



International Refereed Journal / Uluslararası Hakemli Dergi

# Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi Karaelmas Journal of Educational Sciences

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kebd>



## Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Models and Modeling in Science Teaching

Erol ALTAY<sup>1</sup>, Nilüfer DİDİŞ KÖRHASAN<sup>2</sup>, Betül DEMİRDÖĞEN<sup>3</sup>

Received: 25 February 2021, Accepted: 11 May 2021

### ABSTRACT

Models and modeling have fundamental roles in science teaching for students and teachers, as they are essential for scientists. This study investigates 36 primary and middle school (3rd – 8th grades) science teachers' model use and examines differences stemming from teaching experience through the pedagogical content knowledge theoretical framework and qualitative approach. In this study, by self-evaluation form including six main open-ended questions and thirteen sub-questions, teachers were requested to express their theoretical knowledge, thoughts, preferences, teaching practices, and experiences regarding model and model use in science teaching. Content analysis was conducted to the self-evaluation forms by pre-determined and emerging codes. Data analysis revealed that the pedagogical content knowledge for modeling is an important factor that differentiates teaching practices of science teachers for models and modeling with different teaching experiences. The findings of this study imply that in-service and pre-service teacher education programs should provide meaningful experiences that increase epistemological metamodeling knowledge and pedagogical content knowledge of scientific models and modeling practices.

**Keywords:** Science Education, Model, Pedagogical Content Knowledge, Science Teachers

**Ethical Committee Date / Number :** Zonguldak Bülent Ecevit University, Human Research Ethical Committee, 27 June 2019, No: 598.

### EXTENDED ABSTRACT

#### *Purpose and Significance*

Models are fundamental tools in science and there has been a growing interest in models and their use in science teaching in recent years (Justi & Gilbert, 2002). Teachers and students utilize models to explain and support their ideas (Duit, 1991). Models are important for predicting, explaining or introducing observable or unobservable objects' (or events) existing states or characteristics, processes, and chain of events (Gilbert & Boulter, 1998).

Science teachers (Lumpe, 2007) and their science teaching practices (Clotfelter, Ladd, & Vigdor, 2007) are essential factors influencing science learning. Students' understanding of the purpose of models increase their interest towards modeling (Schwarz & White, 2005), and modeling activities in conjunction with teachers' model use enhance students' meaningful understanding (Davis et al., 2008; Justi & van Driel, 2005) and nature of science views (Davis et al., 2008; Schwarz & White, 2005). However, teachers should have pedagogical content knowledge for models and modeling activities for effective model-based teaching practices (Günther, Fleige, zuBelzen, & Krüger, 2019). Pedagogical content knowledge is the knowledge "...which goes beyond knowledge of subject matter per se to the dimension of

<sup>1</sup> Zonguldak Bülent Ecevit University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, [erolaltay67@gmail.com](mailto:erolaltay67@gmail.com) 0000-0002-4125-5785

<sup>2</sup> Assoc. Prof. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, [niluferdidis@gmail.com](mailto:niluferdidis@gmail.com) 0000-0002-8108-1345

<sup>3</sup> Assoc. Prof. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, [betuldemirdogen@gmail.com](mailto:betuldemirdogen@gmail.com) 0000-0002-7064-5539

subject-matter knowledge for teaching..." (Shulman, 1986, p. 9), and it enables teachers to organize a topic for instruction in a way that is meaningful for students. Teachers should have both topic-specific (e.g., atom) and discipline-specific pedagogical content knowledge (Davis et al., 2008; Davis & Krajcik, 2005). Therefore, science teachers should put adequate pedagogical knowledge for scientific inquiry (Davis & Krajcik, 2005), nature of science (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000), and models and modeling into play when teaching science as well as they enact for science topics. Although the number of studies investigating pedagogical content knowledge for nature of science (e.g., Demirdöğen, Hanuscin, Uzuntiryaki-Kondakci, & Köseoğlu, 2016) is relatively high, there has been limited number of international studies examining science teachers' model use through the lens of pedagogical content knowledge (e.g., Davis et al., 2008; Günther et al., 2019). More importantly, there has been lack of national research in that area to the best of researchers' knowledge. Bearing all this issues in mind, this study focused on science teachers with different teaching experiences and sought answer to the research question of "How are science teachers' model use approaches in science teaching?"

### *Methods*

This study was qualitative in nature and content analysis as research design guided planning, data collection, and data analysis. 36 primary and middle school science teachers teaching science at grades 3rd to 8th at state schools participated to the study. Based on teaching experience, which is the main focus of this study, teachers were grouped into three categories that are 0-4 years (N=13, %36 of all teachers), 5-14 years (N=14, %39 of all teachers), and 15+ years (N=9, %25 of all teachers). Qualitative data source included self-evaluation form including six main open-ended questions and thirteen sub-questions, and teachers were asked to express their theoretical knowledge, thoughts, preferences, teaching practices, and experiences regarding model and model use in science teaching (see Appendix for questions). Pre-determined (Didiş, 2015; Thiele & Treagust, 1994a, 1994b) and emerging codes were used during content analysis of data collected in the form of self-evaluation forms. Codes used for determining teachers' model use and its characteristics were discipline, location, the aim of use, model type, use of multiple models, function, relationship, abstraction, activity, presentation medium, modeling encouragement, attention to historical development, and limitation.

### *Results*

Science teachers participating in the study defined models as three-dimensional structure, example object-material, material that makes abstract concepts concrete, learning facilitator material, visual material, material supporting science content to be learned, representation and simulation, material that represents reality, kind of teaching strategy, simplified structures, systematized processes, strategy and process, symbol, and formula. When teaching experience was considered, it was observed that teachers with less experience defined models as learning facilitator materials. In contrast, teachers in the most experienced group described models as three-dimensional structures. Similarly, the most experienced teachers focused on sense making while less experienced teachers explicated concretizing role of models when students learn science.

Teachers gave a variety of examples for models such as blood circulation, heart, senses, formulas, simple machines, electric circuits and diagrams, flower, sun, moon, periodic table, skeletal system, planets, solar system, human body, cell, DNA, systems, and earth and atom models. However, the number and variety of models from different disciplines were highest for science teachers in the most experienced group. When frequencies of teachers' model use were examined, it was revealed that less experienced teachers preferred to use models depending on the topic and always; however, the most experienced ones' preferences were whenever possible.

When teachers were asked to choose literature definitions of models of which they embrace, the most experienced teachers saw models as an important learning and teaching tools whereas less experienced ones prefer to adopt a definition that emphasizes learning tool. Most of the teacher in each experience group stated that they utilized models in science teaching. However, the percentage of teachers using models is lowest in the most experienced (15+ years) teachers when compared to teachers in other experience groups. Most of the participating science teaches in all experience groups expressed that they used models in physics. The least (0-4 years) and the most experienced (15+ years) teachers preferred to use models in the topic of "Earth and Universe" where medium level experienced (5-14 years) group's choice was "Human Body". Science teachers with different teaching experiences stated that deepening learning was their main aim of model use while the most experienced (15+ years) ones aimed to increase students' attention to the topic as well. In terms of model type, the least experienced (0-4 years) teachers used iconic-symbolic and pedagogical-analogical though more experienced ones preferred to use scaling models. Multiple model use was mostly adopted by the least (0-4 years) and the most experienced (15+ years) teachers. Most of the teachers in all experience groups defined the function of models as explanatory for making abstract phenomena concrete. Also, similarities between model and state, system or phenomenon that model represents should be structural and functional according to the high number of teachers in all experience groups.

When asked who should be active in lessons where models are used, the majority of teachers stated that both students and teachers should be active during teaching and all teachers emphasized that models are tools of thinking during

learning. The presentation medium of models differed for teachers with different experience levels. The least experienced (0-4 years) teachers expressed that they used models during activities; however, the more experienced (5-14 years, 15+ years) ones preferred to use lecturing when using models. Also, almost half of the teachers in the least experienced (0-4 years) group stated that they sometimes emphasize historical development of models whereas the majority of the more experienced (5-14 years, 15+ years) teachers did not pay attention to historical development. Similarly, teachers in all experience groups sometimes explain the limitation of models to students.

### *Discussion and Conclusions*

Data analysis revealed that the pedagogical content knowledge for modeling is an important factor that differentiates teaching practices of science teachers for models and modeling with different teaching experiences. Model definitions of the teachers are consistent with the previous research (Aktan, 2013; Harman, 2012; Güneş et al., 2004); however existing research did not consider academic or teaching experience as a variable. The results of the study indicated the teachers with less experience (0-4 years, 5-14 years) focused on the material property of models in their model definitions whereas the most experienced group emphasized the three dimensional property for models. This finding is consistent with other studies indicating that teachers generally illustrate models during science teaching (Davis et al., 2008). Most experienced teachers gave more different model examples than the other groups, which is consistent with the finding that more experienced teachers have richer knowledge of instructional strategies, which is a component of pedagogical content knowledge, (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018; Magnusson et al., 1999) developed through teaching experience (Friedrichsen et al., 2009; Grossman, 1999). Independent from the teaching experience, teachers think that models are effective in sense making when learning science. However, the most experienced teachers more often pointed out models' effect in understanding science concepts. This result can be explained with the fact that pedagogical content knowledge is the knowledge that ensures students' meaningful learning (Shulman, 1986), and it is developed through experience (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018; Friedrichsen et al., 2009; Grossman, 1999). Another reason for this situation might be teachers' student-centered beliefs about teaching and learning, which is a component of pedagogical knowledge (Henze et al., 2007, 2008). Teachers with different levels of teaching experience differentiate in the frequency of model use. This result can be explained with the attitude of teachers towards the models and modeling activities (Van Driel & Verloop, 2002), which is expectable considering that affective variables are among the factors affecting pedagogical content knowledge for modeling (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018; Park & Oliver, 2008).

Independent from the teaching experience, teachers mostly use models in physics, which is consistent with the literature (Harrison, 2001). However, when the topics models used most are considered, while least (0-4 years) and most experienced (15+ years) teachers used models in "Earth and Universe", the other group with medium level experience mostly used in "Human Body." There may be several reasons for this. First, differences in topics of which teachers have adequate subject matter knowledge may result in the use of models in teaching different topics (Günther et al., 2019; Henze, 2008; Shulman, 1986). Second, schools that teachers work may be different from each other in terms of a variety of models that can be used for different topics (Şen & Öztekin, 2019). The last may be related to differences between teachers in terms of their knowledge of topic-specific teaching strategies.

Teachers may use models with different aims such as simplification and clarification of the topics, explanation of concepts and phenomena, gaining students' interest (Düşkün & Ünal, 2015). By considering the teaching experience as a variable, the most experienced (15+ years) teachers consider the use of models both for cognitive and affective aims (Van Driel & Verloop, 2002), and these teachers may have different science teaching orientations (Friedrichsen & Dana, 2005). The literature indicates that a model might be limited to explain scientific events, and teachers' positive tendency to use multiple models (Aslan & Yadigaroglu, 2013; Berber & Güzel, 2009; Güneş, Bağcı, & Gülçiçek 2004; Köksal & Yıldırım 2016). The least experienced teachers (0-4 years) mostly prefer to use multiple models, and similarly the most experienced (15+ years) teachers prefer the use of multiple models as much as the least experienced teachers. However, the teachers with medium level experience (5-14 years) prefer using multiple models less than these groups. The reason for frequent use of multiple models by the least experienced teachers might be those teachers' pedagogical content knowledge enacted as the activities that work in the early years of experience (Appleton, 2002). However, the most experienced teachers' more frequent use of models than medium level ones is consistent with the finding that teachers' knowledge about different types of models enhances through experience (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018). Independent from the teaching experience, teachers mostly prefer to use models because of their clarification property and this finding is similar with the literature (Çelik, 2015; Ergin et al., 2012). Percentages of teachers believing clarification property of models in the least (0-4 years) and most (15+ years) experienced group were similar and high. This similarity again might be occurred for different reasons. The least experienced teachers may have limited subject matter knowledge (Van Driel, De Jong, & Verloop, 2002), and therefore, they may emphasize the clarification property of models by considering their own learning. On the contrary, the most experienced teachers, who have developed subject matter and pedagogical content knowledge, might point out this property to support students' meaningful learning (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018).

