

Güncel Fen Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında Model ve Modelleme Kavramlarının Analizi¹

M. Bahadır Aktan² Samet Kaynak³ Zennure Abdüsselam⁴ Ezgi Ardoğan⁵

Type/Tür:

Research/Araştırma

Received/Geliş Tarihi: August 1/ 1 Ağustos 2018

Accepted/Kabul Tarihi: February 20/ 20 Şubat 2019

Page numbers/Sayfa No: 44-69

Corresponding

Author/İletişimden Sorumlu

Yazar: mbaktan@hacettepe.edu.tr



This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the preview process and before publication. / Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce iThenticate yazılımı ile taranmıştır.

Copyright © 2019 by

Cumhuriyet University, Faculty of Education. All rights reserved.

Öz

Model ve modelleme bilimsel sürecin özünde yer alan, gerek bilim insanları ve gerekse öğretmenler tarafından yaygın olarak kullanılan kavramlardır. Bu bağlamda model ve modelleme kavramlarının öğretim programlarında ve ders kitaplarında nasıl yer aldığı araştırılması ve anlaşılması önemlidir. Araştırmanın amacı, ülkemizde 2017 yılında yenilenen fen öğretim programlarında ve ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarına yer verilme durumunun incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda araştırmada nitel araştırma desenlerinden birisi olan doküman analizi yöntemi tercih edilmiştir. Veri kaynağı olarak 2017 yılında yenilenen Fen Bilimleri, Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya Dersi Öğretim Programları ile 2017-2018 eğitim-öğretim yılında kullanılan ilgili ders kitapları içerik analizi yöntemiyle sistematik olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, incelenen fen öğretim programlarında model ve modelleme kavramlarına değinildiğini, ancak bilimsel modeller ve bu modellerin bilimsel süreçteki rolüne yer verilmediğini göstermektedir. 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda (3-8. Sınıflar) ilişkili kazanımların oranı %6,9, 2017 ortaöğretim fen dersleri öğretim programları (9-12. Sınıf) bir bütün olarak dikkate alındığında ise %7,5 olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, bilimsel süreç becerileri dikkate alındığında modelleme çalışmalarının genellikle fiziksel ve ölçeklendirilmiş modellere yönelik olduğu ancak teorik, kavramsal ve matematiksel modellere değinilmediği gözlenmiştir. Sonuç olarak, yeni 2017 fen öğretim programları ve ders kitapları model ve modelleme kavramları açısından yetersiz kalmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, model, modelleme, öğretim programı, ders kitabı

Suggested APA Citation/Önerilen APA Atıf Biçimi:

Aktan, M.B., Kaynak, S., Abdüsselam, Z. ve Ardoğan, E. (2019). Güncel fen öğretim programları ve ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarının analizi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 8(1), 44-69. <http://dx.doi.org/10.30703/cije.450242>

¹ Bu çalışmanın bulgularının bir bölümü 28 Nisan-1 Mayıs 2018 tarihlerinde Marmaris, Türkiye'de yapılan "International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology" toplantısında sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Dr. Öğr. Üyesi, Hacettepe Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara/Türkiye
Asst. Prof. Dr., Hacettepe University, Department of Mathematics and Science Education, Ankara/Turkey
e-mail: mbaktan@hacettepe.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4160-1406>

³ Öğretmen, Konya, Hadim İlçe MEM, Hadim, Konya/Türkiye
Teacher, Konya, Hadim İlçe MEM, Hadim, Konya/Turkey
e-mail: sametkaynak42@hotmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5115-5692>

⁴ Öğretmen, Giresun İl MEM, Merkez, Giresun/Türkiye
Teacher, Giresun İl MEM, Merkez, Giresun/Turkey
e-mail: zennure81@hotmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8190-3313>

⁵ Yüksek Lisans Öğrencisi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara/Türkiye
Masters Student, Hacettepe University, Ankara/Turkey
e-mail: arezgi92@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1297-4318>

Analysis of Model and Modeling Concepts in Current Science Curricula and Textbooks

Abstract

Model and modeling concepts are commonly used by both scientists and teachers, and these concepts are placed at the core of scientific processes. Therefore, it is important to understand how the concepts of model and modeling are included in science curriculum and textbooks. So, the aim of this research was to examine the situation of these concepts in recently administered 2017 science curricula and textbooks in Turkey. For this purpose, the qualitative research design was chosen, and the data were collected and analyzed through document and content analysis methods. 2017 Physics, Chemistry, Biology, Geography and Science Education curricula and their textbooks were used and systematically analyzed by using content analysis method. The results showed that the concepts are stated and mentioned in the curriculum, but explanation of scientific models and the role of these models in scientific progress are not mentioned. It was found that 6.9% of the 2017 Science Education curriculum (Grades 5-8) and 7.5% of the 2017 secondary education science curricula (Grades 9-12) standards are related to these concepts only. Nonetheless, when scientific process skills are taken into consideration, it is observed that modeling activities are generally directed to physical and scaled models, while the other types of models, such as theoretical, conceptual and mathematical models were not addressed. Overall, the new 2017 science curricula and their textbooks' program gains have been found insufficient in terms of model and modeling concepts.

Keywords: Science education, model, modeling, curriculum, textbook

Giriş

Model ve Modelleme

Günlük yaşamımızda, bilimde, bilim felsefesinde ve eğitimde en sık kullandığımız ifadelerden biri model ve modelleme kavramlarıdır. Alan yazın incelendiğinde, model kavramının ifade edilmesinde kabul gören net bir tanımın bulunmadığı görülebilir. Basit anlamda model; bir düşüncenin, olayın, işlemin ya da sistemin tanıtılmasıdır (Coll, France ve Taylor, 2005). Kavramın daha geniş bir tanımı ise şu şekilde verilebilir: "Bir şeyin modeli, daha iyi anlamamıza yardım edeceğini umduğumuz, o şeyin basitleştirilmiş bir kopyası, örneğidir. Model bir cihaz, bir plan, bir çizim, bir formül, bir bilgisayar programı veya sadece mental bir imaj, şekil olabilir" (AAAS, *Science for All Americans*, 1990, s. 168). Fen eğitiminde kullanabileceğimiz daha basit ancak genel bir ifade ise Gilbert ve Boulter (2000) tarafından önerilmiştir. Buna göre model; "bir fikrin, bir nesnenin, bir sürecin veya bir sistemin temsili bir örneğidir" (s. vii). Tanımlardaki farklılıklara rağmen modellerin öne çıkan özellikleri arasında bir hedefe odaklanmış kısmi gösterimler olması yer alır. Hedef olgusu olarak bir sistem, obje, olay, işlem veya fikir kullanılabilir. Modelleme ise sürecin bütünü, modelin tasarlanması ve oluşturulmasını ifade etmektedir. Daha açık ve genel bir ifade ile Harrison ve Treagust (1996) modelleme sürecini dünyayı anlamak, araştırmak ve de üretilen, geliştirilen bilgi ve kavramları diğer insanlarla paylaşmak için yapılan aktiviteler olarak açıklamıştır. Modellemenin gücü, kişinin alternatif tasarımlar üzerinde bilgi toplama, planlama, araştırma, tasarlama, test etme, sorgulama, revize etme, değerlendirme ve sonuca ulaşma gibi bilişsel becerilerini geliştirmesinde yatmaktadır (Coll ve diğerleri, 2005; Justi ve van Driel, 2005; NRC, 2012).

Modellerin Önemi ve Çeşitleri

Başta bilim ve eğitim olmak üzere sanat ve mühendislik gibi pek çok alanda modeller temel bir konumda yer alır. Örneğin, bilim insanları araştırma yaparken ve yaptıkları çalışmaları diğer insanlara anlatırken modelleri yaygın olarak kullanmaktadır. Bu nedenle modeller, bilim insanlarının teorik açıklamaları ve zihinlerindeki düşünceleri anlamlandırarak aktarma sürecinde veya yeni teori ve fikirlerin geliştirilmesinde etkin rol oynarlar (AAAS, 1990; Dagher, 1994; Gilbert ve Boulter, 2000; Oh ve Oh, 2011). Buna yaygın bilinen bir örnek olarak Watson ve Crick'in tasarladığı DNA modeli verilebilir (Justi ve van Driel, 2005). Modeller verilerden elde edilen bilgiler doğrultusunda geliştirilir. Treagust, Chittleborough ve Mamiala'ya (2002) göre bilimsel teorilere güçlü açıklamalar sunan modeller yeni verilerin üretimi devam ettiği için de değişebilirler (Akerson ve diğerleri, 2009). Atom modellerinin gelişimi örneğinde olduğu gibi (Justi ve Gilbert, 2000); modeller yeni araştırmaların yapılmasına, araştırmaların sürekliliğine ve dolayısıyla bilimin ilerlemesine de katkı sağlamaktadır.

Modelleme ise aynı zamanda bilimsel bilgi üretme süreci ile iç içedir ve doğada algılanması zor, soyut durumların açıklanmasında da kullanılabilir. Özellikle bilimsel modelleme; araştırma, sorgulama, hipotez kurma, tahmin etme, çıkarım yapma, verileri analiz etme ve sonuçları formülleştirme gibi bilimin doğasının özünde yer alan ve bilimsel araştırmalarda kullanılan üst düzey işlem becerilerini gerektirir (Akerson ve diğerleri, 2009; Grosslight ve diğerleri, 1991). Günümüzde modelleme uygulamaları başta fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) olmak üzere eğitim programlarında yaygın olarak yer almaktadır (NRC, 2012).

