sevk etme, zihinsel süreçlerini anlama ve değerlendirme zorluklarını yaşamaktadırlar. Bu durum Blum ve diğerleri (2007) modelleme yoluyla matematiği öğretirken öğretmenlerin öğrenci düşüncesinde önemli bir çeşitlilik ile karşılaşma zorluğu yaşaması muhtemeldir düşüncesi ile örtüşmektedir. Buna göre, öğretmenlerin gelişmiş bir rehberlik pedagojisine ihtiyaç duydukları söylenebilir. Çeşitli seviyelerdeki öğrenciler matematiksel modellemede zorluklar yaşamaktadır (Borromeo-Ferri, 2018). Öğretmenler öğrenciler açısından yaşanan zorluğun öğrencilerin modellemeye yönelik ön yargılar taşıması olduğunu belirtmektedirler. Diğer bir zorluk bu yaş grubu öğrencilerde görülen grupla çalışma zorluğudur ki bu sadece modelleme dersi için geçerli değildir. Uygulamada yaşanan diğer zorluklara bakıldığında ise en önemli zorluğun öğretmen ve öğrenciler arasında yaşanan kavramsal uzlaşma zorluğudur. Zaman ve sınıf düzeyinin yetersizliği dile getirilen diğer zorluklar arasındadır.

Öğretim deneyinin dördüncü eyleminde, okullarda uygulanan modelleme etkinliklerinde öğretmenlerin anlık bildirim ve geri dönütlerle modelleme sürecini desteklemesi ve değerlendirmesi beklenmektedir. Gerçek yaşam problemlerine öğrencilerin alışkın olmamaları nedeniyle problemi anlamada zorluklar çektiklerini öğretmenlerin yaptıkları değerlendirmelerden görülmektedir. Modelleme problemleri ile ilgili öğretmenlerin bu görüşü, modelleme problemlerinde içerik, muhataba göre uygun şekilde seçilmelidir şeklindeki düşüncüyü doğrulamaktadır (Maaß, 2006). Özellikle öğrencilerin problemi matematikselleştirmede zorlandıklarını, yorumlama konusunda deneyimlerinin hiç olmadığını belirtmişlerdir. Matematik öğretmeye yönelik modelleme etkinliklerinde öğrencilerin kendi fikirleri hakkında daha fazla değerlendirme yapması ve öğretmenlerin bu değerlendirmenin verimli bir şekilde gerçekleşebileceği fırsatlar yaratması gerekmektedir (Blum, vd., 2007). Öğretmenler öğrenci değerlendirmelerinde raporlaştırma ve sunumun başlı başına bir süreç gerektirdiğini ve zamanın yetmemesi nedeniyle bazen sunumu bir sonraki derse bırakmak zorunda kaldıklarını ifade etmişlerdir. Buna göre, etkinlik uygulamalarında zamanı kullanma sıkıntısı yaşanmış, öğretmenlerin bu husustaki örnek düşüncelerinden biri “Zaman kullanımı açısından sıkıntı yaşadım. Modelleme etkinliğini öğrencilerin çözmeleri için bir ders saati yetiyor fakat grupların sunumları, tartışma vs. için bir ders saati daha gerekiyor.” şeklinde olmuştur. Öğretmen ve öğrencilerin modelleme konusunda deneyimlerini artırmayla modelleme etkinliklerinde yaşanan sınırlı zaman probleminin çözüleceği düşünülmektedir. Öğrencilerin önceki alışkanlıklarından dolayı grup

arkadaşlarına soru sorma ve tartışma yerine öncelikle öğretmene soru sormayı tercih ettiklerini ve bu alışkanlığı değiştirmek için çok çaba sarf edilmesi gerektiğini öğretmenler ifade etmişlerdir.

Modelleme öğretim deneyi hakkında öğretmenlerin yapmış oldukları değerlendirmelerde, matematiksel modellemenin öğretime ilişkin edindikleri kazanımların gelecekteki yararlarına olan inançlarını vurgulamışlardır. Öğretim deneyinin modellemeye ilişkin bilinçli ve sistematik bir yaklaşımın kazanılmasına, günlük yaşamı yorumlamada farklı bakış açısının gelişmesine, çok önemli bir beceri olan matematikselleştirme ve problem çözme becerisinin gelişmesine katkı sağladığı düşünülmektedir. Buradaki öğretmen kazanımları “Matematik gerçek dünya durumlarına, problemlerine modelleme yoluyla çözümler üreten sistematik bir düşünme yoludur” tanımlamasına uygun düşmektedir (Arseven, 2019). Öğretmenler modellemenin motivasyonu artırıcı zevkli ders işlemeye yol açtığını belirtmektedirler. Ayrıca, uygulanan öğretim deneyiyle modelleme etkinliklerini matematik derslerinde uygulamada yeterli hale geldiklerini düşünmektedirler.