When teaching strategies were explored the findings indicated the least experienced teachers (0-4 years) preferred to use pedagogical-analogical models during activities. However, more experienced (5-14 years) and the most

experienced (15+ years) teachers preferred utilizing scale models during lecturing. The preference of the least experienced teachers might be explained with the reflection of their pedagogical content knowledge to their teachings as the activities that work (Appleton, 2002). Since modeling activities increase the teachers' workload and there has been lack of well-designed activities, the preferences of more experienced and most experienced teachers for using models during lecturing are not surprising (Davis et al., 2008).

In terms of encouragement of modeling activities, teachers do not differ due to teaching experience. All teachers consider models as the tools for thinking. This finding is similar to the research indicating that while teachers adopted this belief of models as tools for thinking (De Jong, Van Driel, & Verloop, 2005), they presented models as to be memorized representations. Limited knowledge of teaching strategies about models and modeling (De Jong et al., 2005) and inadequate teaching materials (Davis et al., 2008) may be the reasons for this result.

Literature emphasizes that models are not real copies of the represented targets and the necessity of explaining similar and dissimilar characteristics between models and target as much as possible; otherwise students could not understand the differences between models and reality exactly, they think that there is one to one correspondence between models and target, they believe models are exact truth, and they do not search for the ideas and aims of models (Berber & Güzel, 2009; Gobert & Buckley, 2000; Güneş, Gülçiçek, & Bağcı, 2003; Harrison, 2001; Webb, 1993). Independent from the teaching experience, teachers mention the limitations of models occasionally and they hardly explain the historical development of models. These results can be explained with teachers' limited subject matter knowledge about the nature of models and their inadequate knowledge of students' probable misconceptions about models (Davis et al., 2008; Henze, 2007, 2008), and limited knowledge of history, philosophy, and sociology of science (Abd-El-Khalick, 2013).

These findings imply that in-service and pre-service teacher education programs should provide meaningful experiences that increase epistemological metamodeling knowledge and pedagogical content knowledge of scientific models and modeling practices.

# Öğretmenlerin Fen Öğretiminde Modeller ve Modelleme ile İlgili Pedagojik Alan Bilgileri

Erol ALTAY<sup>1</sup>, Nilüfer DİDİŞ KÖRHASAN<sup>2</sup>, Betül DEMİRDÖĞEN<sup>3</sup>

**Başvuru Tarihi:** 25 Şubat 2021, **Kabul Tarihi:** 11 Mayıs 2021

## ÖZET

Fen bilimlerinde modeller ve modelleme, bilim insanları için olduğu gibi öğretmenler ve öğrenciler için de fen bilimleri öğretiminde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışma ilk ve ortaokul seviyesinde (3-8. Sınıflar) fen bilimleri dersi veren farklı mesleki deneyim seviyelerindeki 36 öğretmenin model kullanımını araştırmakta ve mesleki deneyime dayalı farklılıkları pedagojik alan bilgisi teorik çerçevesiyle ve nitel yaklaşımla incelemektedir. Araştırmada öğretmenlerden altı temel açık uçlu ve on üç alt sorudan oluşan öz değerlendirme formu ile fen öğretiminde model ve model kullanımına dair teorik bilgilerini, düşüncelerini, tercihlerini, sınıf içi uygulamalarını ve deneyimlerini ifade etmeleri istenmiştir. Elde edilen öz değerlendirme formları önceden belirlenmiş ve ortaya çıkan kodlar aracılığıyla içerik analizine tabi tutulmuştur. Veri analizleri modeller ve modelleme konusundaki pedagojik alan bilgisinin farklı mesleki deneyim seviyelerindeki fen bilimleri öğretmenlerinin model ve model kullanımıyla ilgili öğretimlerinin farklılaşmasına yol açan önemli bir faktör olduğunu göstermiştir. Çalışmanın bulgularından yola çıkılarak hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerde öğretmenlerin bilimsel modellerin ve modellemenin doğası hakkındaki bilgilerini ve pedagojik alan bilgilerini artıracak anlamlı tecrübelerin öğretmenlere sunulması gerektiği önerilmektedir.


**Anahtar Kelimeler:** Fen Eğitimi, Model, Pedagojik Alan Bilgisi, Fen Bilimleri Öğretmenleri


**Etik Kurul İzni Tarih / Sayı:** Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İnsan Araştırmaları Etik Kurulu, 27 Haziran 2019, No: 598.


## 1. Giriş

Bilimde modeller temel araçlardır ve son yıllarda fen bilimleri eğitimi alanında model kullanımı ve modellere duyulan ilgi artmıştır (Justi & Gilbert, 2002). Öğretmen ve öğrenciler fikirlerini açıklamak ve desteklemek için sıklıkla model kullanımına başvururlar (Duit, 1991). Fen bilimleri eğitiminde gözlemlenebilir ya da gözlemlenemeyen nesnelere ya da olayların; durum ya da özellikleri, içerisinde bulunduğu süreçleri, olaylar zincirini tahmin etme, açıklama ya da tanıtmada modeller büyük bir role sahiptir (Gilbert & Boulter, 1998). Yeterli koşullar mevcut ve öğretmen ilgili öğretim yöntemi hakkında teknik bilgiye sahip ise, fen bilimleri eğitimi gerçekleştirilen sınıflarda kavram ya da olguları soyut ve karmaşık bir yapıdan daha somut ve anlaşılır hale getirmek için kullanılacak yöntemlerden biri modelleme ve model kullanımınıdır. Modeller ders içerisinde konuların daha basite indirgenip somutlaştırılmasında ve daha kolay anlaşılmasında önemli yer tutar (Justi & Van Driel, 2005). Alanyazında fen bilimleri öğretiminde modellerin kullanımına ilişkin çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar temel olarak (1) model ve modellemenin fen bilimlerinde ve fen bilimleri eğitimindeki yeri (Coll, France, & Taylor, 2005; Develaki, 2007; Düşkün & Ünal, 2015; Halloun, 2007; Matthews, 2007; Silva, 2007), (2) öğretmen, öğretmen adayları ve öğrencilerin modeller ve modellemeye ilişkin görüşleri ve model kullanımları (Chittleborough, Treagust, Mamiala, & Mocerino, 2005; Didiş & Eryılmaz, 2010; Didiş & Redish, 2010; Didiş Körhasan, & Özcan, 2015; Güneş, Gülçiçek, & Bağcı, 2004; Güneş, Bağcı, & Gülçiçek, 2004; Justi & Gilbert, 2002; Treagust, Chittleborough, & Mamiala 2002), (3) fen bilimleri ders kitaplarında model kullanımı (Harrison, 2001; Kock, 2017), (4) modelleme yoluyla fen bilimleri eğitimi (Besson, Borghi, De Ambrosis, & Mascheretti, 2007; Çoban & Ergin, 2013; Didiş & Yıldırım, 2012; Hestenes, 1996; Metin & Leblebicioğlu, 2015), ve (5) öğretmen, öğrenci ve ders kitaplarının model kullanımına ilişkin karşılaştırma (Harrison, 2001) odaklı çalışmalar şeklinde sınıflanabilir.

Eğitim sistemini oluşturan tüm öğeler göz önüne alındığında (ör. öğrenci, öğretmen, kitaplar ve öğretim programları) fen öğrenimini etkileyen en önemli öğelerin öğretmenler (Lumpe, 2007) ve öğretmenlerin

<sup>1</sup> Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, [erolaltay67@gmail.com](mailto:erolaltay67@gmail.com)  0000-0002-4125-5785

<sup>2</sup> Doç. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, [niluferdidis@gmail.com](mailto:niluferdidis@gmail.com)  0000-0002-8108-1345

<sup>3</sup> Doç. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, [betuldemirdogen@gmail.com](mailto:betuldemirdogen@gmail.com)  0000-0002-7064-5539

fen öğretim uygulamaları (Clotfelter, Ladd, & Vigdor, 2007) olduğu söylenebilir. Fen bilimleri öğretiminde öğrencilerin modellerin amacını anlaması, onların model oluşturma etkinliklerine olan ilgilerini artırmakta (Schwarz & White, 2005) ve model oluşturma etkinlikleri ve öğretmenin model kullanımı öğrencilerin fen bilimlerini anlamlı öğrenmesini (Davis vd., 2008; Justi & van Driel, 2005) ve bilim hakkında daha doğru anlayışlara sahip olmasını (Davis vd., 2008; Schwarz & White, 2005) sağlamaktadır. Fen bilimleri öğretiminde öğretmenlerin modelleri ve model oluşturma aktivitelerini etkin bir şekilde kullanabilmesi için fen öğretmenlerinin modeller ve model kullanımı konularında yeterli pedagojik alan bilgisine sahip olması gerekmektedir (Günther, Fleige, zuBelzen, & Krüger, 2019). Pedagojik alan bilgisi (Shulman, 1986) “...belirli bir konu alanı bilgisinin de ötesinde bu konuyu öğretmek için yapılandırılan kendine has bir konu alanı bilgisidir” (s. 8) ve öğretmenin bir konuyu başkaları için anlaşılabilir hale getirecek şekilde yeniden düzenlemesini sağlar. Öğretmenlerin sadece öğretim yaptıkları fen konularında değil (ör. atom konusunda pedagojik alan bilgisi) aynı zamanda öğretim yaptıkları bilim dalına özgü de pedagojik alan bilgisine sahip olmaları gerekmektedir (Davis vd., 2008; Davis & Krajcik, 2005). Buradan hareketle fen alanındaki öğretmenlerin fen konularına ek olarak bilimsel sorgulayıcı-araştırma (Davis & Krajcik, 2005), bilimin doğası (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000) ve modelleme ve model kullanımı (Davis vd., 2008) konularında yeterli düzeyde pedagojik alan bilgisi ile öğretim yapmaları beklenmektedir. Bilimin doğası konusunda pedagojik alan bilgisine yönelik çalışmalar daha yaygın olmakla birlikte (ör. Demirdöğen, Hanuscin, Uzuntiryaki-Kondakci, & Köseoğlu, 2016) fen alanındaki öğretmenlerin model kullanma yaklaşımlarını pedagojik alan bilgisi teorik çerçevesi ile inceleyen uluslararası alanda sınırlı sayıda çalışma bulunmakta (ör. Davis vd., 2008; Günther vd., 2019) ve ülkemizde ise bu konuda araştırmacıların bilgisi dahilinde bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu araştırma farklı mesleki deneyim seviyelerindeki fen bilimleri dersi veren öğretmenlere odaklanmakta ve “İlköğretim fen bilimleri dersi öğretmenlerinin öğretimde model kullanım yaklaşımları nasıldır?” araştırma sorusuna yanıt aramaktadır.

### 1.1. Fen Öğretiminde Modeller, Model Kullanımı ve Pedagojik Alan Bilgisi

Modeller bilimin temel ürünleridir (Gilbert, 1993). Dolayısıyla modeller, bilim insanları, fen bilimleri öğretmenleri ve fen bilimleri öğrenenler için temel araçlardır (Coll vd., 2005). Modelleme ise bilimsel metodolojinin bir elementidir (Gilbert, 1993) ve bilimsel bilgi oluşturma süreci ile iç içedir. Doğal dünyada algılanması zor, soyut durumların daha anlaşılır şekilde açıklanmasında kullanılabilir. Modelleri özelliklerine göre sınıflara ayırmak, modeller arasındaki farklılıkların daha kolay anlaşılmasına imkân sağlar. Genel nitelikleri incelendiğinde modeller fiziksel, kavramsal ya da matematiksel olarak betimlenirken, doğası ve fonksiyonları göz önüne alındığında modellerin birçok çeşidinden bahsetmek mümkündür (Aktan, Kaynak, Abdüsselam, & Ardoğan, 2019). Harrison ve Treagust (2000) modellerin sınıflandırılması üzerine yaptığı çalışmada modelleri daha detaylı bir şekilde sınıflandırmıştır. Sınıflandırmada yer alan yaygın model çeşitleri, nesnenin dış görünüşü hakkında (şekil, renk, yapısal özellik) ayrıntılı bilgi verirken aynı zamanda iç detaylar, fonksiyon ve kullanımları ile ilgili yüzeysel düzeyde bilgiler de içeren ölçeklendirme modelleri; hedef ile model arasında bilgi paylaşımından dolayı “analojik”, açıklayıcı işlevde kullanmasından dolayı “pedagojik” olarak isimlendirilen pedagojik & analojik modeller; kavram, olay ve süreçleri açıklamak için kabul gören formül veya eşitlikleri göstermek için kullanılan simgesel ifadeler olan simgesel (ikonik) ve sembolik modeller; fiziksel ilişkileri, kavramsal ilişkileri ve süreçler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan matematiksel eşitlikler ve grafiklerle temsil edilen matematiksel modeller; teorik bir temele dayanan ve iyi yapılandırılmış modeller olan teorik modeller olarak açıklanmaktadır (Gülçiçek & Güneş, 2004).