Model ve modellemenin önemini ortaya koyan bir başka yönü ise Gilbert ve Ireton'ın (2003) ifade ettiği gibi eğitim ve öğretim sürecindeki rolüdür. Fen eğitiminde öğretmenler, modelleri ve modellemeyi öğrencilerin doğal olguları kavrayabilmesi ya da bilimsel kavramları görselleştirmeleri amacıyla yaygın olarak kullanmaktadır (Aktan, 2016; Yenilmez Turkoglu ve Oztekin, 2016). Keza, makroskopik (örn., ekosistem, galaksi gibi) ve mikroskopik (örn., hücre, atom gibi) seviyelerdeki doğal gerçekliklerin öğrenilmesi ve anlaşılabilir kılınması ancak modellerin yardımıyla sağlanabilir (Gilbert ve Ireton, 2003; Oh ve Oh, 2011). Ayrıca modeller fen derslerinde soyut kavramların (örn., kuvvet, gen gibi) somutlaştırılmasında ya da somut kavram ve olguların daha iyi anlaşılmasını sağlamak (Harrison, 2001) amacıyla da kullanılabilir.

Genel nitelikleri açısından fiziksel, kavramsal ya da matematiksel olarak betimlenebilen (AAAS, 1990) modellerin, doğası ve işlevi söz konusu olduğunda pek çok çeşidinden bahsetmek mümkündür. Örneğin bilimsel araştırmalar, zihinsel (mental) modeller ve açıklayıcı modellerin yardımı olmadan anlam kazanamaz. Greca ve Moreira'nın (2000) ifade ettiği gibi zihinsel modeller insanların bireysel olarak zihinlerinde tasarladıkları, doğrudan deneyimleyemedikleri olguların açıklanmasında ve betimlenmesindeki bilişsel yapıları tanımlayan modellerin özel bir çeşididir. Açıklayıcı modeller ise bazen öğretim modelleri olarak da tanımlanabilir. Bunlar; iki boyutlu modelleri, kitaplardaki diyagramları, üç boyutlu modelleri (ölçekli minyatürler gibi), büyük ölçekli ve dinamik modelleri, görsel ve sözlü metaforları veya analogileri içerirler (Coll ve diğerleri, 2005). Analogik modeller ise genelde soyut ya da doğrudan gözlenemeyen olguları tanımlamak için kullanılır. Yaygın model

çeşitlerinden bir diğeri, matematiksel modeller operasyonel olarak kullanılabilen denklemleri, mantıksal formülleri ve grafikleri içermektedir. Bu modeller; kavramsal doğaları gereği bilimsel olguları, doğal süreçleri veya bunlarda gözlenebilecek değişimleri açıklayan modellerdir. Bunlardan başka sembolik modeller ve teorik modeller diğere çeşitlere örnek verilebilir (Ünal ve Ergin, 2006).

Kuşkusuz fen eğitiminde en sık karşılaştığımız, ilk akla gelen ve bu çalışmada vurgulanan model çeşidi ise bilimsel modellerdir. Bilimsel araştırmaların yürütülmesi, gözlemlerin yapılması ya da bilimsel çalışmaların sonucunda ortaya çıkan bilişsel araç veya ürünler olması bilimsel modellerin genel özellikleridir. Eğitim ve öğretimde bilimsel modellere yer vermek, kullanmak ve bu modellerin tarihsel süreçte nasıl geliştirildiğini anlamak; öğrencilerin hem akademik bilgilerinin hem de bilime karşı ilgilerinin artmasını sağlayacaktır (Aktan, 2013; Coll ve diğere, 2005; Danusso, Testa ve Vicentini, 2010; Gilbert ve Boulter, 2000; Metin ve Leblebicioğlu, 2015).

İlgili Araştırmalar

Modeller ile ilgili mevcut araştırmalar incelendiğinde genellikle belirli bir konuya odaklanmış, modelleme veya model kullanımı ile öğrenci başarısını inceleyen çalışmalar olduğu görülebilir. Örneğin; Gümüş, Demir, Koçak, Kaya ve Kırıcı (2008) 5. Sınıf programındaki “sindirim ve görevli yapılar, boşaltım ve görevli yapılar ve çiçekli bir bitkiyi tanıyalım” konularının işlenmesinde modelle öğretimin etkisini 200 öğrenci üzerinde incelemiş; deney grubu öğrencilerinin sindirim, boşaltım, çiçekli bitki ve yaprak modeli gibi modellerle birebir çalışması sağlanmıştır. Konular modeller kullanılarak işlendiğinde öğrencilerinin başarılarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Modelleme ve modellerin kullanımının öğrenmede etkili sonuçlar sağladığını gösteren çok sayıda araştırma mevcuttur. Bu araştırmalara; 104 Portekizli dokuzuncu sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen Oliveria ve Cachapuz’un (1992) atomun yapısı, Pashley’in (1994) genetik kavramlar ve kavram yanlışlarının giderilmesinde 96 öğrenci ile yaptığı kromozom modelleri, Aksakal, Karataş ve Laçin-Şimşek’in (2015) 47 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği modelleme ile mayoz bölünme, Harrison ve Treagust’in (2000) on öğrenciyi detaylı olarak incelediği atomlar, moleküller ve kimyasal bağların öğrenilmesinde analogik modellerin etkisi, Günbatır ve Sarı’nın (2005) 27 fizik öğretmeni ve 390 lise öğrencisine uyguladığı anketler ile elektromotor kuvvet ve manyetik akı konularında modellemenin etkisi örnek çalışmalar olarak verilebilir. Ayrıca modelleme sürecinde zihinsel modellerin de tespit edilmeye çalışıldığı birçok araştırma mevcuttur. Ayvacı ve diğere (2016) altıncı sınıf öğrencilerinin hücre konusundaki zihinsel modelleri, Alkan, Akkaya ve Köksal’ın (2016) 105 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri mitoz ve mayoz bölünme ile ilgili kavram yanlışlarında zihinsel modellerin rolü, İyibil ve Sağlam Arslan’ın (2010) 56 fizik öğretmen adayının astronomi ve yıldız kavramları konusundaki incelemeleri örnek olarak verilebilir.

Model tasarlanmanın ve modelleme sürecinin konu ilgisini ve öğrenci başarısını arttırdığını gösteren bir başka çalışma ise Günbatır ve Sarı (2005) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar modellerin kavramları öğrenciler için daha kolay anlaşılır kıldığını, öğrencilerin derse ilgisini ve başarılarını arttırdığını, öğretmenlerin çoğunun ise derslerinde modelleri kullanmadıklarını, soyut ve anlaşılması güç konularla ilgili yeterince model olmadığını ve ders kitaplarında bu hususlara dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Ayvacı, Bebek ve Durmuş (2015) ise öğretmenlerinin

derslerde somut kaynaklara ihtiyaç duyduğunu, modellerin öğrenci motivasyonunu artırarak aktif ve anlamlı öğrenmeye yardımcı olduğunu vurgulamıştır. Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004), fen ve matematik öğretim elemanlarının modeller ile ilgili fikirlerini incelemiş; ders kitaplarında kullanılan modellerin öğretmenler üzerinde etkili olduğunu, modellerin değişebileceğinin katılımcıların çoğunluğu tarafından kabul edildiğini ancak eğitimcilerin kullandıkları temsillerin çoğunun model örneği olduğunun farkında olmadıklarını belirtmiştir.

Ayrıca pek çok araştırma, fen bilimleri öğretmen adayları ve öğretmenlerinin bilimsel modeller ile ilgili modelleme deneyimleri ve sahip oldukları içerik bilgisinin derslerinde başarılı bir öğretimin sürdürülebilmesi açısından önemli olduğunu göstermiştir (örn., Aktan, 2013; Danusso, Testa ve Vicentini, 2010; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Harrison, 2001; Henze, van Driel ve Verloop, 2007; Justi ve van Driel, 2005; van Driel ve Verloop, 1999). Öğretmenlerin bilimsel modeller ve modelleme ile ilgili bilgi ve tutumları ise genellikle eğitim süreçlerinde ve ders kitaplarından edindikleri bilgilere, model tasarlama ve geliştirme deneyimlerine dayanmaktadır (Henze, van Driel ve Verloop, 2007; Oh ve Oh, 2011). Harrison'un (2001) da ifade ettiği üzere, öğretmenlerin bilgi ve deneyimlerinin yetersiz ve eksik olması dışında; karşılaşılan zorluklardan bir diğeri ise fen öğretim programları ve ders kitaplarında bilimsel modellerin neredeyse hiç vurgulanmamasıdır. Gerek öğrenciler, gerekse fen bilimleri öğretmenleri için önemli öğrenme kaynakları olan ders kitaplarında bilimsel modeller yetersizde olsa çok farklı şekilde yer alabilmektedir. Ne var ki başta biyoloji, fizik, kimya gibi ders kitaplarında bilimsel modellerin rolü (örn., bilginin üretilmesi, geliştirilmesi ve test edilmesinde bilimsel modellerin katkısı) genellikle geri planda kalmakta ve daha çok içerikte yer alan konu bilgisi öne çıkarılmaktadır (Harrison, 2001).

Öğretim sürecinde modelleme uygulamalarının gerçekleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken bir takım zorluklar da mevcuttur. Model tabanlı eğitimde karşılaşılan zorlukların bir kısmı ortam bir kısmı ise pedagojik alan bilgisi ile ilişkilidir (Aktan, 2013). Araştırmalar karşılaşılan başlıca zorlukların; ders süresinde zaman yetersizliği, modelleme sürecinde malzeme temininde yaşanan problemler, kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü, kısmen maliyetli olması, öğretmenin iş yükünün artması gibi olumsuz etkenler olduğunu ortaya koymuştur (Aktan, 2013; Harman, 2012). Ayvacı ve diğerleri (2016) ise öğrencilerinin modelleme sürecinde malzeme temini, tasarım ve şekillendirme, malzeme yerleştirme gibi sorunlar yaşadıklarını tespit etmiştir.