Modelleme öğretim deneyine katılan öğretmenler matematiksel modellemeyi matematik eğitimindeki geleneksel öğretimin monotonluğuna karşı bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Matematiksel modellemede etkin kullanılan yöntemlerden biri işbirlikli öğrenmedir. Sınıftaki öğrenci sayısının uygun olması durumunda modellemede kullanılan grup çalışmasının öğrenmede yararlı olacağı düşünülmektedir. Matematiksel modellemenin matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmede öğrencilerin anlama kapasitesini artırdığı düşünüldüğünden öğretmenler mesleki doyuma ulaştıklarını belirtmektedirler. “Matematik öğretiminde anlaşılabilirlik ve kalıcılığı artırır” kategorisi altında modellemenin matematik eğitiminde farklı amaçlara uygun olarak kullanılabileceği görülmektedir. Buna göre, modellemenin matematikteki soyut kavramların kavratılmasında önem taşıdığı ve gerçekçi matematik eğitimi anlayışına uygun olduğu görülmektedir. Uygulanabilirlik açısından öğretmenin perspektifine bağlı olarak her konuya modellemenin uyarlanabilir olduğu, deneyimi ve uzmanlaşmayı gerektiren bir durum olduğu belirtilmektedir. Elde edilen kazanımların doğrulanması aşamasında öğretmen ve öğrenciler arasında yaşanacak bir tartışma ile kavramsal uzlaşıya ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Öğretmenler matematiksel modellemenin okullardaki matematik derslerinde etkin kullanılabilmesi için mevcut Matematik Dersi Öğretim Programı'nın ve kaynak kitapların uygun hale getirilmesi gerektiğini düşünmektedirler. Öğretmenler, ayrıca, hizmet içi eğitimlerle yaratıcı ve bağımsız etkinlik tasarımları teşvik edilerek öğretmenlerin uzmanlaşmalarının sağlanması gerektiğini belirtmektedirler. Öğretmenlerin bu görüşlerinden hareketle, okullarda işlenen matematik derslerinde matematiksel modelleme etkin bir şekilde kullanılması amacıyla Matematik Dersi Öğretim Programları'nın matematiksel modellemeyi temel yaklaşım kabul edecek şekilde yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Mevcut ders kitapları ve diğer yardımcı kaynakların modelleme etkinlikleri ile zenginleştirilmesi öğrenci ve öğretmenler için büyük kolaylıklar sağlayacaktır. Öğretmenlerin modelleme öğretim deneyimlerinin gelişmesi amacıyla lisans eğitiminde görülen mesleki alan bilgisi

derslerinde matematiksel modellemelere yer verilmelidir. Sadece modelleme ile ilgili teorik bilgi verme yerine modelleme etkinlik uygulamalarını gerçekleştirme fırsatı verilmelidir. Öğretmenlik mesleğini icra eden öğretmenlerin modelleme etkinliklerini matematik derslerinde uygulamada istekli ve deneyimli olmalarını sağlamak için hizmet içi eğitimlerde modelleme etkinliklerine yer verilmelidir.

#### 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.
- Ärlebäck, J. B. (2009). Towards understanding teachers' beliefs and affects about mathematical modeling. *Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME6)*, January 28th-February 1st 2009, p. 2096-2105. Lyon, France.
- Arseven, A. (2019). *Sınıf öğretmenleri, matematik öğretmenleri ve öğretmen adayları için matematik öğretim yöntemleri gerçekçi matematik öğretimi ve matematiksel modelleme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Banerjee, S. (2014). *Mathematical modeling models, analysis and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Bliss, K. M., Fowler, K. R., & Galluzzo, B. J. (2014). *Math modelling, getting started & getting solutions*. Philadelphia, PA: Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).
- Blomhøj, M., & Jensen T. H. (2006). What's all the fuss about competencies? Experiences with using a competence perspective on mathematics education to develop the teaching of mathematical modelling. In W. Blum, P. L. Galbraith & M. Niss (ed.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 45-56). New York: Springer.
- Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter mathematikunterricht in der didaktischen diskussion. *Mathematische Semesterberichte*, 32 (2), 195-232.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, application, and links to other subjects-state, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22 (1), 37- 68.
- Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38 (2), 86-95.
- Borromeo-Ferri, R. (2014). Mathematical modeling – The teachers' responsibility. In A. Sanfratello & B. Dickman (Eds.), *Proceedings of conference on mathematical modeling at Teachers College of Columbia University* (pp. 26-31). New York.
- Borromeo-Ferri, R. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Switzerland: Springer International Publishing AG. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9_2)
- Borromeo Ferri, R., Kaiser, G., & Blum, W. (2011). Mit dem taxi durch die welt des mathematischen modellierens. In T. Krohn, E. Malitte, G. Richter, K. Richter, S. Schöneburg, & R. Sommer (Eds.), *Mathematik für alle. Wege zum öffnen von mathematik – mathematikdidaktische ansätze* (pp. 35-47). Franzbecker: Hildesheim.