Model temelli öğretim, anlatılmak istenen kavram, olgu ya da hedefin aynı ya da benzer materyalden yapılmış bir örneğini sınıf ortamına getirerek eğitimin gerçekleşmesi diye tanımlanırken (Çilenti, 1985), kazandırılmak istenen hedefteki kavram ya da olguların hakkında öğrencinin kendi aklında zihinsel bir model betimlemesini sağlayan üst düzey bir öğretim yöntemi şekli (Harrison & Treagust, 1998) olarak da ifade edilmektedir. Modelle öğretim yönteminin diğer yöntemlere göre farkları; yapısal, fonksiyonel ve nedensel sebeplerle bireyin kendine has zihinsel modelini oluşturmalarını sağlamasıdır (Çoban & Ergin, 2013). Arslan ve Doğdu (1993), model temelli öğretim yönteminin öğrencilere model ile hedefteki temsilin arasındaki bağlantıyı kurabilmesinde yardım ettiği ve öğrencilerin daha gerçekçi zihinsel modeller oluşturmalarını sağladığını destekleyen dokümanlar ortaya sürmüştür (Yılmaz, 2018). Yine yapılan araştırmalar model kullanarak gerçekleştirilen eğitimlerde öğrencilerin geleneksel öğretim yöntemlerine göre konuları daha iyi anladıklarını ve model kullanarak yapılan eğitimlerin öğrenci başarısını yükselttiğini göstermiştir (Bilal, 2010; Düşkün, 2011; Gümüş vd., 2008). Örneğin, Düşkün (2011), 60 fen bilimleri dersi

öğretmen adayı ile yaptığı bir araştırmada Güneş, Dünya ve Ay modelinin akademik başarıya etkisini incelemiş, model kullanılan deney grubu ile geleneksel yöntem kullanılan kontrol grubu arasında model kullanan grup lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Bilal (2010), lisans düzeyinde elektrik konularının modelleme yoluyla öğretiminin öğrencilerin akademik başarı, kavramsal anlama ve bilimsel bilginin doğasına karşı olan inançlarını nasıl etkilediğini incelemek için bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda modellemeye dayalı öğretimin akademik başarı, kavramsal anlama ve bilimsel bilginin doğasına karşı olan inançlarda olumlu anlamda bir fark olduğunu belirlemiştir.

Model temelli ya da modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin hem kavramsal anlamalarını hem de bilim hakkındaki anlayışlarını geliştirmesi (Bilal, 2010) için fen alanındaki öğretmenlerin modeller ve model kullanımı konularında yeterli pedagojik alan bilgisine sahip olması gerekmektedir (Davis vd., 2008; Günther vd., 2019; Henze, van Driel, & Verloop, 2007, 2008; van Driel & Verloop, 2002). Pedagojik alan bilgisi, bir öğretmenin belirli bir konuyu öğrencilerin anlamlı öğrenmesini sağlayacak şekilde öğretimi planlamasını ve öğretimi gerçekleştirmesini sağlayan öğretmenlere özgü bir bilgidir (Shulman, 1986). Buradan hareketle modelleme ve model konusundaki pedagojik alan bilgisine sahip fen alanındaki bir öğretmen, farklı öğrenim seviyesinde bulunan tüm öğrencilerin bilimsel modellerle ilgili temel fen kavramlarını ve bilimsel modellerin doğasını öğrenmelerini ve bilimsel model oluşturabilmelerini sağlayacak şekilde bir fen konusunun öğretimini düzenleyebilir ve bu konuyu öğretebilir (Davis vd., 2008). Böylece öğrenciler modellerin yapısını ve işlevini, model çeşitlerini, çoklu modellerin varlığını, modellerin test edilmesini ve modellerin değişebilir doğasını öğrenebilirler (Günther vd., 2019). Modeller ve modelleme konusundaki pedagojik alan bilgisini inceleyen araştırmaların çoğunluğu var olan pedagojik alan bilgisi tanımını (Shulman, 1986; Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999) modeller ve model kullanımı için uyarlanarak kullanırken (Davis vd., 2008; Henze vd., 2007, 2008; van Driel & Verloop, 2002) sadece bir çalışma kendi tanımını oluşturmuştur (Günther vd., 2019). Fen alanındaki öğretmen ve öğretmen adayları ile yürütülen araştırmalarda yaygın olarak kullanılan tanıma göre pedagojik alan bilgisi beş bileşenden oluşmaktadır; öğretmenin fen öğretimi amaçları (yönelimleri), öğretmenin öğretim programları konusundaki bilgisi, öğretmenin öğrencilerin anlayışları hakkındaki bilgisi, öğretmenin öğretim stratejileri bilgisi ve öğretmenin ölçme-değerlendirme bilgisidir (Magnusson vd., 1999). Modelleme ve model kullanımı konusundaki pedagojik alan bilgisine odaklanan araştırmalardan biri biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modellerin doğası konusundaki yeterliklerini artıracak öğretim stratejileri bilgisine (Günther vd., 2019) ve iki tanesi fen öğretmen adaylarının ve öğretmenlerinin (Davis vd., 2008) ve fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin (van Driel & Verloop, 2002) modelleme ve modellerin doğası konusundaki öğretim stratejileri ve öğrencilerin anlayışları hakkındaki bilgilerine odaklanmıştır. Bu konudaki araştırmalardan daha kapsamlı olan iki çalışma (Henze vd., 2007, 2008) farklı fen alanlarındaki (fizik, biyoloji ve kimya) lise öğretmenlerinin modelleme ve modellerin doğası konusundaki öğretim stratejileri, öğrencilerin anlayışları, öğretim programı ve ölçme-değerlendirme bilgilerini araştırmıştır. Bu çalışmalar öğretmenlerin bazılarının modellerle ilgili fen kavramlarını öğretmeye odaklanırken bazı öğretmenlerin hem fen kavramları hem de modelleme ve modellerin doğası konusundaki pedagojik alan bilgisine sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır (Davis vd., 2008; Henze vd., 2007, 2008). Modelleme ve modellerin doğası konusunda pedagojik alan bilgisine sahip öğretmenlerin öğrenci merkezli bir öğretim yaklaşımına sahip oldukları, bilimi "bilgi oluşturma ve geçerleme yolu" olarak algıladıkları, öğretim programında modelleme ve modeller konusundaki kazanımlar hakkında bilgili oldukları da önemli bulgular arasındadır (Henze vd., 2007, 2008). Öğretmenlerin modelleme tecrübeleri edinmeleri, öğretim etkinliklerini modelleme ve modellerin doğasını öğretme yeterlilikleri açısından analiz etmeleri ve yetersiz olanları yeniden tasarlamaları (Günther vd., 2019), modelleme ve modellerin doğasına yönelik örnek öğretim materyalleri (Davis vd., 2008) ve modelleme ve modellerin doğası konusunda öğretim deneyimine sahip olmaları (Henze vd., 2007, 2008) onların bu konudaki pedagojik alan bilgilerini geliştiren önemli kaynaklar olmuştur.

Fen bilimleri öğretiminde önemli bir yere sahip olan modeller üzerine alanyazında öğretmen, öğretmen adayı ve öğrencinin görüşlerinin alındığı birçok çalışma yer almaktadır. Bu araştırmalar öğretmen ve öğretmen adaylarının modelleri; gerçeğin bir taklidi olarak değil bilimsel bir olayın temsili olarak gördüklerini (Aslan & Yedigaroğlu, 2013; Berber & Güzel, 2009; Ergin, Özcan, & Sarı, 2012; Güneş vd., 2004; Harman, 2012; Köksal & Yıldırım, 2016), modelleri soyut kavramları somutlaştıran, öğrenmeyi derinleştiren, daha kolay bir anlatım sağlayan, kavramların zihinde canlanmasına yardımcı olan görsel bir materyal; nesne ya da 3 boyutlu şekil olarak tanımladıklarını (Harman, 2012) ortaya çıkarmıştır. Alanyazın incelendiğinde öğretmen ve öğretmen adaylarının kendilerine verilen örneklerin model olup olmadığı

konusunda kararsız olduğu ve kendilerinden model örneği istendiğinde ise birtakım eksikliklerinin olduğu görölmektedir (Ergin vd., 2012; Harman, 2012; Köksal & Yıldırım, 2016). Lisans ve lisansüstü eğitim alan öğretmenler arasında ise modellere bakış açısı anlamında anlamlı bir fark görölmemiştir (Ergin vd., 2012). Öğretmenler ve öğretmen adayları bir durum, olgu ya da kavramın açıklanmasında bir modelin yetersiz olabileceğini ve birden çok model kullanımının gerekeceğini; bir modelin temsil ettiği hedefin farklı yönlerini de temsil etmek için çoklu model kullanımının gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Oh & Oh, 2011). Çoklu model kullanımının bir diğer sebebi ise bilimde bir şeyi açıklamanın birden çok yolu olmasıdır. Bu durum aynı zamanda bir şeyin birden çok modelle açıklayabilme olanağı sağlamaktadır (Oh & Oh, 2011). Ergin vd. (2012) ve Berber ve Güzel (2009) yaptıkları araştırmalarda öğretmenlerin çoklu model kullanımına karşı olumlu bir tutum sergilediğini tespit etmişlerdir. Miller (2001) çoklu model kullanan bilim insanlarının bilimsel anlamda daha yaratıcı olabileceğini belirtmiştir. Modeller de süreç içerisinde bilimsel bilgi gibi gelişmeye ve değişime açıktır. Tarihsel süreç içerisinde bilim insanları olgu, olay ve kavramları açıklamak için farklı modeller geliştirmişlerdir. Bilimsel bilgi geliştikçe ve değiştikçe modeller de bu durumdan etkilenmiş; daha gelişmiş modeller ortaya konulduğça eski modeller geçersiz kılınmakla birlikte tarihsel model halini almıştır (Gilbert vd., 2000). Öğretmen ve öğretmen adaylarının modelin doğası hakkındaki görüşlerinin incelendiği çalışmalarda; model ve modelin doğası ile ilgili bazı bilgilerinin eksik olduğu tespit edilmiştir (Berber & Güzel, 2009; Ergin vd., 2012; Harman, 2012). Bazı öğretmen ve öğretmen adayları modellerin değişemeyeceğini belirtmiştir. Bu durumun farklı disiplinlere göre de değişim gösterdiği, bu değişimin matematik, fizik ve kimya disiplinlerine ait öğretmenlerde belirgin bir şekilde göröldüğu tespit edilmiştir (Ergin vd., 2012).

## 2. Yöntem

“İlköğretim fen bilimleri dersi öğretmenlerinin öğretimde model kullanım yaklaşımları nasıldır?” araştırma sorusuna yanıt aranan bu araştırma nitel bir araştırma olup, araştırma doküman incelemesi deseni ile yürütölmüştür.