Problem ve Amaç

Fen eğitimi sarmal program yapısına sahiptir. Böylece öğrencilerin ön bilgi ve deneyimlerinin üzerine oturtulan yeni bilgi ve konular, gittikçe zenginleşen daha kapsamlı bilgi içerikleri ile sarmal bir biçimde sunulabilmektedir. Dolayısıyla fen bilimlerinde etkili ve anlamlı öğrenme öğretmen, program yapısı, kazanımlar ve içeriğin birbiri ile uyumunu gerektirir (Büyükalın Filiz ve Kaya, 2013). Şüphesiz bilim ve teknolojik ilerlemeler, öğretim programlarının içerik ve kazanım yönünden revizyonunu kaçınılmaz kılmaktadır. Diğer taraftan, öğretim uygulamalarının başarılı bir şekilde yürütülmesi öğretmenin akademik bilgisine, çabasına, mesleki ilgi ve isteğine de bağlıdır. Öğretim programlarının ve bu programları destekleyici bir

nitelikte hazırlanmış olan ders kitaplarının incelenmesi, bir program ile ilgili değerlendirme yapılması, programın zayıf kalan yönlerini ortaya çıkarabilmeyi ve de fen programlarının amacına uygun bir şekilde, öğretmenin desteklenmesini sağlayabilir (Büyükalan Filiz ve Kaya, 2013). Zira yapılan çeşitli çalışmalar ders kitaplarında modellerin kullanım tarzının öğretmenleri etkilediğini (Günbatar ve Sarı, 2005; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Harrison, 2001), kitaplarda yer alan model bilgisi ve modelleme aktivitelerinin hem öğretmen hem de öğrenciler için önemli olduğunu (Ayvacı, Bebek ve Durmuş, 2015; Harrison, 2001) ve ayrıca 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı kapsamında yer alan model ve modelleme ile ilgili bilgilerin yetersiz kaldığını (Ayvacı ve Bebek, 2017) göstermektedir.

Genellikle fen eğitimi öğretim programlarında yer alan modeller öğrenciler düşünülerek hazırlanmış, bilimsel modellerin basitleştirilmiş örnekleridir (Henze, van Driel ve Verloop, 2007; Justi ve van Driel, 2005). Gerek daha önceki gerekse güncel olarak kullanılan fen programlarında modellerin yer aldığı görülmektedir. Ne var ki ülkemizde model ve modellemenin hem fen öğretim programlarında hem de ders kitaplarında incelenmesine odaklanmış kapsamlı bir araştırma yapılmamıştır. Güncel fen öğretim programları ve ders kitaplarında model kullanımı ve modellere ne kadar, nasıl yer verildiği ve de model, modelleme kavramlarının program kazanımları, hedefleri ile ne düzeyde örtüştüğünün incelenmesi bu çalışmanın temel amacıdır. Ayrıca fen öğretim programları ve ders kitaplarında bu kavramların ne düzeyde ve nasıl yer aldığını araştırmak; öğretim sürecinin hangi yönden desteklenmesi gerektiği, programların yapısal ve akademik gücü açısından da bir göstergedir.

Yöntem

Araştırmanın Türü

Araştırma sürecinde nitel araştırma metotları kullanılmış, verilerin toplanmasında ve analizinde doküman ve içerik analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Araştırma deseni olarak doküman ve içerik analizinin birlikte seçilmesi ve uygulanmasının nedeni güncel fen öğretim programları ve ders kitaplarının kapsamlı olarak incelenebilmesi ve verilerin sistematik olarak karşılaştırılabilmesini sağlamaktır. Zira doküman analizi, amaçlanan hedefe odaklı bilgi içeren belgelerin özgün kelime ve kavramlar açısından taranarak tespit edilmesi yöntemidir (Bowen, 2009; Krippendorff, 2004; Miles ve Huberman, 1994; Neuendorf, 2002; Strauss ve Corbin, 1998; Yıldırım ve Şimşek, 2011). Doküman analizinde kullanılan belgeler, olay ve olguların geçmişten günümüze uzanan genellikle yazılı, elektronik, görsel veya işitsel materyallerdeki izlerini taşır. Araştırmacı, incelemek istediği kavramların, terimlerin ya da ifadelerin varlığını, vurguladıkları anlam ve ilişkileri doküman analizi yöntemiyle tespit edebilmektedir. Elde edilen verilerin içerik analizi ise kavram, terim veya ifadelerin sistematik olarak kod gruplarına dönüştürülmesi, kavramsal ve sonuca yönelik ilişki içerik analizi ile sağlanmıştır (Bowen, 2009; Hsieh ve Shannon, 2005; White ve Marsh, 2006).

İçerik analizi, başta basılı ve dijital olmak üzere çeşitli kaynaklardan anlamlı ve tekrarlanabilir çıkarımlarda bulunmayı sağlar. Nitel ve nicel analiz yöntemleri içerik analizinde kullanılabilir ancak genellikle araştırmacılar betimleyici analizler gerçekleştirir. Böylece yeni kavramların ve teorinin oluşturulması, teorinin test edilmesinde de uygulanabilmektedir (Bernard, 2002; Büyüköztürk ve diğerleri, 2011; Drisko ve Maschi, 2016; Neuendorf, 2002). Bir kelime, kavram ya da pasajın kullanım

sıklığı, özgün içeriğin görece ne kadar önemli olduğunu belirleyen bir tekniktir ve dolayısıyla eğilimleri, görüşleri ya da içeriğin önemini kavramsal, ilişkisel veya yorumlayıcı bir biçimde kayda geçirmek için kullanılabilir (Bowen, 2009; Drisko ve Maschi, 2016).

Veri Kaynakları

Ülkemizde son on yılda Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından uygulanan; 2007 Fen ve Teknoloji Dersi 4-8. Sınıf Öğretim Programı, 2013 ve 2017 Fen Bilimleri Dersi 3-8. Sınıf Öğretim Programı, 2017/2018 Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya Dersleri 9-12. Sınıflar Öğretim Programları ve ders kitapları bu çalışmada kullanılan veri kaynaklarıdır (MEB, 2006; MEB, 2013; MEB, 2018). Bu araştırmada, belirtilen dersler ve öğretim programları fen dersleri ve fen öğretim programları olarak tanımlanmıştır. Coğrafya Dersi ise; içeriğinde yer alan astronomi, ekoloji, meteoroloji, yer bilimi vb. bilim alanları sebebiyle fen derslerinden biri olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Araştırmanın veri odağını 2017 yılı itibariyle yürürlüğe giren yeni Fen Bilimleri (5-8. Sınıflar), Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya Dersi (9-12. Sınıflar) Öğretim Programları ile 2017/2018 eğitim-öğretim yılında kullanılan ilgili ders kitapları oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri incelenen beş öğretim programı ve yirmi ders kitabından toplanmıştır. MEB tarafından yürütülen öğretim programları ile MEB, Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından onaylanmış ders kitapları; MEB ve Eğitim Bilişim Ağı (EBA) genel ağ sayfaları ve de ilgili devlet okullardan temin edilmiştir.

Model ve modelleme kavramlarının her bir öğretim programında yer alma durumu; içerik, program hedefleri ve kazanımlar (Fen Bilimleri, 223 kazanım; Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya, 556 kazanım) açısından incelenmiş; elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır. Ders kitapları ise model ve modelleme kavramlarının nerede yer aldığı ve kavramların ifade edilişi açısından (örn., içerik, etkinlik, proje, bilgi verme, örnek gösterme) her sınıf düzeyi için ayrı ayrı incelenmiş ve veriler toplanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırma verilerinin analizinde öncelikle tüm veri kaynakları bütünlük ve kapsam açısından kontrol edilmiştir. Her bir araştırmacı, diğerlerinden bağımsız olarak bir öğretim programı ve ilgili ders kitaplarını incelemiş ve belirlenen kod temalarına ait veri tablolarını oluşturmuştur. İkinci aşamada araştırmacılar arasında iç kontrolü ve veri çeşitliliğini sağlamak için her bir araştırmacı farklı bir veri setini analiz ederek incelemiştir. Üçüncü aşamada araştırmacıların elde ettikleri veri tabloları ve tematik bilgiler karşılaştırılarak incelenmiş, araştırmacılar arasında uyum sağlanarak verilerin ilişkisel içerik analizine geçilmiştir.