- Bukova-Güzel, E. (Ed.). (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme, araştırmacılar eğitimciler ve öğrenciler için*. Ankara: Pegem Akademi
- Bukova-Güzel, E., & Özaltun-Çelik, A. (2019). Matematiksel modelleme ve ortaokul uygulamaları. G. Hacıömeroğlu & K. Tarım. (Editör), *Matematik öğretiminin temelleri: Ortaokul içinde* (s. 375-392). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Chan, L. L., & Idris, N. (2017). Cooperative learning in mathematics education. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7 (3), 539-553.
- Çakmak-Gürel, Z. (2018). *Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin bilişsel açıdan incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Deniz, D. (2014). *Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Dindyal, J. (2010). Word problems and modelling in primary school mathematics. In B. Kaur & J. Dindyal (Ed.). *Mathematical applications and modelling yearbook 2010 association of Mathematics educators* (pp. 94-111). Hackensack, NJ: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Edwards, D., & Hamson, M. (1989). *Guide to mathematical modelling*. London: Macmillan Education Ltd.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14 (4), 1-21
- Greefrath, G., & Vorhölter, K. (2016). *Teaching and learning mathematical modelling: Approaches and developments from German speaking countries (ICME-13 topical surveys)*. Cham: Springer International Publishing. Doi: 10.1007/978-3-319-45004-9\_1
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Hıdıroğlu, Y. Ö. (2016). Modelleme yaklaşımlarına bütüncül bir bakış ve yeni bir öğrenme modeli önerisi: HTTM modeli ve kuramsal temeli. Ö. Demirel ve S. Dinçer (Ed.) *Eğitim bilimlerinde yenilikler ve nitelik arayışı* (s. 1109-1142) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38 (3), 302-310.
- Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir
- Lingefjärd, T (2006). Faces of mathematical modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38 (2), 96-112.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38 (2), 113-142.
- Mumcu, H. Y., & Baki, A. (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde lise öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin yorumlanması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36 (1), 7-33. Doi: 10.7822/omuefd.327387

- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H-W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 1-3). International Commission on Mathematical Instruction: Springer.
- Özdemir, E. (2014). *Matematik eğitiminde modelleme üzerine öğrenme-öğretme uygulamaları* (Yayımlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & Evaluation methods*. Sage Publications, Inc.
- Ural, A. (2018). *Matematiksel modelleme eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık

### **EXTENDED ABSTRACT**

The aim of this study is to improve teachers' mathematical modeling teaching competencies with the teaching experiment based on mathematical modeling model, and also to determine their thoughts on the teaching model process. At the same time, the effect of the teaching experiment on teachers' mathematical teaching approaches was evaluated.

Mathematical modeling is the process of using research, reasoning, and mathematical structures to encounter an uncertain situation, to think of it as a problem, to solve it, and to transform the situation. Along with current developments in the field of modeling, various perspectives on modeling have been revealed. These perspectives; realistic or applied modeling, educational modeling, epistemological or theoretical modeling, socio-critical modeling, model building activities approach, and cognitive and affective modeling. Since this study aims to focus on structuring learning processes and introducing mathematical concepts, the focus of educational modeling perspective has been chosen. It is seen that modeling cycles include real situation (modeling state), mental representation of the situation (situation model), real model, mathematical model, mathematical result, and real result stages, but differ according to the state model and real model stages.

This research contains important clues about the effects of teachers on mathematical modeling, mathematical modeling applications, difficulties they observed in practice and their understanding of mathematics education. Since the present study focuses on better understanding of teachers' thoughts on applying mathematical modeling and modeling activities, it was designed in a phenomenological pattern.

In studies conducted in phenomenological design, data sources are individuals or groups who experience the phenomenon that the research focuses on and who can express or reflect this phenomenon. The research group consisted of 10 volunteer mathematics teachers including 6 males and 4 females, who were studying in a state university's institute of science in the fall semester of the 2019-2020 academic year. Only one of the teachers took a course on mathematical modeling in his undergraduate program. In the study, the semi-structured interview form developed by the researchers and the observer notes created during the teaching experiment were used as data collection tools. The interview records and the observer notes created during the teaching experiment were analyzed using content analysis.

One of the important findings that can be deduced from teachers' evaluations is the phenomenon of mathematical representation and experimentation. Considering the opinions of the teachers, an important concept in modeling is the mathematical representation of the real-world problem. It is stated that teachers have significant difficulties in terms of how to behave in the absence of theoretical knowledge. Teachers state that one of the difficulties in preparing activities is the lack of readiness and experience of students. However, it was observed that the activities applied mostly aimed to reinforce



the information given to the students before. They stated that especially the students had difficulty in mathematizing the problem and had no experience in interpreting it. Students should learn to understand real-life situations through mathematics and learn to develop general math skills, such as transferring between real life and mathematics. One of the main problems of mathematics education is the difficulty in transferring between real life and mathematics. The more mathematical real life is, the stronger problem-solving process will emerge.

As a result of the research, the teaching experiment contributed to teachers' gaining a conscious and systematic approach to modeling, the development of a different perspective in interpreting daily life, and the advancement of the very important skill of mathematization and problem solving. In other words, it can be said that the teaching experiment offers the necessary opportunity for the development of effective pedagogy knowledge base. In order for teachers to gain more experience in mathematical modeling applications, it is thought that the applications of mathematical modeling activities should be included more in the field education courses included in the undergraduate program.