### 2.1. Etik Kurul İzni

Araştırma için gerekli etik izin (Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İnsan Araştırmaları Etik Kurulu, 27.06.2019, 598 protokol numaralı) araştırma yürütölmeye başlamadan önce alınmıştır. Ayrıca, araştırma başında araştırmaya katılan öğretmenlere araştırma ile ilgili bilgilendirme yapılmış ve gönüllü katılım formları aracılığı ile izinleri alınmıştır. Araştırma katılımcılarına, kişisel bilgilerin gizli tutulacağı ve fiziksel ya da psikolojik olarak etkilenmemelerinin temin edilerek (Fraenkel & Wallen, 2000) etik ilkelerin göz önünde bulundurulması sağlanmıştır.

### 2.2. Veri Toplama

#### 2.2.1. Araştırma grubu

Araştırmaya Milli Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı ilk ve ortaokul seviyesindeki (3-8. Sınıflar) okullarda görev yapan 36 fen bilimleri dersi öğretmeni katılmıştır. Lisans eğitimi olarak MEB'e bağlı okullarda ilk (3. ve 4. sınıflar) ve orta (5., 6., 7. ve 8. sınıflar) düzeyde fen bilimleri öğretimi yapan kişi olarak tanımlanan fen bilimleri dersi öğretmenlerinin çoğunluğunun (33 kişi) ortaokulda (5. ve 8. sınıflar arasında) fen bilimleri öğretimi yapan fen bilimleri dersi öğretmenleri olduğu (%92) görölmektedir. Bununla birlikte, branşı sınıf öğretmeni olup, ilkokulda (3. ve 4. sınıflarda) fen bilimleri öğretimi yapan 3 öğretmen de araştırmaya katılmıştır (%8). Öğretmenlerin 19'unu (%53) erkekler ve 17'sini (%47) kadınlar oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğretmenlerin araştırma için temel değişken olan mesleki deneyim düzeyleri incelendiğinde, 13 öğretmenin 0-4 yıl arası (%36), 14 öğretmenin 5-14 yıl arası (%39), 9 öğretmenin 15 yıldan fazla (15+, %25) öğretmenlik deneyimine sahip olduğu belirlenmiştir.

#### 2.2.2. Araştırma dokümanları

Araştırmada nitel araştırma yaklaşımları esas alınmakta ve “Doküman İncelemesi” deseni kullanılmaktadır. Doküman incelemesi araştırılmak istenilen olgu/olgular hakkında bilgi içeren materyallerin analizini yapar (Yıldırım & Şimşek, 2005). Buna göre, fen bilimleri dersi veren öğretmenler, fen öğretiminde model ve model kullanımına dair teorik bilgilerini, düşüncelerini, tercihlerini, sınıf içi uygulamalarını ve



deneyimlerini ifade etmelerine olanak sağlayan yansıtıcı sorular doğrultusunda öz değerlendirme formlarını oluşturmuşlardır. Öz değerlendirme formundaki sorular Ek-1'deki gibidir. Buna göre öz değerlendirme formu 6 temel açık uçlu ve 13 alt sorudan olmak üzere toplam 19 sorudan oluşmaktadır.

### 2.2.3. Veri analizi

Üç farklı mesleki deneyim seviyesindeki 36 fen bilimleri dersi öğretmeninin oluşturdukları dokümanlar olan öz değerlendirme formları içerik analizine tabi tutulmuştur. Analizlerde, öz değerlendirme formundaki ilk 6 açık uçlu soru kendi içlerinde veriden ortaya çıkan kodlar doğrultusunda incelenmiş, 13 alt soru ise alanyazın ışığında geliştirilen ve Tablo 1'de sunulan kod listesi ile analiz edilmiştir

**Tablo 1**

Öz Değerlendirme Formu Analizlerinde Kullanılan Kod Listesi

Kriter	Kodlar ve Kod tanımları
Disiplin	Modellerin hangi disipline ait olduğu (fizik, kimya, biyoloji)
Konum	Modelin hangi üniteye bulunduğu
Kullanım Amacı	Modellerin hangi amaçla kullanıldığı (konuya ilgi çekme, yeni konuyu tanıtmaya, öğrenmeyi derinleştirme, konuları ayırt etme)
Model Çeşidi	Kullanılan modelin türü (matematiksel, ölçeklendirme, ikonik-sembolik, pedagojik-analojik, teorik)
Çoklu Model Kullanımı	Aynı konu için birden fazla model kullanımı (bir çeşit modelin birden çok ya da farklı çeşit modellerin birlikte kullanımı)
İşlev	Modelin hangi görevde kullanıldığı (tanımlayıcı, açıklayıcı)
İlişkilendirme	Modellerin temsil ettiği durum, sistem, ya da olgu arasındaki benzerlik (yapısal, fonksiyonel, yapısal-fonksiyonel)
Soyutlama Durumu	Kaynak ve hedefin hangi bilişsel durumda olduğu (soyut-soyut, soyut-somut, somut-soyut, somut-somut)
Etkinlik	Model kullanırken kimin daha çok etkin olduğu (öğretmen, öğrenci, öğretmen-öğrenci)
Sunum Ortamı	Modelin daha çok hangi şekilde (ortamda) sunulduğu (düz anlatım, hikayeleştirme, soru-tartışma, etkinlik)
Modellemeyi Teşvik Etme	Modellerin öğrenmede modellemeyi teşvik etme durumu (öğrenmede düşünme araçları, öğrenmede ezberlenecek temsiller)
Tarihsel Gelişime İşaret	Modellerin tarihsel gelişiminden ne ölçüde bahsedildiği (hiç, bazen, her zaman)
Sınırlılık	Modellerin temsil ettiği durum, sistem, ya da olgudan ayrılan (benzemeyen) yönleri

Bu tablo Didiş (2015) ve Thiele ve Treagust (1994a, 1994b) çalışmalarından revize edilerek hazırlanmıştır.

Böylece, Tablo 1'deki kodlar ile öğretmenlerin fen öğretimi için bahsettiği modeller için "Disiplin", "Konum", "Kullanım Amacı", "Model Çeşidi", "Çoklu Model Kullanımı", "İşlev", "İlişkilendirme", "Soyutlama Durumu", "Etkinlik", "Sunum Ortamı", "Modellemeyi Teşvik Etme", "Tarihsel Gelişime İşaret" ve "Sınırlılık" durumları tanımlanarak model kullanımı ve özellikleri ortaya konulmuştur.

### 2.2.4. Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada veri toplama ve veri analiz süreçlerinin her ikisinde de geçerlik ve güvenilirlik olguları göz önünde bulundurulmuştur. Fen bilimleri dersi öğretmenlerinin öğretimde model kullanımına ilişkin oluşturdukları öz değerlendirme formundaki sorular fen eğitimi alanı uzman görüşü alınarak gelen dönütler doğrultusunda son haline getirilmiş (Ek) ve öz değerlendirme formu ile elde edilen verinin geçerliği sağlanmıştır. Ayrıca veri analizlerinde seçilen öz değerlendirme formları, araştırma sorularına uygun bir biçimde belirlenen kodlar eşliğinde (Tablo 1) araştırmacılar tarafından analiz edilmiş, kodlamalarda maksimum uyuma erişmek üzere tartışılarak güvenilirlik için tutarlılık sağlanmaya çalışılmıştır. Böylece çalışmanın gerekli aşamalarında geçerlilik ve güvenilirlik önlemleri alınmış olup elde edilen sonuçların daha yüksek doğruluk ve kesinlikle tartışılabilmesine imkân sağlanmıştır.

## 3. Bulgular

MEB'e bağlı ilk ve ortaokul seviyesindeki (3-8. Sınıflar) okullarda görev yapan 36 fen bilimleri dersi öğretmeninin oluşturduğu öz değerlendirme formlarının içerik analizi sonucunda farklı mesleki deneyim seviyelerindeki öğretmenlerde fen öğretiminde modeller ve model kullanımına ilişkin bazı farklılıklar

tespit edilmiştir. Öğretmenlerin öz değerlendirme formunun ilk altı açık uçlu sorusundaki modeller ile ilgili açıklamalarının farklı mesleki deneyim seviyelerine göre dağılımı Tablo 2'deki gibidir.

**Tablo 2.**

Öz Değerlendirme Formunun İlk Altı Açık Uçlu Sorusundaki Modeller ile İlgili Açıklamalarının Farklı Mesleki Deneyim Seviyelerine Göre Dağılımı

Modellerin;	Fen Bilimleri Dersi Öğretmenlerinin Mesleki Deneyim Seviyeleri		
	0-4 yıl	5-14 yıl	15+ yıl
Tanımları	Örnek nesne- materyal (%24)	Soyut kavramları somutlaştıran materyal (%21)	Üç boyutlu şekil (%25)
Örnekleri	Sistemler (%14)	Atom modelleri (%10)	Formüller (%8) İnsan vücudu (%8) Hücre (%8) DNA (%8) Dünya (%8)
Öğrencilerin konuları anlamasında etkisi	Konuyu somutlaştırma (%46)	Konuyu somutlaştırma (%35)	Konuyu daha iyi anlamlandırmalarını sağlama (%25)
Derslerde kullanılma sıklıkları	Konu bazında (%29) Gerekli oldukça (%29) Her zaman (%29)	Konu bazında (%29) Her zaman (%29)	Mümkün oldukça (%33)
Alanyazındaki tanımlarının öğretmenler tarafından tercihi	Önemli öğrenme araçları (%46)	Önemli öğrenme araçları (%62)	Önemli öğrenme araçları (%44) Önemli öğretim araçları (%44)
Öğretmenler tarafından derslerde kullanılma durumu	Evet (%92)	Evet (%93)	Evet (%78)

Araştırmaya katılan fen bilimleri dersi öğretmenleri fen bilimleri öğretiminde model kelimesinin kendileri için ifade ettiği anlama yönelik üç boyutlu şekil, örnek nesne-materyal, soyut kavramları somutlaştıran materyal, öğrenmeye yardımcı materyal, görsel materyal, anlatılan konuyu destekleyici materyal, gösterim ve simülasyon, gerçeği temsil eden materyal, öğretim çeşidi, basite indirgenmiş şekiller, sistematik işlemler, strateji ve süreç, sembol, formül gibi farklı tanımlamalarda bulunmuşlardır. Tablo 2'de görüldüğü gibi az (0-4 yıl) ve orta düzeyde (5-14 yıl) deneyime sahip öğretmenler modeli daha çok öğretime yardımcı olan "materyal" olarak tanımlamakta ve tanımlarında modellerin örnek nesne ve somutlaştırmadaki rollerini vurgulamaktadırlar. Çok deneyime (15+ yıl) sahip öğretmenler ise modelleri öğretimden bağımsız üç boyut özelliği ile tanımlamakta ve dolaylı olarak ölçeklendirme modellerini işaret etmektedir. Benzer yaklaşım modellerin öğrencilerin konuları anlamasındaki etkisinde de görülmektedir. Araştırmaya katılan fen bilimleri dersi öğretmenleri kullandıkları modellerin öğrencilerin fen bilimleri konularını anlamalarında etkili olduğundan bahsetmişlerdir ancak az (0-4 yıl) ve orta düzeyde (5-14 yıl) deneyime sahip öğretmenler fen konularını anlamadaki etkisinde daha çok "somutlaştırma" vurgusu yaparken, çok deneyime (15+ yıl) sahip öğretmenlerin "anlamlandırma" vurgusu yapması bu öğretmenlerin model tanımlamalarıyla (üç boyutlu şekil) paraleldir. Öğretmenler modellere çok sayıda örnek vermişlerdir. Modeller için birden çok öğretmen tarafından verilen örnekler; "kan dolaşımı, kalp, duyu organları, formüller, basit makineler, elektrik devre ve şemaları, çiçek, güneş, ay, periyodik tablo, iskelet sistemi, gezegenler, güneş sistemi, insan vücudu, hücre, DNA, sistemler, dünya ve atom modelleri" olurken, "duyu organları", "güneş", "ay", "dünya", "gezegenler", "hücre", "DNA", "insan vücudu", "sistemler" ve "atom modelleri" tüm farklı mesleki deneyim gruplarındaki öğretmenler tarafından en az bir kez model örneği olarak verilmiştir. Tablo 2'de her bir grupta en çok verilen örnekler görülmektedir. Örneklerin dağılımı incelendiğinde en fazla deneyime (15+ yıl) sahip öğretmenleri tarafından en çok verilen model örneklerinde çeşitliğin daha fazla olduğu ve örneklerin fizik, kimya ve biyoloji disiplinlerinin tamamını kapsar nitelikte olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin derslerinde model kullanma sıklıkları mesleki

deneyim seviyesine göre incelendiğinde az (0-4 yıl) ve orta düzeyde (5-14 yıl) deneyime sahip öğretmenlerin modelleri çoğunlukla “konu bazında” ve “her zaman” kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Ancak çok deneyime (15+ yıl) sahip öğretmenler modelleri daha çok mümkün olduğunca kullanma eğiliminde olduklarını dile getirmektedir.