Araştırmanın amacına göre kavramsal içerik analizi için öncelikle kodlanacak anahtar kavram ve terimler belirlenmiştir. İkinci aşamada *model tanımı*, *model çeşitleri*, *model örneği*, *model tasarlama*, *modeli sunma* gibi belirlenen ifade ve terimler "model" ve "modelleme" kavramları olarak kodlanmıştır. Üçüncü aşamada, öğretim programı ve ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarına yer verilip verilmediği, dördüncü aşamada ise ilgili kodların nasıl ifade edildiği ve ne sıklıkla yer aldıkları tespit edilmiştir. Beşinci aşamada, model ve modelleme ile ilgili ifade ve kodların yer aldıkları kazanım, ünite, etkinlik, çalışma sorusu, yazı içeriği, konusu vb. kısımlar belirlenmiştir. Son aşamada, elde edilen kod kategorileri tablolar halinde tematik

gruplara dönüştürülmüş ve elde edilen bilgilerin yorumlanmasıyla analiz süreci tamamlanmıştır. Örneğin, Fen Bilimleri (3. Sınıf) Dersi, Yer Bilimi ve Astronomi konu alanları ile ilişkili *Gezegenimizi Tanıyalım, Dünya ve Evren Ünitesi* altında iki kazanım (F.3.1.1.2., F.3.1.2.3.), öğrencilerden Dünya'nın şekli ile ilgili *model hazırlamalarını* ve *model üzerinde karşılaştırma yapmalarını* net olarak belirtmektedir. Modelin tasarımı, kullanımı ve sunumunun öğrenci odaklı olduğu görülebilir. Biyoloji Dersi (11. Sınıf) *İnsan Fizyolojisi Ünitesi*, altında yer alan bir başka kazanım örneği ise "Konunun işlenişi sırasında model ve analogilerden yararlanır" (11.1.4.1.), model kavramını öğretmen odaklı olarak vurgulamaktadır. Dolayısıyla, konu anlatımı sırasında derste *modelleri kullanması, model örnekleri ve çeşitlerinin* sunulması öğretmenden beklenmektedir.

İçerik analizi sürecinde belirlenen kelime, terim ve ifadelerin veri kaynaklarında, içerikte ne düzeyde ve nasıl yer aldığından bir anlam çıkarmaktan ziyade kod ifadelerinin kullanımının nasıl olduğunu ortaya koymak daha önemlidir (Bernard, 2002; Drisko ve Maschi, 2016; Hsieh ve Shannon, 2005; Neuendorf, 2002). Kelime ve kavramların frekansı, içerikte özgün kullanımları ise doküman analizinde ilişkilerin ortaya çıkarılması sağlayacaktır. Bu nedenle, sonuca yönelik kavramlar arası ilişkilerin ortaya çıkarılması, ifade edilen kelime ve söylemlerin altında yatan anlamları belirleyebilmek ilişkisel içerik analizi açısından önemlidir (Bowen, 2009; Drisko ve Maschi, 2016; Hsieh ve Shannon, 2005).

Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenilirliği

Araştırmacılar arasında uyum geçerliliği ve değerlendirmesi çeşitli şekilde sağlanabilir. Araştırmanın veri kaynakları ile belirlenen ifade ve kodlanan kavramların net olması, araştırmacılar arasında farklı görüş ve yorumlar belirmeksizin çalışmanın geçerliliğini arttırmaktadır. Araştırmanın iç ve dış geçerliliği dikkate alındığında, verilerin sistematik ve kontrollü analizi ile ortaya çıkan bulgular çalışmanın tekrar edilebilirliği, araştırmanın dış geçerliliği açısından önemlidir. Bu çalışmada veri kaynaklarının çeşitliliği ve farklı araştırmacıların katkısı sağlanmıştır. Ayrıca iç kontrolün sağlanması için her bir araştırmacının diğerlerinden bağımsız olarak yaptığı incelemeler, farklı araştırmacılar tarafından tekrarlanmış ve kontrol edilmiştir. Böylece hem veri kaynakları ve analiz süreci kontrolleri yapılmış; hem de araştırmacılar arası iç denetim sağlanmıştır. Miles ve Huberman (1994, s. 64) araştırmanın kodlama geçerliliği için fikir birliği ve toplam fikir birliği ile ayrılığına dayalı bir oran önermiştir. Bu çalışmada araştırmanın güvenilirliği için araştırmacılar arasında iç kontroller ve uyum yoluyla mutabakat sağlanmıştır. Araştırmacılar arası fikir birliği ve mutabakat sağlamak için araştırmacıların kod analizleri karşılaştırılmıştır. Görüş birliği ve görüş ayrılığına dayalı güvenilirlik oranı, alanlara göre kazanımların incelenmesinde %94 uyum olarak tespit edilmiştir. Öğretim programı analizlerindeki kodlamaların uyum oranı ise %89 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar arasındaki uyum oranının %70 ve üzeri olması çalışmanın güvenilirliğinin sağlanması açısından önemlidir (Krippendorff, 2004; Miles ve Huberman, 1994; Strauss ve Corbin, 1998).

Bulgular

Bu araştırmanın odak noktasını; ortaokul 5-8. Sınıflar Fen Bilimleri ile ortaöğretim 9-12. Sınıflar Biyoloji, Fizik, Kimya ve Coğrafya dersleri öğretim programları ve ders kitapları oluşturmaktadır. Bu nedenle, ilköğretim birinci seviyede yer alan 3. ve 4. Sınıf

Fen Bilimleri Dersi ve ders kitapları çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur. Bununla birlikte, 4. Sınıf öğretim programında model ve modelleme kavramının yer almadığı tespit edilmiştir. 3. Sınıf düzeyinde ise; sadece Yer Bilimi ve Astronomi alanı ile ilişkili *Gezeganimizi Tanıyalım, Dünya ve Evren Ünitesi* altında yer alan iki kazanım (F.3.1.1.2., F.3.1.2.3.), öğrencilerden Dünya'nın şekli ile ilgili model hazırlamalarını ve model üzerinde karşılaştırma yapmalarını net olarak vurgulamaktadır.

Öğretim Programlarında Model ve Modelleme Kavramları

2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda model ve modelleme kavramlarının doğrudan vurgulandığı kazanımlar ve bu kavramların yer aldıkları, ifade edildikleri üniteler sınıf düzeylerine (5-8. Sınıflar) ve disiplin alanlarına göre analiz edildiğinde tespit edilen bulgular Tablo 1'de verilmiştir. 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı bir bütün olarak incelendiğinde, model ve modelleme kavramlarının en çok yer aldığı alan toplam sekiz kazanımla (%42,1) Biyoloji iken; bu kavramların en az yer bulduğu alan ise bir kazanım ile Kimya (%5,3) olmuştur. Fizik, Yer Bilimi/Astronomi alanlarındaki kazanımlarda da bu kavramların oranı %26,3'dür. Oysa bu alanlarda da hem eğitim hem de araştırma süreçlerinde özellikle fiziksel ve matematiksel modeller yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tablo 1

Alanlara ve Sınıf Düzeyine Göre 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda Yer Alan Model ve Modelleme Kavramları

Sınıf Düzeyi	Fizik	Kimya	Biyoloji	Yer Bilimi ve Astronomi	Toplam (%)
5	Kuvvetin Ölçülmesi Ünitesi (1 kazanım)	-	-	Güneş, Dünya ve Ay Ünitesi (2 kazanım)	2 ünite (15,4) 3 kazanım (15,8)
6	-	-	Vücudumuzdaki Sistemler, Vücudumuzdaki Sistemler ve Sağlığı Üniteleri (6 kazanım)	Güneş Sistemi ve Tutulmalar Ünitesi (2 kazanım)	3 ünite (23) 8 kazanım (42,1)
7	Işığın Madde ile Etkileşimi, Elektrik Devreleri Üniteleri (2 kazanım)	Saf Madde ve Karışımlar Ünitesi (1 kazanım)	Hücre ve Bölünmeler Ünitesi (1 kazanım)	Güneş Sistemi ve Ötesi Ünitesi (1 kazanım)	5 ünite (38,5) 5 kazanım (26,3)
8	Basit Makineler, Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi Üniteleri (2 kazanım)	-	DNA ve Genetik Kod (1 kazanım)	-	3 ünite (23) 3 kazanım (15,8)
Toplam (%)	5 ünite (38,5) 5 kazanım (26,3)	1 ünite (7,7) 1 kazanım (5,3)	4 ünite (30,8) 8 kazanım (42,1)	3 ünite (23) 5 kazanım (26,3)	13 ünite (100) 19 kazanım (100)

Ünite çeşitliliği açısından, model ve modelleme kavramları en çok yedinci sınıf programında yer almaktadır. Bu kavramlar ile ilişkili doğrudan kazanım sayısı dikkate alındığında ise %42,1 ile altıncı sınıf ve %26,3 ile yedinci sınıf öne çıkmaktadır. Öğretim programında bu kavramlar hem ünite hem de kazanım oranları açısından dikkate alındığında, en düşük düzeyde beşinci ve sekizinci sınıflarda yer aldığı görülmektedir.

Tablo 2

Alanlara ve Sınıf Düzeyine Göre 2017 Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya Öğretim Programlarında Yer Alan Model ve Modelleme Kavramları

Sınıf Düzeyi	Fizik	Kimya	Biyoloji	Coğrafya	Toplam (%)
9	Madde ve Özellikleri, Hareket ve Kuvvet, Enerji, Isı ve Sıcaklık, Elektrostatik Üniteleri (11 kazanım)	Atom ve Periyodik Sistem, Kimyasal Türler Arası Etkileşimler Üniteleri (2 kazanım)	-	-	7 ünite (33,4) 13 kazanım (31)
10	Elektrik ve Manyetizma, Basınç ve Kaldırma Kuvveti, Dalgalar, Optik Üniteleri (8 kazanım)	-	-	-	4 ünite (19) 8 kazanım (19)
11	Kuvvet ve Hareket, Elektrik ve Manyetizma Üniteleri (9 kazanım)	Modern Atom Teorisi Ünitesi (1 kazanım)	İnsan Fizyolojisi Ünitesi (1 kazanım)	-	4 ünite (19) 11 kazanım (26,2)
12	Çembersel Hareket, Basit Harmonik Hareket, Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite, Modern Fizik Üniteleri (6 kazanım)	Karbon Kimyasına Giriş Ünitesi (1 kazanım)	Genden Proteine Ünitesi (3 kazanım)	-	6 ünite (28,6) 10 kazanım (23,8)
Toplam (%)	15 ünite (71,5) 34 kazanım (81)	4 ünite (19) 4 kazanım (9,5)	2 ünite (9,5) 4 kazanım (9,5)	0 (0) 0 (0)	21 ünite (100) 42 kazanım (100)

9-12. Sınıf düzeylerine göre, 2017 ortaöğretim fen dersleri öğretim programlarında model ve modelleme kavramlarının vurgulandığı kazanımlar ve bu kavramların yer aldıkları üniteler disiplin alanlarına göre analiz edildiğinde tespit edilen bulgular Tablo 2’de verilmiştir. Yenilenen 2017 ortaöğretim fen programları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, bu kavramların en çok Fizik programında yer aldığı görülmektedir. Fizik Dersi Öğretim Programı (toplam 18 ünite, 213 kazanım) 15 ünite ve 34 kazanımla (%81) en büyük paya sahiptir. Diğer taraftan Coğrafya Dersi Öğretim Programı’nda (toplam 16 ünite, 125 kazanım) bu kavramlara hiç yer verilmediği tespit edilmiştir. Benzer bir durum Biyoloji (toplam 12 ünite, 91 kazanım) ve Kimya (19 ünite, 127 kazanım) Dersi Öğretim Programı’nda da tespit edilmiştir.

Kimya programında dört ünite ve dört kazanımda (%9,5) model ifadesi yer alırken; Biyoloji programında sadece iki ünite ve toplam dört kazanım (%9,5) bu kavramlara değinmiştir.

Model ve modelleme kavramlarının hem ünite hem de kazanım oranları açısından ortaöğretim düzeyindeki fen programlarında yer alma durumu bir bütün olarak değerlendirildiğinde %31 ile dokuzuncu sınıf öne çıkmaktadır. Sonrasında, kavramlarla ilişkili kazanım sayısı dikkate alındığında ise %26,2 ile on birinci sınıf ve %23,8 ile on ikinci sınıf gelmektedir. Öğretim programları genelinde bu kavramlarının en düşük düzeyde, sadece Fizik programı kapsamında ifade bulunduğu sınıf düzeyinin, onuncu sınıf (%19) olduğu görülmektedir.

Her bir öğretim programı kazanımlar açısından, disiplin bazında kendi içinde incelendiğinde model ve modelleme kavramlarına yer verilme oranı Fizik %16, Kimya %3,1, Biyoloji %4,4 ve Coğrafya %0 olarak tespit edilmiştir. Ortaöğretim fen dersleri öğretim programları bir bütün olarak değerlendirildiğinde ise, toplam 65 ünitenin ancak 21 tanesi (%32,3) ve toplam 556 kazanımın ise ancak 42 tanesi (%7,5) bu kavramlara değinmektedir.

Kimya Dersi Öğretim Programı içeriğinde ilgili kavramlara yer verilme durumunun oldukça sınırlı olduğu gözlenmiştir. Programın temel felsefesi ve amaçları altında öğrencilerin Kimya biliminin temel kavramları, ilkeleri ve modelleri hakkında bilgi sahibi olmasının beklendiği açıkça ifade edilmiştir (s. 11). Kimya Öğretim Programı incelendiğinde model kavramına doğrudan vurgu yapılan kazanım sayısı oldukça azdır (*Atom ve Periyodik Sistem Ünitesi*, 9.2.1. Atom Modelleri ve *Modern Atom Teorisi Ünitesi*, 11.1.1. Atomun Kuantum Modeli). Kazanım açıklamalarında ise model kavramı genellikle 'modeli açıklar', 'modeli kullanır' şeklinde ifade edilmiş; öğrencilerden model yapmasını isteyen tek kazanım açıklaması ise *Karbon Kimyasına Giriş* ünitesinde vurgulanmıştır (12.2.5.2., "Molekül modelleri yapmaları sağlanır").

Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda ilgili kavramlara 9 ve 10. Sınıflarda hiç değinilmemiş, 11. Sınıfta sadece bir kazanım açıklamasında (*İnsan Fizyolojisi Ünitesi*, 11.1.4.1., "Konunun işlenişi sırasında model ve analogilerden yararlanır") öğrencilerin model ve analogilerden yararlanması vurgulanmıştır. 12. Sınıf düzeyinde ise genetik konuları ile ilişkili olarak *Genden Proteine Ünitesi* altında yer alan üç kazanımın açıklamalarında model organizma (12.1.2.3., "Model organizmaların özellikleri tartışılır, ... örnekler verilir") ve modelleme (12.1.1.3., "Nükleotitten DNA ve kromozoma genetik materyal organizasyonunun modellenmesi sağlanır") kavramlarından bahsedilmiştir. Bu kavramların açıklayıcı ve temsil özellikleri ile modelleme etkinlikleri vurgulanmamıştır.

Coğrafya Dersi Öğretim Programı'nda ise model ve modelleme kavramlarına hiç yer verilmediği gözlenmiştir. Sadece, tüm ortaöğretim programlarında yetkinlikler altında ifade edildiği gibi, vurgulanan sekiz ana yetkinlik altında, *Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler* başlığında model kavramı bilgilerin sunum yollarından biri olarak ifade edilmiştir.

Ders Kitaplarında Model ve Modelleme Kavramları

İlköğretim ve ortaöğretim kurumları ile EBA üzerinden elde edilen ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarına yer verilme sıklığı, içeriğin yer aldığı üniteler ve kavramların kitaplarda nasıl ifade edildiği incelenmiştir. Fen Bilimleri Dersi kapsamında kullanılan kitapların içerik analizi ile model ve modelleme kavramlarının

yer aldıkları üniteler ve kavramların bulunma sıklığı disiplin alanlarına göre analiz edildiğinde tespit edilen bulgular Tablo 3’de verilmiştir.

2017 Fen Bilimleri ders kitaplarının analizinde, ilgili kavramların en yaygın Biyoloji konularında gözlemlendiği ve bunların dört ünite toplam 13 kez bulunduğu tespit edilmiştir. Bu kavramların ikinci sırada en çok yer bulunduğu alan ise Kimya konularıdır. Kimya alanında üç ünite toplam dokuz; Fizik alanında ise dört ünite toplam altı kez model ve modelleme kavramlarına yer verilmiştir. Sınıf düzeylerine göre ders kitapları incelendiğinde; sekizinci sınıfın bu kavramlara altı ünite toplam 12 kez olmak üzere en çok yer veren sınıf olduğu görülmektedir. Bu kavramların en az yer bulunduğu sınıf düzeyi ise, üç ünite ve toplam beş ifade ile beşinci sınıf olmuştur.

Tablo 3

Alanlara ve Sınıf Düzeyine Göre 2017 Fen Bilimleri Ders Kitaplarında Model ve Modelleme Kavramlarının Bulunma Sıklığı (f)

Sınıf Düzeyi	Fizik	Kimya	Biyoloji	Yer Bilimi ve Astronomi	Toplam
5	Kuvvetin Ölçülmesi (1) Mühendislik Uygulamaları (1)	-	-	Güneş, Dünya ve Ay (3)	3 ünite (5)
6	-	Maddenin Tanecikli Yapısı (2)	Vücudumuzdaki Sistemler (4)	Dünyamız, Ay ve Yaşam Kaynağımız (1)	3 ünite (7)
7	-	Maddenin Yapısı ve Özellikleri (5)	Vücudumuzdaki Sistemler (5)	Güneş Sistemi ve Ötesi (1)	3 ünite (11)
8	Basit Makineler (3) Yaşamımızda Elektrik (1)	Maddenin Yapısı ve Özellikleri (2)	İnsanda Üreme, Büyüme ve Gelişme (3) Canlılar ve Enerji İlişkileri (1)	Deprem ve Hava Olayları (2)	6 ünite (12)
Toplam	4 ünite (6)	3 ünite (9)	4 ünite (13)	4 ünite (7)	15 ünite (35)

Altıncı sınıf konularında yedi, yedinci sınıf konularında ise 11 kez model ifadesinin yer aldığı görülmektedir. Bir anlamda, sınıf düzeyi ile birlikte ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarının yer alma sıklığı artmaktadır. Tüm sınıf seviyeleri açısından Fen Bilimleri ders kitaplarında bu kavramların sadece 35 kez yer aldığı görülmektedir.

Fen Bilimleri ders kitaplarının içerik analizi model ve modelleme kavramlarının kitaplarda nerede yer aldığını, kavramların nasıl ifade edildiğini ve yer verilme biçimini ortaya çıkarmıştır (Tablo 4). İncelenen kitaplarda yazı içinde bilgi verme, etkinlik veya proje yönergesi altında ilgili kavramların daha çok yer aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, sınıf düzeyleri ve yer verilme biçimi arasında anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir. Bununla birlikte, 2017 Fen Bilimleri ders kitaplarında ilgili kavramlar Deneyelim-Öğrenelim, Model oluşturma, Sunum bölümlerinde ve de değerlendirme sorularında daha az yer almaktadır. Tablo 4’te verilen örneklerden de anlaşılacağı üzere; genellikle ya modelle ilgili bilgi verilmekte ya da öğrencilerden model oluşturmaları, incelemeleri veya sunmaları beklenmektedir.