Alanyazında modellerle ilgili yapılan tanımlardan (modeller bilimin temel ürünleridir, modeller bilimin temel araçlarıdır, modeller önemli öğrenme araçlarıdır ve modeller önemli öğretim araçlarıdır) (Coll vd., 2005; Gilbert, 1993; Harrison & Treagust, 1998) bu araştırmadaki öğretmenlerin en çok hangisine katıldıklarını ifade etmeleri istendiğinde yine az (0-4 yıl) ve orta düzeyde (5-14 yıl) deneyime sahip öğretmenler benzer şekilde, yani çoğunlukla modellerin öğrenme araçları olduğunu ifade ederken, daha fazla deneyime (15+ yıl) sahip öğretmenler çoğunlukla modellerin hem önemli öğrenme hem de öğretim araçları olduğuna dikkat çekmektedir (Tablo 2). Çalışmaya katılan fen bilimleri dersi öğretmenlerinin büyük çoğunluğu fen bilimleri konularını anlatırken model kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenlerin mesleki deneyimlerine göre bu durum incelendiğinde bu oranın çok deneyime (15+ yıl) sahip deneyime sahip öğretmenlerde diğer gruplara göre düşük (%78) olduğu görülmektedir.

Bu araştırmada öz değerlendirme formunda model kullandığını belirten farklı mesleki deneyim gruplarındaki öğretmenlerin model kullanma yaklaşımları daha yakından incelenmiştir. Tablo 3'te bu öğretmenlerin çoğunlukla belirttiği ifadeler yer almaktadır.

**Tablo 3.**

Öz Değerlendirme Formunda Model Kullandığını Belirten Öğretmenlerin Açıklamalarının Farklı Mesleki Deneyim Seviyelerine Göre Dağılımı

<i>Modellerin;</i>	<b>Fen Bilimleri Dersi Öğretmenlerinin Mesleki Deneyim Seviyeleri</b>		
	0-4 yıl	5-14 yıl	15+ yıl
Kullanıldığı disiplin	Fizik (%61)	Fizik (%58)	Fizik (%57)
Kullanıldığı konu	Dünya ve Evren (%25)	Vücudumuz (%31)	Dünya ve Evren (%30)
Kullanım amacı	Öğrenmeyi derinleştirme (%47)	Öğrenmeyi derinleştirme (%62)	Öğrenmeyi derinleştirme (%40) Konuya ilgi çekme (%40)
Çeşidi	İkonik-Sembolik (%36) Pedagojik-analojik (%36)	Ölçeklendirme (%53)	Ölçeklendirme (%36)
Çoklu kullanımı	Evet (%83)	Evet (%54)	Evet (%71)
İşlevi	Açıklayıcı (%92)	Açıklayıcı (%77)	Açıklayıcı (%100)
İlişkilendirmesi	Yapısal-fonksiyonel (%75)	Yapısal-fonksiyonel (%92)	Yapısal-fonksiyonel (%100)
Soyutlama durumu	Soyuttan somuta (%73)	Soyuttan somuta (%55)	Soyuttan somuta (%64)
Etkinlik durumu	Öğretmen-öğrenci (%75)	Öğretmen-öğrenci (%69)	Öğretmen-öğrenci (%57)
Sunum ortamı	Etkinlik (%50)	Düz anlatım (%41)	Düz anlatım (%56)
Modellemeyi teşvik etme durumu	Öğrenmede düşünme araçları (%100)	Öğrenmede düşünme araçları (%100)	Öğrenmede düşünme araçları (%100)
Tarihsel gelişime işareti	Hiç (%42) Bazen (%42)	Hiç (%69)	Hiç (%86)
Sınırlılığı	Bazen (%67)	Bazen (%62)	Bazen (%43)

“Fen bilimleri konularının öğretiminde model kullanıyor musunuz?” sorusuna (6. Soru) evet cevabını veren (%89) öğretmenlere hangi konularda ve neden bu konularda model kullanmayı tercih ettikleri sorulmuştur. Tablo 3’e göre fen bilimleri öğretmenlerinin hepsi mesleki deneyimden bağımsız olarak modeli en çok fizik konularını anlatırken kullandıklarını dile getirmektedir. Öğretmenlerin en çok model kullandığı konuların ise “Dünya ve Evren” ile “Vücudumuz” konuları olduğu görülmektedir. Tüm farklı deneyim gruplarındaki fen bilimleri öğretmenlerinin modelleri kullanma amacı çoğunlukla öğrenmeyi derinleştirmedir. Ancak çok deneyime (15+ yıl) sahip öğretmenler bu amacın yanında büyük oranda modelleri konuya ilgi çekme amacı ile de kullandıklarını söylemişlerdir. Bu durum da model kullanım amacında çeşitliliğe işaret etmektedir. Diğer gruplara göre az deneyime (0-4 yıl) sahip olan öğretmenler derslerinde çoğunlukla ikonik-sembolik ve pedagojik-analojik modelleri kullanırken, diğer gruplar (5-14 yıl ve 15+ yıl) ölçeklendirme modellerini kullandıklarını ifade etmektedir. Katılım oranlarında farklılaşmalar olsa da fen öğretiminde çoklu model kullanımı, modellerin işlevi, ilişkilendirmesi, soyutlama durumu, etkinlik durumu ve modellemeyi teşvik etme durumu ile ilgili çoğunlukla seçilen yaklaşımlar deneyim seviyesinde farklılık oluşturmamaktadır. Tabloya göre tüm öğretmenler derslerinde aynı konu için birden fazla model kullanımını (bir çeşit modelin birden çok ya da farklı çeşit modellerin birlikte kullanımı) farklı oranlarda tercih etmektedir. Tüm mesleki deneyim gruplarındaki öğretmenler çoğunlukla tek modelin yetersiz kalabilmesi ve bir durumun birden fazla model ile açıklanabilmesi nedeniyle çoklu model kullanımına olumlu yaklaşırken ancak model hazırlama sürecinin zor ve uzun olması, çoklu model kullanımının dikkat dağıtabileceği düşüncesi, maliyet, mevcut imkânlar ve zamanın yetersiz olması gibi dezavantajlar nedeni ile her grupta bazı öğretmenler çoklu model kullanımına olumlu yaklaşmamaktadır. Tablodaki tüm gruplar modellerin açıklayıcı görevlerinin soyut olguları somutlara benzetimde kullanımını vurgulamakta ve fen öğretiminde kullandıkları modellerin temsil ettiği durum, sistem, ya da olgu arasındaki benzerliklerin yapısal-fonksiyonel şekilde olduğunu belirtmektedir. Ayrıca tüm deneyim gruplarında fen bilimleri dersi öğretmenleri model kullanırken öğretmen ve öğrencinin birlikte etkin olması gerektiğini ve kullandıkları modellerin öğrenmedeki durumunun modellemeyi teşvik etme olduğunu ifade etmektedir. Diğer gruplara göre az deneyime (0-4 yıl) sahip olan öğretmenler çoğunlukla modelleri etkinlikler yaparak kullandıklarını, diğer gruplar (5-14 yıl ve 15+ yıl) ise düz anlatımla öğretim sürecinde modellere yer verdiklerini belirtmektedir. Modelleri kullanırken tüm gruplarda çoğunlukla modellerin tarihsel gelişimine vurgu yapılmadığı belirtilmekte ancak az deneyimli (0-4 yıl) öğretmenlerden ise hiç kullanmayanlar kadar bazen yer verenler de çoğunluktadır. Yine tüm mesleki deneyim gruplarındaki öğretmenlerin modellerin temsil ettiği durum, sistem ya da olgudan ayrılan (benzemeyen) yönlerinden, yani modellerin sınırlılığından, bazen bahsettikleri görülmektedir.

#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışma ilk ve ortaokul seviyesinde (3-8. Sınıflar) fen bilimleri dersi veren farklı mesleki deneyim seviyelerindeki 36 öğretmenin fen öğretiminde model kullanımını araştırmakta ve mesleki deneyime dayalı farklılıkları pedagojik alan bilgisi teorik çerçevesiyle incelemektedir.

Bu araştırmaya katılan öğretmenlerin yaptığı model tanımları genel olarak Harman’ın (2012) öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmadaki “gerçeği temsil eden materyal”, “soyut kavramları somutlaştıran materyal”, “görsel materyal”, “örnek nesne”, “3 boyutlu şekil”, “anlatımı kolaylaştıran ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan materyal” şeklindeki model tanımları; Aktan’ın (2013) fen bilimleri dersi öğretmenleri ile yapmış olduğu çalışmadaki “bir temsil”, “bir fikir” veya “bir görüntü” şeklindeki kullanımları ile Güneş vd.’nin (2004) eğitim fakültelerindeki fen ve matematik alanları öğretim elemanları ile yaptığı çalışmadaki “tablo”, “formül”, “kimyasal sembol”, “şemalar”, “maket ve oyuncaklar” şeklindeki model tanımlamaları ile benzerlik göstermektedir. Ancak mevcut araştırmalarda mesleki ya da akademik deneyim bir değişken olarak ele alınmamıştır. Bu araştırmada farklı mesleki deneyim gruplarındaki model tanımları incelendiğinde daha az deneyime (0-4 yıl, 5-14 yıl) sahip olan öğretmenlerin modellerin materyal boyutuna vurgu yaparken, en fazla (15+ yıl) deneyime sahip olanların modelleri üç boyutlu şekil olarak tanımladıkları açığa çıkmıştır. Bu durum modellerin öğretim sürecinde çoğunlukla sadece örnek olarak gösterilmesi bulgusu ile uyum içindedir (Davis vd., 2008). Daha az deneyime sahip olan öğretmenlerin okullarda öğretim amaçlı kullanılan modelleri düşündükleri ve modelleri bir öğretim aracı olarak tanımladıkları, daha fazla deneyime sahip olanların ise modellerin doğasını tanımlarında öne çıkardıkları söylenebilir. Bu durum modellerin fen öğrenimi sürecinde farklı rollerde olması ve öğretmenlerin bu rollerin farkında olması ile açıklanabilir. Modeller fen öğreniminde öğretim amaçlı modeller ve üzerinde

görüş birliğine varılmış bilimsel modeller olarak karşımıza çıkabilir (Gilbert & Boulter, 2000). Daha az deneyime sahip olan öğretmenlerin tanımlarında öğretim amaçlı modellere yer vermesi öğretim programının, ders kitaplarının, öğretim programına uygun materyallerin (ör. Eğitimde Bilişim Ağı) daha az deneyime sahip öğretmenlerin modeller ve modelleme konusundaki alan bilgilerini etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu düşünüldüğünde beklenen bir durumdur (Arzi & White, 2007).