Ortaöğretim fen ders kitaplarının analizi ile model ve modelleme kavramlarının yer aldıkları üniteler ve bunların bulunma sıklığı disiplin alanlarına göre tespit edilerek bulgular Tablo 5’de verilmiştir. Yine en çok dikkat çeken Coğrafya alanıdır. Coğrafya Öğretim Programı’nda ilgili kavramlara hiç yer verilmediği gibi; benzer bir şekilde Coğrafya ders kitapları da Tablo 5’de görüleceği üzere bu kavramların en az yer bulunduğu kitaplardır. Dokuzuncu sınıf Coğrafya kitabında iki ünite (*Doğal Sistemler, Beşerî Sistemler*) altında ‘model’ kelimesinin kullanımı, 11. Sınıfta ise dört farklı yerde model ifadesi tespit edilmiştir. 12. Sınıfta ise bir yerde, *Doğal Sistemler* ünitesinde yer almıştır. Model ifadesi daha çok bir terim anlamıyla, temsil ya da açıklama özellikleriyle değil; sözcük olarak kullanılmıştır. 10. Sınıfta ise yer almamaktadır.

Tablo 4

2017 Fen Bilimleri Ders Kitaplarında Model ve Modelleme Kavramlarına Yer Verilme Biçimi ve Örnekleri

Yer Verilme Biçimi	Örnekler
Bilgi Verme	“... amaca ulaşmak için gözlem, inceleme, deney yapma, model oluşturma, simülasyon vb. yöntemler kullanılabilir. ... Bu ürün bir model, bilgisayarda hazırlanmış simülasyon ... olabilir.” (6. Sınıf, s. 186)
Etkinlik	“Şimdi duyu organlarının yapılarını model üzerinde inceleyelim. Yukarıdaki modelde gözü oluşturan yapı ve kısımlar...” (7. Sınıf, s. 44)
Sunum	“Oluşturduğunuz sarmal yapıyı yandaki DNA modeline benzetmeye çalışınız. ... 1. DNA modelinin şekli nasıldır? 2. Hazırladığınız modelde kullandığınız kurdeleler, ... neyi temsil ediyor?” (8. Sınıf, s. 17)
Proje Yönergesi/ Proje Yapalım	“Siz de Dünya, Güneş ve Ay’ın şekil ve büyüklüklerini karşılaştırmak amacıyla model oluşturarak ... etkinliği yapınız.” (6. Sınıf, s. 224)
Deneyelim, Öğrenelim/ Model Oluşturma	“... Dönme ekseninin eğikliğini dikkate alarak Dünya’nın Güneş etrafındaki dolanma hareketine ait bir model geliştiriniz. Bu modelden yararlanarak mevsimlerin oluşumu hakkında sınıfınızda, arkadaşlarınıza sunum yapınız” (8. Sınıf, s. 237)
Değerlendirme Soruları	“Araştırmalarınızdan yararlanarak düşündüğünüz modelin bir taslağını çiziniz. ... Modelinizi oluşturunuz. Modelinizin amacınıza uygun olup olmadığını test ediniz. Modelinizin üzerinde ... gerekli değişiklikleri uygulayınız. Modelinizi deneyerek sonuçları gözlemleyiniz ve not alınız. ... Modelinizi arkadaşlarınızın modelleriyle karşılaştırarak benzerliklerini, farklılıklarını, üstün ve zayıf yönlerini belirleyiniz. Modelinizin yaygın kullanımı sonucunda ülke ekonomisine ve bilime ne gibi katkılar yapabileceğini tahmin ediniz.” (8. Sınıf, s. 253)
	“Dünya, Güneş ve Ay’ın görelî boyut ve biçimlerini model oluşturarak tanıyacak ve kavrayacaksınız. ... Dünya’mızın katmanlarını da model oluşturarak ... Ay’ın dönme ve dolanma hareketlerini açıklayarak bir model oluşturacaksınız. ... Fen bilimlerini kolay ve eğlenceli öğrenmenin yollarından biri de model oluşturmaktır. ... Gerçek boyutlarında izlenmesi güç olan durumların küçülterek ya da büyüterek modellerini yapar ve bu modeller üzerinde öğrenmeyi sürdürebilirsiniz.” (6. Sınıf, ss. 220-224)
	“Yandaki atom modeli ile ilgili, ... hangileri doğrudur?” (7. Sınıf, s. 160)
	“Öğrenciler, yandaki şekilde görülen solunum sistemi modelini yapmışlardır. Modelde işaretlenmiş K, L, M ve N’nin temsil ettiği yapı ya da organ...” (6. Sınıf, s. 54)

Ayrıca 2017 ortaöğretim fen ders kitaplarının analizi, bu kavramların en çok Fizik kitaplarında bulunduğunu göstermektedir. Fizik kitaplarında toplam 16 ünite 57 kez ilgili kavramların yer aldığı gözlenmiştir. Kimya kitaplarında sekiz ünite 20, Biyoloji kitaplarında ise toplam yedi ünite 17 kez model ifadesi yer almaktadır. Sınıf düzeylerine göre değerlendirildiğinde; dokuzuncu sınıfın bu kavramlara 14 ünite toplam 34 kez olmak üzere en çok yer veren sınıf olduğu görülmektedir. İlgili kavramlarının en az yer bulduğu sınıf düzeyi ise, altı ünite ve 17 ifade ile onuncu sınıf olmuştur. Sınıf seviyeleri ve kavramların kitaplarda yer alma sıklığı arasında bir ilişki gözlenmemiştir ve ilgili ders kitaplarında bu kavramların 101 kez yer aldığı görülmektedir.

Tablo 5

Alanlara ve Sınıf Düzeyine Göre 2017 Ortaöğretim Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya Ders Kitaplarında Model ve Modelleme Kavramlarının Bulunma Sıklığı (f)

Sınıf Düzeyi	Fizik	Kimya	Biyoloji	Coğrafya	Toplam
9	Fizik Bilimine Giriş (1) Madde ve Özellikleri (1) Hareket ve Kuvvet (6) Enerji (8) Isı ve Sıcaklık (4) Elektrostatik (1)	Kimya Bilimi (1) Atom ve Periyodik Sistem (2) Kimyasal Türler Arası Etkileşimler (2)	Yaşam Bilimi Biyoloji (1) Hücre (1) Canlılar Dünyası (4)	Doğal Sistemler (1) Beşerî Sistemler (1)	14 ünite (34)
10	Akışkanların Basıncı (3) Elektrik ve Manyetizma (4)	Karışımlar (2) Endüstride ve Canlılarda Enerji (5) Kimya Her Yerde (1)	Kalıtımın İlkeleri (2)	-	6 ünite (17)
11	Kuvvet ve Hareket (1) Elektrik ve Manyetizma (10)	Modern Atom Teorisi (6) Gazlar (1)	Canlılarda Enerji Dönüşümleri (1) İnsan Fizyolojisi (2)	Doğal Sistemler (1) Çevre ve Toplum (3)	8 ünite (25)
12	Düzgün Çembersel Hareket (3) Basit Harmonik Hareket (2) Dalga Mekaniği (3) Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite (5) Modern Fizik (2) Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları (3)	-	Genden Proteine (6)	Doğal Sistemler (1)	8 ünite (25)
Toplam	16 ünite (57)	8 ünite (20)	7 ünite (17)	5 ünite (7)	36 ünite (101)

Diğer taraftan; Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarının nerede yer aldığı ve nasıl ifade edildiği incelendiğinde (Tablo 6) genellikle yazı içinde bilgi vermek için kullanıldıkları gözlenmiştir. Yer verilme biçimi açısından ise en çok konu hakkında bilgi verme ya da bir etkinlik amacıyla bu kavramlar yer almaktadır. Ayrıca bu kavramların az da olsa araştırma veya değerlendirme amacıyla da ders kitaplarında kullanıldığı gözlenmiştir.

Tablo 6

2017 Ortaöğretim Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya Ders Kitaplarında Model ve Modelleme Kavramlarına Yer Verilme Biçimi ve Örnekleri

Yer Verilme Biçimi	Örnekler
Bilgi Verme	<p>"Besin zincirindeki bu enerji aktarımı bir piramit modeli şeklinde gösterilir ve buna da besin piramidi..." (11. Sınıf Coğrafya, s. 28)</p> <p>"Arabidopsis ... model bitki olarak kullanılmıştır... Arabidopsis bitkisinin çiçeklenmesiyle ilgili tahminler, ... Andrew Millar'ın geliştirdiği matematiksel modelleme ile gerçekleştiriliyor. Bu matematiksel model, ... anlaşılmasına da yardımcı oluyor." (12. Sınıf Biyoloji, s. 101)</p> <p>"Matematiksel bir model olan grafik bir olayın ... genel davranışını resmeden gösterimdir." (9. Sınıf Fizik, s. 119)</p> <p>"Bir sisteme ya da yapıya ait model, o sistem hakkındaki tüm özellikleri açıklamakta yeterli olmasa bile sistemi anlamamıza yardımcı olur. Modeller, sistemlerin basitleştirilmiş bir görüntüsüdür." (12. Sınıf Fizik, s. 175)</p> <p>"Dalton'ın atom modeli aynı zamanda Katlı Oranlar Yasası ile de uyum halindedir." (11. Sınıf Kimya, s. 16)</p>
Etkinlik, Araştırma	<p>"... iklim değişikliğiyle ilgili farklı tahminler içeren senaryolar ve iklim modelleri belirlenmiştir." (12. Sınıf Coğrafya, s. 42)</p> <p>"Diyafram Hareket Modeli - Diyafram hareketlerini gösteren model hazırlayarak ... Bu deney sonucunda yaptığımız modelin malzemeleri, ... hangi yapılarına karşılık gelmektedir? Modelin çalışması ile soluk alıp vermemiz arasında nasıl bir ilişki vardır?" (11. Sınıf Biyoloji, s. 228)</p> <p>"Öğrendiğiniz bilgiler doğrultusunda modeliniz için gerekli olduğunu düşündüğünüz malzemeleri hazırlayınız... DNA modeli tasarlayınız... Tasarladığınız DNA modelini oluşturunuz ... model üzerinde ... Modelinizi arkadaşlarınıza tanıtınız. Hazırladığınız DNA molekül modelinin gerçeğe uygunluğunu arkadaşlarınızla tartışınız." (12. Sınıf Biyoloji, s. 33)</p> <p>"Atom modellerinin bilim tarihindeki gelişiminin modern atom teorisine katkısını araştırınız." (12. Sınıf Fizik, s. 185)</p> <p>"... Compton Saçılmasına benzer etkileşimlerin gerçekleştiği bir model belirleyiniz. Belirlediğiniz modeli ve Compton Saçılması olayını A4 kâğıdı üzerine çizin. Hazırladığınız model üzerinden Compton Saçılmasını arkadaşlarınıza açıklayınız." (12. Sınıf Fizik, s. 280)</p>
Değerlendirme Soruları	<p>"Standart Model'e göre, maddenin en küçük yapı..." (12. Sınıf Fizik, s. 236)</p> <p>"Bohr Atom Modeli ile ilgili verilen yargılardan hangisi ya da hangileri doğrudur?" (12. Sınıf Fizik, s. 238)</p> <p>"... Dalton, Thomson, Rutherford ve Bohr atom modellerinin yetersizlikleri ya da eksikleri nelerdir?" (11. Sınıf Kimya, s. 82)</p>