Çalışmaya katılan 36 fen bilimleri dersi öğretmeni atom modelleri, dünya, hücre, DNA ve sistemler vb. çok sayıda farklı model örneği vermiştir. Öğretmenlerin bu tanımları mesleki deneyimden bağımsız olarak alan yazında yapılan çalışmalarda belirlenen “Bohr atom modeli”, “DNA sarmalı”, “matematiksel eşitlikler”, “dünya”, “hücre”, “insan vücudu”, “güneş sistemi”, “çiçeğin kısımları”, “haritalar”, “seri ve paralel bağlı devre şemaları”, “kan dolaşımı sistemleri”, “grafikler”, “kimyasal denklemler”, “Newton Kanunları” vb. ile benzerlik göstermektedir (Berber & Güzel, 2009; Harman, 2012). Bu araştırmada mesleki deneyimi fazla (15+ yıl) olan gruptaki öğretmenlerin model örnekleri incelendiğinde farklı bilim dallarından ve daha fazla sayıda model örneği verdikleri gözlenmiştir. Bir fen öğretmenin farklı konuların öğretiminde kullanılabilecek modeller hakkında bilgi sahibi olması ve öğretimde bu modelleri kullanması bu öğretmenin pedagojik alan bilgisinin konuya özgü öğretim stratejileri bilgisi açısından gelişmiş olduğunun bir göstergesidir (Magnusson vd., 1999). Fazla deneyime sahip öğretmenlerin farklı alanlardan daha fazla sayıda model örneği vermesi deneyimli öğretmenlerin öğretim stratejileri bilgisi açısından deneyimi az olan öğretmenlere göre daha iyi oldukları bulgusu ile uyum içindedir (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018). Ayrıca bu durum mesleki deneyimin öğretmenlerin pedagojik alan bilgisinin gelişimini sağlayan en önemli faktörlerden biri olması ile açıklanabilir (Friedrichsen vd., 2009; Grossman, 1999).

Fen bilimleri dersi öğretmenleri mesleki deneyim ayırt etmeksizin fen öğretiminde kullanılan birçok modelin öğrencilerin konularını anlamalarında etkili olduğu konusunda görüş birliğine sahiptir. Alanyazındaki çalışmalarda öğretmenlerin soyut kavramları somutlaştırmadaki (Köse & Gül, 2016) ve kavram yanlışlığının önlenmesi ve giderilmesindeki etkileri sebebiyle modelleri kullandıkları yer almaktadır (Chambers & Andre, 1997; Köse & Gül, 2016). Bu araştırmada modellerin öğrencilerin konuları anlamasındaki etkisi daha fazla deneyime (15+ yıl) sahip olan öğretmenler tarafından vurgulanmıştır. Pedagojik alan bilgisinin bir öğretmenin belirli bir konuyu öğrencilerin anlamlı öğrenmesini sağlayacak şekilde öğretim yapmasını sağlayan bir bilgi olduğu (Shulman, 1986) ve mesleki deneyimin bu bilginin gelişimini etkileyen önemli bir etmen olduğu (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018; Friedrichsen vd., 2009; Grossman, 1999) düşünüldüğünde daha fazla deneyime sahip öğretmenlerin modellerle öğrencilerin konuyu anlamlandırmalarını sağlama vurgusu yapmaları açıklanabilir. Bu durumun bir diğer sebebi de daha fazla deneyime sahip öğretmenlerin pedagojik bilgilerinin bir bileşeni olan öğrenme-öğretme konusundaki bilgi ve inançlarının daha öğrenci merkezli olması olabilir (Henze vd., 2007, 2008).

Öğretmenlerin derslerinde modelleri kullanma sıklıkları incelendiğinde daha az deneyime (0-4 yıl, 5-14 yıl) sahip olan öğretmenlerin modelleri konu bazında ve her zaman kullanmayı tercih ederken daha fazla deneyime (15+ yıl) sahip olan öğretmenlerin mümkün oldukça kullandıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğretmenlerin modelleri derslerde kullanma durumlarına yönelik analizler daha fazla mesleki deneyime (15+ yıl) sahip öğretmenlerin az deneyime (0-4 yıl, 5-14 yıl) sahip olanlara göre daha azının modelleri kullandığını göstermiştir. Bu bulgular deneyimli öğretmenlerin modelleri öğrencilerin konuyu anlamlandırma amacıyla kullanmaları ile uyum içindedir. Farklı deneyim gruplarındaki öğretmenlerin kullanma sıklıkları ve kullanma durumları açısından farklılık göstermesinin bir diğer sebebi öğretmenlerin modellere ve modelleme etkinliklerine yönelik tutumları açısından farklılık göstermesi olabilir (Van Driel & Verloop, 2002). Duyuşsal faktörlerin pedagojik alan bilgisini ve model kullanımına yönelik öğretim stratejileri bilgisini etkileyen önemli etmenler arasında yer aldığı düşünüldüğünde (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018; Park & Oliver, 2008) tutumun modellerin öğretim sürecinde kullanılma sıklığını ve kullanma durumlarını etkilemesi beklenen bir durumdur.

Alanyazındaki model tanımlarının fen bilimleri dersi öğretmenleri tarafından tercihine yönelik analizler daha az deneyime (0-4 yıl, 5-14 yıl) sahip öğretmenlerin çoğunluğunun modelleri önemli öğrenme araçları olarak tanımlamayı tercih ettikleri ortaya çıkmıştır. Bu bulgu daha az deneyime sahip olan öğretmenlerin modellerin konuyu somutlaştırarak öğrencilerin anlamasına katkısı olduğunu düşünmesi ve model tanımlarında öğretim sürecinde kullanılan materyal boyutunu öne çıkarmaları bulguları ile uyumludur. Az deneyime sahip olan öğretmenler modelleri materyal olarak tanımladıklarından bu materyalleri konuyu somutlaştırmak ve böylece öğrenmeyi sağlamak için kullanabilirler. Daha fazla deneyime (15+ yıl) sahip öğretmenlerin ise modelleri hem öğrenme hem de öğretme araçları olarak ele aldıkları belirlenmiştir. Bu

durum da daha fazla mesleki deneyimi olan öğretmenlerin modelleri üç boyutlu şekil olarak tanımlamaları ve modellerin öğrencilerin konuyu anlamlandırmalarına etkisi olduğunu düşünmeleri bulguları ile uyum içerisindedir. Deneyimi fazla olan öğretmenler üç boyutlu şekil olarak tanımladıkları modelleri öğretim sürecinde öğrencilerin model üzerinde çalışarak konuyu anlamlandırmaları için kullanabilirler. Fazla ve az deneyime sahip öğretmenlerin alanyazındaki model tanım tercihi arasındaki fark aynı zamanda öğretmenlerin mesleki bilgilerinin örtük bir yapıda olması ile de açıklanabilir (Loughran, Mulhall, & Berry, 2004). Daha fazla deneyime sahip olan öğretmenler tecrübelerinin etkisi ile (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018; Friedrichsen vd., 2009; Grossman, 1999) mesleki bilgilerini açık hale getirebilir ve modelleri hem öğrenme hem de öğretme aracı olarak tanımlayabilirler.

Modellerin fen bilimleri öğretiminde en fazla kullanıldığı disiplinin fizik olduğu farklı deneyim gruplarının hepsinde ortaya çıkmıştır. Bu bulgu fen bilimleri öğretmenlerinin fizik konularında biyoloji ve kimya konularına göre daha çok model kullandıkları bulgusu ile uyum içindedir (Harrison, 2001). Diğer konularda daha az kullanmaları bu konularda model kullanımı konusunda etkili öğretim materyallerinin mevcut olmaması ile de açıklanabilir (Davis vd., 2008). Modellerin öğretimde en çok kullanıldığı konu incelendiğinde ise en az (0-4 yıl) ve en fazla (15+ yıl) deneyime sahip olan öğretmenlerin “Dünya ve Evren” konusunda, orta düzeyde deneyimi (5-14 yıl) olanların ise “Vücudumuz” konusunda model kullandıkları belirlenmiştir. Bu durumun çeşitli sebepleri olabilir. Birincisi en az ve en fazla deneyime sahip olan öğretmenlerin “Dünya ve Evren” konusundaki alan bilgileri yeterli düzeyde iken orta düzeyde deneyimli olanların “Vücudumuz” konusundaki alan bilgileri iyi olabilir (Günther vd., 2019; Henze, 2008; Shulman, 1986). Ayrıca öğretmenlerin görev yaptıkları okullarda her konunun öğretimi için model olmaması (Şen & Öztekin, 2019) farklı konularda model kullanımını açıklayabilir. Son olarak öğretmenler konuya özgü öğretim stratejileri bilgileri açısından farklılık gösterebilir ve bu nedenle deneyimi az ve fazla olanlar “Dünya ve Evren” konusunda orta düzeyde deneyimi olanlar “Vücudumuz” konusunda model kullanmayı tercih etmiş olabilirler.

Alanyazında öğretmenlerin modelleri karmaşık yapıları sadeleştirme ve daha anlaşılır hale getirmek, kavram ve olguların açıklamak, öğrencilerin ilgisini çekmek için kullandıkları görülmektedir (Düşkün & Ünal, 2015). Bu araştırmada mesleki deneyime göre öğretmenlerin fen öğretiminde modelleri kullanma amacı karşılaştırıldığında tüm deneyim gruplarında öğrenmeyi derinleştirme amacı mevcutken en fazla deneyime (15+ yıl) sahip öğretmenlerde ayrıca konuya ilgi çekmek de model kullanımında önemli bir amaçtır. Bu bulgu öğretmenlerin fen öğretim amaçları (yönelimleri) açısından farklılık gösterebilecekleri ve birden fazla amaca (yönelime) sahip olabileceklerini gösteren çalışmalarla ile uyum içindedir (Friedrichsen & Dana, 2005). Bu araştırmada daha fazla deneyime sahip olan öğretmenler hem bilişsel hem de duyuşsal amaçlara sahiptirler. Birden fazla amaca sahip öğretmenler modelleri öğretim sürecinde bu amaçlara uygun bir şekilde kullanabilirler (Van Driel & Verloop, 2002). Bu durum deneyimin öğretmenlerin pedagojik alan bilgisi bileşenleri arasındaki etkileşimi artırması ile uyumludur (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018).

Alanyazında fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel bir olayın açıklanması için tek bir modelin yetersiz olabileceğini belirttikleri ve çoklu model kullanımına olumlu bir yaklaşım içinde oldukları görülmektedir (Aslan & Yadigaroglu, 2013; Berber & Güzel 2009; Güneş vd., 2004; Köksal & Yıldırım 2016). Bu araştırmada çoklu model kullanımı en az deneyime (0-4 yıl) sahip olan öğretmenler tarafından en çok tercih edilirken, bu öğretmenleri sırası ile en fazla (15+ yıl) ve orta düzeyde (5-14 yıl) deneyime sahip olan öğretmenler takip etmektedir. Mesleğe yeni başlamış öğretmenlerin çoklu model kullanmayı daha fazla tercih etmeleri onların pedagojik alan bilgilerinin mesleğin ilk yıllarında daha çok öğretimde işe yarayan etkinlikler (İngilizce’de “activities that work” olarak bilinen) şeklinde olması ile açıklanabilir (Appleton, 2002). Fazla deneyime sahip öğretmenlerin çoklu model kullanımında orta düzeyde deneyime sahip olanlara göre öne çıkması ise deneyimle birlikte öğretmenin bir konunun öğretiminde farklı türde modeller konusunda daha fazla bilgi sahibi olması ile uyumludur (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018).