Sonuçlar ve Tartışma

Fen eğitiminde modellerin kullanımı köklü bir geçmişe sahiptir ve günümüzde model tabanlı eğitim pedagojik bir uygulama olarak önemli bir konumdadır (NRC, 2012; NGSS Lead States, 2013). Öğrencilerin bilim kültürü ile tanışması, gözlem ve veriler

üzerinden açıklama geliştirebilmesi veya kısaca öğrencilerin doğal olguları keşfedebilmesine imkân veren bilimsel araştırma etkinlikleri ancak modeller ile sağlanabilmektedir (Oh ve Oh, 2011). Diğer taraftan, öğretim programları ve ders kitapları yol gösterici ve bilgi kaynağı olarak günümüzde öğretmenler ve öğrenciler için önemini korumaya devam etmektedir. Ancak model ve modelleme kavramlarının ülkemizde uygulanan fen öğretim programlarında ve ders kitaplarındaki yansımalarının aynı düzeyde artmadığı görülmektedir. Bu araştırmanın amacı doğrultusunda incelenen yeni fen öğretim programları ve ders kitaplarının analiz bulguları bu görüşü desteklemektedir. Bu duruma iyi bir örnek olarak, son on yılda MEB tarafından uygulanan fen eğitimi programlarında model ve modelleme kavramlarının nasıl ve ne düzeyde yer aldığı verilebilir. 2007 yılında yürürlüğe giren Fen ve Teknoloji Öğretim Programı'nda (4-8 Sınıflar) toplam 978 kazanımdan doğrudan model ve modelleme kavramları ile ilişkili olanların sayısı 56 (%5,7)'dir. 2013 yılı itibariyle yürürlüğe giren Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda (3-8 Sınıflar) ise toplam 330 kazanımdan doğrudan bu kavramlar ile ilişkili 21 kazanımın oranı %6,3'tür. Uygulanmaya başlayan yeni program, 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda (3-8 Sınıflar) ise toplam kazanım sayısı azaltılarak 305'e düşürülmüştür. Modelle ilişkili kazanımların sayısı 21, bütün kazanımlara oranı ise %6,9'dur. Her üç program dikkate alındığında model ve modelleme ile ilişkili kazanımların oranında çok az bir artış görülmektedir. Ne var ki bu artış yetersiz kalmış ve öğretim programlarında anlamlı uygulamalara dönüşmemiştir. Mesela, 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı dikkate alındığında araştırma ve sorgulamaya dayalı bir eğitim anlayışının, öğrencinin aktif katılımıyla yürütülmesinin ön planda tutulduğu görülebilir. Kazanımlar incelendiğinde ise; model kavramının genellikle "model üzerinde gösterir, modeli tasarlar, modeli sunar ve modelleri karşılaştırır" şeklinde ifade edildiği görülmektedir. 2007 programında genellikle kullanılan "model yapar, model üzerinde gösterir, model tasarlar, modeli sunar, model üzerinde ilişkilendirir, model geliştirir" ifadelerinin ise çok daha kapsayıcı olduğu görülmektedir. Diğer taraftan 2017 programında yapılan vurgu "model tasarlar, modeli sunar, model üzerinde gösterir, model kullanarak açıklar, model üzerinde karşılaştırır, model hazırlar" şeklinde ifadeler ile sınırlandırılmış ve daraltılmıştır.

Anlaşılabacağı üzere, son üç öğretim programında öğrencilerden beklenen bir model geliştirme, tasarlama ve değerlendirmeden ziyade daha çok, var olan bir model üzerinde öğrendiklerini göstermesidir. Böylece program kazanımlarında modeller ile ilgili ortaya konan beklenti ve vurgu öğrencinin hazır bir model üzerinden anlatılan konu ile ilişkili bilgi ve kavramları gösterebilmesidir. Sonuçta öğrenci bir modelin hedefini hangi düzeyde temsil ettiğini, açıkladığını, modelin zayıf yönlerini ve modelin iyileştirilmesini sağlayabilecek alternatif tasarımları bilişsel ve akademik açıdan sorgulama ihtiyacı duymayacaktır. Modelleme sürecini deneyimlemek yerine var olan model üzerinden bilgilerini yansıtarak göstermeye çalışan bir öğrencinin modelleme bilincini kazanması beklenemez. Araştırma ve sorgulamanın öğrenciyi aktif bir konumda tuttuğu eğitim uygulamalarında "model üzerinde gösterir" ifadesinden daha çok *model tasarlar, model tasarımlarını karşılaştırır, modellerin hangisinin daha iyi olduğunu nedenleriyle açıklar ve sorgular* gibi ifadeler yer verilmelidir. Zira fen eğitiminin felsefesinde öğrencilere bilimsel düşünme becerilerini kazandırmak önemli bir hedeftir. Bunu sağlayabilmenin önemli aşamalarından biri de öğrencilerin sınıf

ortamında farklı model çeşitlerini tasarlanmasına ve karşılaştırılmasına imkân vermektir (Aktan, 2013; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004).

Daha önce yapılmış pek çok araştırma fen derslerinde kullanılan modellerin genellikle fiziksel yapıları nedeniyle yaygın kullanıldığını ortaya koymuştur (örn., Akerson ve diğerleri, 2009; Henze, van Driel ve Verloop, 2007; Gümüş ve diğerleri, 2008; Metin ve Lelebicioğlu, 2015). Bu görüşü destekler biçimde, bu çalışmada incelenen fen programlarında vurgulanan modellerin büyük bir kısmı da fiziksel ve matematiksel modellerdir. Başta kavramsal ve zihinsel modeller olmak üzere diğer model türlerine doğrudan bir vurgu yapılmamakta ve öğrencilerden çoğu zaman fiziksel model tasarımları istenmektedir. Hâlbuki bu durum hem öğrencinin hem de öğretmenin gözünde model kavramının sınırlı bir kapsamda değerlendirilmesine yol açmaktadır. Ayrıca tasarlanan modelin sınıf içinde sunulması, arkadaşlar arasında tartışılması, farklı tasarımların karşılaştırılması öğrencilerin bilimsel ve mühendislik tasarım beceri ve deneyimlerini geliştiren uygulamalar olarak ifade edilebilir (Ercan ve Şahin, 2015). Ayvacı ve Bebek (2017), 2013 programında toplam 330 kazanımın 43 tanesinin (%13) model oluşturma ve kullanma ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Oysa bu çalışmanın bulguları, söz konusu oranın doğrudan model ve modelleme kavramları dikkate alındığında %6,3 gibi çok daha düşük olduğunu ortaya çıkarmıştır.

2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı içeriği STEM odaklı hazırlanmıştır ve öğrencilerin dördüncü sınıftan itibaren Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları ile araştırma, geliştirme, tasarlama ve tasarımlarını ürüne dönüştürerek sunma becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Zira, programda alana özgü beceriler altında üç başlık öne çıkarılmıştır. Bunlar, Bilimsel Süreç Becerileri, Yaşam Becerileri ve Mühendislik ve Tasarım Becerileridir (MEB, 2018). Her üç başlık altında yer alan beceriler ve nitelikler açısından öğrencilerin model oluşturma, modelleri kullanabilmesi ve ürün geliştirebilmeleri önemlidir. Diğer taraftan; ülkemizin bilimsel araştırma ve teknoloji kapasitesini geliştirmeye dönük girişimcilik uygulamaları ile öğrencilere deneyim kazandırmayı hedefleyen 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı genelinde, 5-8. Sınıf düzeyinde, 223 kazanımın ancak 19 tanesi (%8,5) model ve modellemeye doğrudan yer vermektedir. Sonuç olarak, program hedefi ve kazanımları model ve modelleme kavramları açısından oldukça yetersiz kalmaktadır.