Araştırmaya katılan fen bilimleri dersi öğretmenleri mesleki deneyim fark etmeksizin modelleri en çok açıklayıcı işlevi ile kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu bulgular fen bilimleri öğretmenlerinin modelleri açıklayıcı işlevde kullanmaya karşı olumlu görüşte oldukları (Ergin vd., 2012) ve öğretmen adaylarının çoğunun (%84) bilimsel modellerin bilimdeki en önemli işlevinin açıklama olduğunu vurguladıkları (Çelik, 2015) çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Öğretmenlerin modelleri açıklayıcı araçlar olarak önemini farkında oldukları söylenebilir. Çoklu model kullanımı ile benzer şekilde, işlevinin açıklayıcı olduğunu düşünen öğretmenlerin oranı en az (0-4 yıl) ve en fazla (15+ yıl) deneyime sahip öğretmenlerde yüksek ve

birbirine yakındır. Ancak bu yakınlık yine farklı sebepler sonucunda oluşmuş olabilir. Deneyimi az olan öğretmenler yetersiz alan bilgisine sahip olduklarından (Van Driel, De Jong, & Verloop, 2002) modellerin işlevini tanımlarken kendi öğrenmeleri açısından açıklayıcı işlevine vurgu yapmış olabilirler. Deneyimi fazla olan öğretmenler ise alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisi açısından daha gelişmiş olduklarından (Akın & Uzuntiryaki-Kondakçı, 2018) öğrencilerin anlamlı öğrenmesini desteklemesi açısından modellerin açıklayıcı işlevini öne çıkarmış olabilirler. Öğretmenlerin modellerin temsil ettiği durum, sistem ya da olgu ile arasındaki benzerliği nasıl kurdukları incelendiğinde tüm mesleki deneyim gruplarında öğretmenlerin çoğunun yapısal-fonksiyonel ilişkilendirme yaptığı ortaya çıkmıştır. Bu bulgu öğretmenlerin modellerin açıklayıcı araçlar olarak önemli olduklarını düşünmeleri ile uyumludur. Kaynak ve hedefin bilişsel durumları açısından tüm gruplarda öğretmenlerin yarıdan fazlasının modelleri soyut bir hedefin somut bir kaynağa benzetilmek amacıyla kullandıkları belirlenmiştir. Bu oranın en fazla olduğu grup ise en az mesleki deneyime (0-4 yıl) sahip olanlardır. Mesleğe yeni başlamış öğretmenlerin yetersiz alan bilgisine sahip olmaları (Van Driel vd., 2002) ve soyut kavramları anlamakta zorluk yaşamaları onların bilişsel açıdan soyuttan-somuta modelleri tercih etmesine sebep olmuş olabilir.

Farklı mesleki deneyim gruplarındaki öğretmenlerin model kullanılan öğretim sürecindeki etkinlik durumları incelendiğinde tüm mesleki deneyim gruplarında öğretmen ve öğrencinin birlikte etkin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum öğretmenlik deneyiminin tercih edilen etkinlik açısından önemli bir faktör olmadığını gösteren çalışmalarla uyum içerisindedir (Van Driel & Verloop, 2002). Modellerin kullanıldığı öğretimde tercih edilen öğretim stratejisine (sunum ortamı) yönelik analizler ise daha az deneyime sahip öğretmenlerin etkinlik kullandıkları, orta düzeyde (5-14 yıl) ve daha fazla (15+ yıl) deneyime sahip olanların ise düz anlatımı tercih ettikleri belirlenmiştir. Bu bulgu az deneyimli (0-4 yıl) öğretmenlerin pedagojik-analojik model çeşidini tercih ederken diğer deneyim gruplarındaki öğretmenlerin ölçeklendirme modelini kullanmaları ile uyumludur. Deneyimi az olan öğretmenlerin etkinlikleri ve pedagojik-analojik modelleri tercih etmeleri onların pedagojik alan bilgilerinin öğretimde işe yarayan etkinliklerin kullanımı (activities that work) şeklinde öğretime yansması ile açıklanabilir (Appleton, 2002). Modelleme etkinlikleri öğretmenlerin yükümlülüklerini artırdığından ve bazı öğretmenler için ortamda iyi tasarlanmış etkinlikler bulunmadığından (Davis vd., 2008) deneyimi fazla olan öğretmenlerin düz anlatımı tercih etmesi şaşırtıcı değildir.

Modellemeyi teşvik etme durumları açısından farklı mesleki deneyim gruplarındaki öğretmenlerin farklılık göstermediği belirlenmiştir. Öğretmenlerin tümü modelleri öğrenmede düşünme araçları olarak görmektedirler. Bu bulgu öğretmenlerin bu düşüncede olsalar da (De Jong, Van Driel, & Verloop, 2005) öğretim sürecinde modelleri ezberlenecek temsiller olarak sundukları bulgusu ile uyum içerisindedir. Bu durumun önemli sebepleri arasında öğretmenlerin modeller ve modelleme konusunda öğretim strateji bilgilerinin yetersiz olması (De Jong vd., 2005) ve yeterli öğretim materyali bulunmaması sayılabilir (Davis vd., 2008).

Alanyazında modellerin temsil ettikleri hedefin hiçbir zaman kopyası olmadığı, model ile hedef arasındaki benzeyen ve benzemeyen yönlerini mümkün oldukça açıklaması gerektiği, aksi takdirde öğrencilerin, modeller ile gerçeklik arasındaki farklılığı tam olarak algılayamadıkları, model ile gerçek arasında birebir eşleşme olduğunu düşündükleri, modellerin kesin doğru olduklarına inandıkları ve modellerin altında yatan düşünce ve amaçları araştırmadıkları vurgulanmaktadır (Berber & Güzel, 2009; Gobert & Buckley, 2000; Güneş vd., 2003; Harrison, 2001; Webb, 1993). Bu araştırmada öğretmenlerin mesleki deneyim fark etmeksizin kullandıkları modellerin temsil ettiği durum, sistem ya da olgulardan ayrılan yönlerinden, yani sınırlılığında bazen bahsettikleri ve tarihsel gelişime neredeyse hiç işaret etmedikleri görülmektedir. Öğretmenlerin modellerin sınırlılığında bazen yer vermeleri onların modelleri bilimsel modellerin doğasını öğretmek yerine daha çok bilimsel modellerle ilgili temel fen kavramlarını öğretmek için kullandıklarını gösteren çalışmalarla uyum içerisindedir (Davis vd., 2008). Bu durum öğretmenlerin modellerin doğası hakkında yeterli alan bilgisine ve öğrencilerdeki modeller konusunda olabilecek yanlış kavramlar hakkında yeterli düzeyde bilgiye sahip olmamaları ile açıklanabilir (Davis vd., 2008; Henze, 2007, 2008). Öğretmenlerin tarihsel gelişime neredeyse hiç yer vermemesi onların bilim tarihi, felsefesi ve sosyolojisi konusunda yeterli olmamalarından kaynaklanabilir (Abd-El-Khalick, 2013).

Bu araştırmada fen bilimleri öğretmenlerinin model kullanımını ve öğretmenler arasındaki mesleki deneyime dayalı farklılıkları pedagojik alan bilgisi teorik çerçevesiyle nitel yaklaşımla ortaya çıkarılmıştır. Veri analizleri modeller ve modelleme konusundaki pedagojik alan bilgisinin farklı mesleki deneyim seviyelerindeki fen bilimleri öğretmenlerinin model ve model kullanımıyla ilgili öğretimlerinin

farklılaşmasına yol açan önemli bir faktör olduğunu göstermiştir. Araştırmanın bulgularından yola çıkılarak fen öğretmen eğitimcilerine ve fen öğretmen eğitimi araştırmacılarına yönelik önerilerde bulunulabilir.

Öğretmenlerin modeller ve model kullanımı konularındaki yetersiz alan bilgileri ve pedagojik alan bilgileri onların fen kavramları ve bilim hakkındaki anlayışların gelişimini sağlayacak etkili bir model temelli öğretim yapmalarının önündeki en önemli engellerdendir. Bu nedenle fen öğretmen eğitimcileri, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının modeller ve model kullanımı konularındaki hem alan bilgilerinin hem de pedagojik alan bilgilerinin gelişimini sağlayacak hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimler düzenleyebilirler. Bu eğitimlerde öncelikle öğretmenlerin modeller ve modelleme konularındaki alan bilgilerinin gelişimi sağlanabilir. Bu amaçla öğretmen eğitimcileri bilimsel modellerin doğası, bilimde modellerin rolleri, model çeşitleri ve modellemenin bilimsel sorgulayıcı-araştırma sürecindeki yeri konularında öğretmen ve öğretmen adaylarının alan bilgilerini geliştirebilir ve bunun için hizmet öncesi eğitimlerde bilim tarihi ve bilimin doğası, özel öğretim yöntemleri, fen öğretim laboratuvarı ve fen eğitimcileri tarafından verilen alan derslerini (ör. fizik ve kimya) kullanabilirler. Hizmet içi eğitimlerde ise modeller ve modelleme üzerine spesifik dersler yer alarak bu derslerle bilimsel modeller ve bilimde modelleme düz anlatım yöntemi veya doğrudan bir öğretimle değil, fen öğrenme deneyimlerinin epistemolojik açıdan sorgulandığı ve deneyimler ile bilimin doğası arasında açık bir şekilde bağlantı kurulan açık-düşündürücü yaklaşımla öğretilir (Abd-El-Khalick, 2013; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Öğretmen eğitimcileri modeller ve modelleme konularında alan bilgisinin gelişimini sağladıktan sonra eğitimlerde öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin gelişimine odaklanabilirler. Pedagojik alan bilgisinin gelişimi için öğretmen eğitimcileri bilimsel modeller ve bilimde modellemeyi öğretmenin neden önemli olduğu, model temelli öğretim sürecinde kullanılan öğretim stratejileri, bilimsel modeller ve modelleme konularındaki öğrenme zorlukları ve yanlış kavramalar, model temelli öğretime uygun materyaller ve öğretim programlarında modeller ve modellemenin yeri ve son olarak model temelli öğretimde ölçme ve değerlendirme yöntemleri konularında öğretmen ve öğretmen adaylarının bilgilerinin gelişimini ve bu bilgileri öğretime aktarabilmelerini sağlayabilirler. Eğitim fakültelerinde özel öğretim yöntemleri, fen öğretim laboratuvarı ve öğretmenlik uygulaması dersleri bu amaca hizmet edebilir. Hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimlerde öğretim programı, mevcut öğretim materyalleri ve ders kitaplarının model ve modelleme açısından incelenmesi, model temelli bir öğretim planlanması-uygulanması ve öğretim üzerinde düşünme etkinliklerine yer verilebilir.

Bu araştırmada fen öğretiminde model kullanımı, öz değerlendirme formu yardımı ile öğretmenlerin verdiği cevaplardan yola çıkarak ortaya çıkarılmış ve pedagojik alan bilgisi teorik çerçevesi ile yorumlanmıştır. Öğretmenlerin beyan ettikleri model kullanım bilgilerine ek olarak öğretim sürecinde ortaya koydukları bilgilerin araştırılması modeller ve modelleme konusundaki pedagojik alan bilgisinin doğasını anlamak açısından önemli olacaktır. Ayrıca bu amaçla öğretmenlerin belirli bir fen konusundaki alan bilgileri (ör. atom) ve modeller konusundaki bilgi düzeyleri araştırılarak bu bilgi türlerinin pedagojik alan bilgisi üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılabilir. Fen öğretmen eğitimcileri için diğer bir araştırma sorusu da herhangi bir fen konusundaki pedagojik alan bilgisi (ör. Dünya ve Evren) ile modeller ve modelleme konusundaki pedagojik alan bilgisi arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılmasına odaklanabilir.

## Kaynaklar

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Akın, F. N., & Uzuntiryaki-Kondakci, E. (2018). The nature of the interplay among components of pedagogical content knowledge in reaction rate and chemical equilibrium topics of novice and experienced chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 80-105.
- Aktan, M. B. (2013). Pre-service science teachers' views and content knowledge about models and modeling. *Education and Science*, 38(168), 398-410.
- Aktan, M. B., Kaynak, S., Abdüsselam, Z., & Ardoğan, E. (2019). Güncel fen öğretim programları ve ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarının analizi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 8(1), 44-69.
- Appleton, K. (2002). Science activities that work: Perceptions of primary school teachers. *Research in Science Education*, 32, 393-410.
- Arslan, Z., & Doğdu, S. (1993). *Eğitim teknolojisi uygulamaları ve eğitim araç gereçleri*. Ankara: Tekışık Ofset.



- Arzi, H. J., & White, R. T. (2007). Change in teachers' knowledge of subject matter: A 17-year longitudinal study. *Science Education*, 92(2), 221-251.
- Aslan, A., & Yadigaroglu, M. (2013). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik lisansüstü öğrencilerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 123-132.
- Berber, N. C., & Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fendeki rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 87-97.
- Besson, U., Borghi, L., De Ambrosis, A., & Mascheretti, P. (2007). How to teach friction: Experiments and models. *American Journal of Physics*, 75(12), 1106-1113.
- Bilal, E. (2010). Elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançlara etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Chambers, S. K., & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., Mamiala, T. L. & Mocerino, M. (2005). Students' perceptions of the role of models in the process of science and in the process of learning. *Research in Science and Technological Education*, 23(2), 195-212.
- Clotfelter, C. T., Ladd, H. F., & Vigdor, J. L. (2007). Teacher credentials and student achievement in high school: A cross-subject analysis with student fixed effects. *Economics of Education Review*, 26(6), 673-782.
- Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: Implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Çelik, S. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 9-26.
- Çilenti, K. (1985). *Fen eğitimi teknolojisi*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Çoban, G. Ü., & Ergin, Ö. (2013). Modellemeye dayalı fen öğretiminin etkilerinin bilimsel bilgi açısından incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 505-520.
- Davis, E. A., & Krajcik, J. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3-14.
- Davis, E. A., Kenyon, L., Hug, B., Nelson, M., Beyer, C., Schwarz, C., & Reiser, B. J. (2008, January). *MoDeLS: Designing supports for teachers using scientific modeling*. Paper presented at the Association for Science Teacher Education, St. Louis, MO, USA.
- De Jong, O., van Driel, J.H., & Verloop, N. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(8), 947-964.
- Demirdöğen, B., Hanuscin, D. L., Uzuntiryaki-Kondakci, E., & Köseoğlu, F. (2016). Development and nature of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge for nature of science. *Research in Science Education*, 46(4), 575-612.
- Develaki, M. (2007). The model-based view of scientific theories and the structuring of school science programmes. *Science & Education*, 16(7), 725-749.
- Didiş, N. (2015) The analysis of analogy use in the teaching of introductory quantum theory. *Chemistry Education: Research and Practice*, 16, 355-376.
- Didiş, N., & Eryılmaz, A. (2010, August). *Students' understanding of scientific models: A modern physics course case*. Paper presented at The European Conference on Educational Research (ECER) Conference, Helsinki, Finland.
- Didiş Körhasan, N., & Özcan, Ö. (2015). Examination of the variation in students' problem solving approaches due to the use of mathematical models in Doppler Effect. *Hacettepe University Journal of Education*, 30(3), 87-101.
- Didiş, N., & Redish, E. F. (2010, Eylül). *Modern fizikte kullanılan modeller: Öğrenci görüşü*. IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan sözlü bildiri, İzmir, Türkiye.
- Didiş, N., & Yıldırım, U. (2012, July). *Modeling activities with prospective physics teachers*. Paper presented at the World Conference on Physics Education, İstanbul, Turkey.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Düşkün, İ. (2011). *Güneş-Dünya-Ay modeli geliştirilmesi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi eğitimindeki akademik başarılarına etkisi*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye.
- Düşkün, İ., & Ünal, Ü. (2015). Modelle öğretim yönteminin fen eğitimindeki yeri ve önemi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(6), 1-18.
- Ergin, İ., Özcan, İ., & Sarı, M. (2012). Farklı akademik unvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(1), 142-159.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2000). *How to design & evaluate research in education*. Boston, MA: McGraw Hill.
- Friedrichsen, P. J., Abell, S. K., Pareja, E. M., Brown, P. L., Lankford, D. M., & Volkman, M. J. (2009). Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior knowledge for teaching in an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 357-383.
- Friedrichsen, P., & Dana, T. (2005). Substantive-level theory of highly regarded 8 secondary biology teachers' science teaching orientations, *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 216-244.
- Gilbert, J. K. (1993). *Models and modelling in science education*. Hatfield, Herts: Association for Science Education.

- Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1998). Learning science through models and modelling. In B. J. Fraser, & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (53-56). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (2000). *Developing models in science education*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In Gilbert J.K., & Boulter C.J. (Eds.) *Developing models in science education* (3-17). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Grossman, P. (1990). *The making of a teacher*. New York: Teachers College Press.
- Gülççek, Ç., & Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: Modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve analogiler. *Eğitim ve Bilim*, 29(134), 36-48.
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y., & Kırıcı, M. (2008). Modellerle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 65-90.
- Güneş, B., Bağcı, N., & Gülççek, Ç. (2004). Fen bilimlerinde kullanılan modellerle ilgili öğretmen görüşlerinin tespit edilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(7), 1-14.
- Güneş, B., Gülççek, Ç., & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Günther, S. L., Fleige, J., zu Belzen, A. U., & Krüger, D. (2019). Using the case method to foster preservice biology teachers' content knowledge and pedagogical content knowledge related to models and modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 30(4), 321-343.
- Halloun, I. A. (2007). Mediated modeling in science education. *Science & Education*, 16(7), 653-697.
- Harman, G. (2012, Haziran). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme ile ilgili bilgilerinin incelenmesi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan sözlü bildiri, Niğde, Türkiye.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31(3), 401-435.
- Harrison, A. G. (2001, March) *Models and PCK: Their relevance for practicing and preservice teachers*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching, St. Louis, MO, USA.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models? *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84(3), 352-381.
- Henze, I., van Driel, J. H., & Verloop, N. (2007). Science teachers' knowledge about teaching models and modelling in the context of a new syllabus on public understanding of science. *Research in Science Education*, 37(2), 99-122.
- Henze, I., van Driel, J. H., & Verloop, N. (2008). Development of experienced science teachers' pedagogical content knowledge of models of the solar system and the universe. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1321-1342.
- Hestenes, D. (1996, August). *Modeling methodology for physics teachers*. Paper presented at the International Conference on Undergraduate Physics Education, College Park, MD, USA.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Justi, R., & Van Driel, J. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: Promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education*, 27(5), 549-573.
- Kock, Z. J. (2018). *Electrical models in physics textbooks: Enabling or restricting inquiry-based teaching?* In Finlayson, O. E., McLoughlin, E., Erduran, S., & Childs, P. (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2017 Conference. Research, Practice and Collaboration in Science Education, Part 1* (pp. 212-223). Dublin, Ireland: Dublin City University. ISBN 978-1-873769-84-3
- Köksal, E. A., & Yıldırım, H. (2016). Fen ve matematik öğretmenlerinin bilimsel model hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(3), 113-130.
- Köse, E. Ö., & Gül, Ş. (2016). Biyoloji öğretmeni adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(27/3), 162-180.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Lumpe, A. T. (2007). Application of effective schools and teacher quality research to science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 345-348.
- Magnusson, S., Krajcik, J. S., & Borko, H. (1999). *Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching*. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (95-132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Matthews, M. R. (2007). Models in science and in science education: An introduction. *Science & Education*, 16, 647-652.
- Metin, D., & Leblebicioğlu, G. (2015). Ortaokul 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin bir yaz bilim kampı süresince gelişimi. *Eğitim ve Bilim*, 40(177), 1-18.

- Miller, P. H. (2001). Developmental issues in model-based reasoning during childhood. *Mind & Society*, 2(2), 49-58.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Schwarz, C., & White, B. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Silva, C. C. (2007). The role of models and analogies in the electromagnetic theory: A historical case study. *Science & Education*, 16(7), 835-848.
- Şen, M., & Öztekin, C. (2019). Interaction among contextual knowledge and pedagogical content knowledge: sociocultural perspective. *Education and Science*, 44(198), 57-97.
- Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1994a) The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, 22, 61-74.
- Thiele R. B., & Treagust, D. F. (1994b) An interpretive examination of high school chemistry teachers' analogical explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 227-242.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Webb, G. I. (1993). *Feature based modelling*. In: Proceeding of 1993 WorldConference on Artificial Intelligence in Education. Edinburgh, Scotland, 497-504.
- Van Driel, J.H., De Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' PCK. *Science Education*, 86(4), 572-590.
- Van Driel, J. H & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education, *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255-1272.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, R. Ü. (2018). *Ortaokul düzeyinde Güneş, Dünya ve Ay modelinin geliştirilmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı:**

Bu araştırmanın verileri birinci yazarın yüksek lisans tezi kapsamında elde edilmiş olup, bu araştırma için veri analizleri mesleki deneyim değişkeni ile yapılarak pedagojik alan bilgisi teorik çerçevesinde ele alınmaktadır. Bütün araştırmacıların araştırmaya katkısı eşittir.

### **Destek ve Teşekkür Beyanı:**

Bu araştırma Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2019-76962555-03). Araştırma desteği için Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi'ne teşekkürlerimizi sunarız.

### **Ek-1: Öğretmen Öz Değerlendirme Formu Soruları**

1. Model nedir?
2. Fen bilimlerinde en önemli modeller sizce hangileridir?
3. Sizce modeller öğrencilerin fen konularını anlamalarında etkili midir? Neden?
4. Fen bilimleri öğretiminde modeller ne sıklıkta kullanılmalıdır? Neden?
5. Aşağıdakilerden en çok katıldığınız ifadeyi seçiniz. Açıklayınız.
  - a. Modeller bilimin temel ürünleridir.
  - b. Modeller bilimin temel araçlarıdır.
  - c. Modeller önemli öğrenme araçlarıdır.
  - d. Modeller önemli öğretim araçlarıdır.
6. Fen bilimleri konularını öğretirken model kullanıyor musunuz?
  - Evet
  - Hayır, çünkü...

Evet ise;

- 6.a. En çok hangi konuların öğretiminde model kullanıyorsunuz? Neden?
- 6.b. En çok hangi sınıf seviyesi/ünitede model kullanıyorsunuz? Neden?
- 6.c. Fen bilimlerinde kullandığınız modelleri daha çok hangi amaçla kullanırsınız?
  - Konuya ilgi çekme
  - Yeni konuyu tanıtmaya

- Öğrenmeyi derinleştirme  
Konuları ayırt etme  
Diğer, ...
- 6.d.** Fen bilimleri  ğretiminde en çok hangi çeşit modelleri kullanırsınız?  
Matematiksel Modeller  
Ölçeklendirme Modelleri  
İkonik-Sembolik Modeller  
Pedagojik-Analojik Modeller  
Teorik Modeller
- 6.e.** Fen bilimlerinde model kullanımında aynı konu için birden fazla model çeşidi kullanıyor musunuz?  
Evet aynı konuda farklı çeşit modeller kullanıyorum,  unk ...  
Hayır aynı konu için tek çeşit model kullanıyorum,  unk ...
- 6.f.** Fen bilimleri  ğretiminde kullandığınız modellerin işlevi nedir?  
Tanımlayıcı  
Açıklayıcı
- 6.g.** Fen bilimleri  ğretiminde kullandığınız modellerin temsil ettiği durum, sistem, ya da olgu arasındaki benzerlik nasıldır?  
Yapısal  
Fonksiyonel  
Yapısal-fonksiyonel
- 6.h.** Fen bilimleri  ğretiminde kullandığınız modellerin temsil ettiği durum, sistem, ya da olgudan ayrılan (benzemeyen) yönlerinden ne  l de bahsediyorsunuz?  
Hiç  
Bazen  
Her zaman
- 6.i.** Fen bilimlerinde kullandığınız modelleri daha çok hangi Şekilde (ortamda) sunarsınız?  
Düz anlatım içerisinde  
Hik yeleştirerek  
Soru- Tartışma içerisinde  
Etkinlik içerisinde  
Diğer, ...
- 6.j.** Fen bilimleri  ğretiminde kullandığınız modellerin somutlama-soyutlama durumu nasıldır?  
Soyuttan soyuta  
Soyuttan somuta  
Somuttan somuta  
Somuttan soyuta
- 6.k.** Fen bilimleri  ğretiminde kullandığınız modellerin tarihsel gelişiminden ne  l de bahsediyorsunuz?  
Hiç  
Bazen  
Her zaman
- 6.l.** Fen bilimleri  ğretiminde model kullanırken kim daha çok etkindir? Neden?  
Öğretmen  
Öğrenci  
Öğretmen ve  ğrenci birlikte
- 6.m.** Sizce fen bilimleri  ğretiminde kullandığınız modellerin öğrenmede modellemeyi teşvik etme durumu nasıldır?  
Öğrenmede düşünme araçlarıdır.  
Öğrenmede ezberlenecek temsillerdir.