2017 Ortaöğretim Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya Dersleri Öğretim Programları hedef ve amaç olarak değerlendirildiğinde, öğrencilere dokuzuncu sınıftan itibaren değer ve beceri kazandırmaya odaklı olduğu görülebilir. Ortaöğretim süreci; fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri çerçevesinde öğrencilerin üst bilişsel bilgilerini kullanmasını, anlamlı ve kalıcı öğrenmenin sağlanmasını, daha önceki öğrenmelerle ilişkilendirilmiş disiplinlere özgü alan bilgilerini, becerilerini geliştirerek öğrencilerin yetkinlik kazanmasını ve dolayısıyla ilgi ve yetenekleri doğrultusunda bir mesleğe ya da yükseköğretime yönelmelerini hedeflemektedir (MEB, 2018). İncelenen 2017 ortaöğretim fen dersleri öğretim programları bir bütün olarak dikkate alındığında, 9-12. Sınıf seviyelerinde toplam 65 ünitenin ancak 21 tanesi (%32,3) ve toplam 556 kazanımın ise ancak 42 tanesi (%7,5) model ve modelleme kavramlarına değinmektedir. Coğrafya Dersi Öğretim Programı'nın ise ne kazanım ne de ünite olarak bu kavramlara yer vermediği gözlenmiştir. Hâlbuki ders programı içeriği incelendiğinde Coğrafya ve Yer Bilimi ile ilişkili Doğal Sistemler, Beşerî Sistemler, Küresel Ortam: Bölgeler ve Ülkeler gibi ünite başlıkları altında ve program genelinde

Coğrafya becerileri ile ilişkilendirilen pek çok konunun öğretilmesi ve araştırılmasında; model tasarlama, model geliştirme ve bilimsel modeller yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin koordinat sistemi, harita bilgisi, atmosfer ve iklim elemanları, yeryüzü şekilleri, jeolojik zaman süreci, nüfus piramitleri, ekosistem ve madde döngüleri gibi pek çok konu bilimsel modeller kullanılarak geliştirilmiş, açıklanmıştır. Benzer bir durum dört kazanım ile Biyoloji (%9,5) ve Kimya (%9,5) öğretim programlarında da tespit edilmiştir. Yine, Biyoloji programında yer alan konular dikkate alındığında; örneğin hücre ve yapısı, canlıların sınıflandırılması, kalıtım, ekosistem ekolojisi, organ ve sistem yapıları, genetik, enerji dönüşümleri gibi hemen hemen tüm konularda modellemenin önemi ve bilimsel modellerin kullanıldığı görülebilir. Diğer taraftan, ortaöğretim programlarının her biri diğerinden ayrı olarak hazırlandığı için bulgular disiplin bazında kendi içinde de değerlendirilmelidir. Bu durumda ilişkili kazanımlar her bir öğretim programı için değerlendirildiğinde model ve modelleme kavramlarına yer verilme oranı Fizik %16, Kimya %3,1, Biyoloji %4,4 ve Coğrafya %0 olarak gözlenmiştir.

2017 Fen Bilimleri ders kitaplarının analiz sonuçları, ilgili kavramlarının en çok Biyoloji konularında yer aldığını ortaya çıkarmıştır. Bunu sırasıyla Kimya ve Yer Bilimi/Astronomi izlerken; bu kavramların en az yer bulduğu alan ise Fizik olmuştur. Sınıf düzeyi arttıkça, Fen Bilimleri ders kitaplarında model ifadesinin yer alma sıklığı da artmaktadır. Proje Yönergesi, Deneyelim-Öğrenelim, Sunum bölümlerinde ünite sonu değerlendirme sorularında model ve modelleme ile ilgili ifadelerin yer aldığı gözlenmiştir. 2017 Ortaöğretim fen kitaplarının analiz sonuçları ise, model ve modelleme kavramlarının en çok Fizik kitaplarında yer aldığını göstermiştir. Bunu sırasıyla Kimya ve Biyoloji ders kitapları takip ederken; bu kavramların en az yer bulduğu ders kitabı ise Coğrafya olmuştur. Sınıf seviyesi ile bu kavramların yer alma sıklığı ve biçimi arasında bir ilişki gözlenmemiştir. Kitaplarda nerede yer aldığı ve nasıl ifade edildiği incelendiğinde; genellikle yazı içinde bilgi verme veya etkinlik amacıyla kavramların kullanıldığı gözlenmiştir. Ayrıca bu kavramların araştırma, değerlendirme veya etkinlik amacıyla az da olsa ders kitaplarında kullanıldığı tespit edilmiştir.

Bu araştırmanın bulguları, Henze, van Driel ve Verloop (2007), Oh ve Oh (2011) gibi araştırmacıların öğretmenlerin bilimsel modeller ile ilgili bilgi ve deneyim kazanmasında öğretim programları ile ders kitaplarının önemli olduğu ancak yetersiz ve eksiklik kaldığı (Harrison, 2001) yönündeki tespitleri ile uyumludur. Daha önce van Driel ve Verloop (1999) ile Harrison (2001) tarafından yapılan çalışmalarda fizik öğretmenleri en çok model kullanan öğretmenler; buna karşın fizik ders kitapları ise en az model içeren kitaplar olarak rapor edilmiştir. Bu araştırmanın sonuçları, program kazanımları ile model ve modelleme kavramları açısından Fizik dersinin (%16), Biyoloji (%4,4) ve Kimya (%3,1) derslerine göre çok daha zengin olduğunu ve söz konusu kavramların ise ortaöğretim seviyesinde en çok fizik kitaplarında yer aldığını ortaya çıkarmıştır. Öne çıkan bir başka bulgu ise ortaöğretim seviyesinden farklı olarak Fen Bilimleri ders kitaplarında Biyoloji en çok model ve modelleme kavramlarına sahip konu alanı olarak tespit edilmiştir. Bunu Kimya, Yer Bilimi/Astronomi ve en az düzeyde de Fizik konu alanı takip etmektedir.

Sonuç olarak, incelenen fen öğretim programlarında model ve modelleme kavramlarına değinildiği, ancak bilimsel modeller ve bu modellerin bilimsel süreçteki

rolüne yer verilmediği görülmektedir. Örneğin bilimsel modellerin geliştirilme aşamaları, kullanım amaçları ve bir modelin tercih edilmesinde etkili olan özelliklerin neler olduğuna dair bilgiler bulunmamaktadır. Bir başka önemli tespit ise, modellerin çeşitleri ve özellikle kullanım amacına yönelik farklı model tasarımları ile model-hedef ilişkisi hakkında hem öğretim programlarında, hem de ders kitaplarında yeterli bilgi bulunmadığıdır. Bununla birlikte ders kitaplarında, öğrencilerden modelleme etkinlikleri gerçekleştirmesi istenen aktiviteler ile modeller hakkında az da olsa çeşitli bilgilerin yer aldığı tespit edilmiştir. Kimya ve Biyoloji dersleri öğretim programlarında model ve modelleme kavramlarına yer verilme durumunun oldukça sınırlı olduğu ortaya çıkmıştır. Örneğin 9 ve 10. Sınıf Biyoloji öğretim programında bu kavramlara değinilmemiştir. Coğrafya Dersi Öğretim Programı'nda ise model ve modelleme kavramlarına hiç yer verilmemiştir. Diğer taraftan öğretim programları ve ders kitaplarında tespit edilen sınırlılıklardan bir diğeri de öğretmenlerin kendilerinin model tasarlaması ve öğretim sürecinde farklı model çeşitlerinin kullanımı yönünden teşvik edilmesi gerektiğidir.

Çalışmada kullanılan veri kaynaklarının içeriği, kapsamı (örneğin öğretim programın kapsamı, ders kitabının içeriği gibi) konu alanlarına göre farklılık göstermekte ve dolayısıyla metodolojik açıdan araştırmayı sınırlamaktadır. Ayrıca elde edilen bulgular veri kaynaklarından bağımsız değildir. Bu nedenle, araştırma sadece belirli ders kitaplarını ve öğretim programlarını kapsadığı için sonuçlar sınırlı bir şekilde yorumlanmalı, araştırma odağının dışına çıkılmamalıdır.

Öneriler

Pek çok araştırmacı tarafından (örn., Aktan, 2013; Danusso, Testa ve Vicentini, 2010; Harrison, 2001; Henze, van Driel ve Verloop, 2007; Justi ve van Driel, 2005; van Driel ve Verloop, 1999) ifade edildiği üzere, literatürde öne çıkan bulgulardan biri fen öğretmenleri ve öğretmen adaylarının bilimsel modeller hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı ve bilimsel modelleri doğal olguların bir kopyası gibi gördükleri ile ilgili tespittir. Diğer taraftan, farklı modeller arasında ilişki kurabilme veya aynı olgunun farklı şekilde modellenebilmesi hususunda da fen öğretmenleri arasında problemler olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Bu eksikliklerin giderilmesi için başta fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitimi olmak üzere, hizmet öncesi ve hizmet içi model tabanlı eğitim programları uygulanabilir. Zira bu tür programların başarısı, başta Akerson ve diğerleri (2009) tarafından yapılan araştırma olmak üzere; çeşitli çalışmalarda (Danusso, Testa ve Vicentini, 2010; Henze, van Driel ve Verloop, 2007; Justi ve van Driel, 2005) gösterilmiştir.

Öğrenim sürecinde modeller bilimsel bilgilerin daha kolay anlamlandırılmasını sağlar ve dolayısıyla öğrenmenin kalıcı hale gelmesine yardımcı olur. Fen bilimleri öğretmenleri beşinci sınıftan itibaren model tasarlama ve modellerin önemine daha çok vurgu yapmalıdır. Böylece öğrencilerin sınıf seviyesi arttıkça daha soyut bilimsel kavramlar ile ilgili model tasarımları geliştirilebilir. Diğer taraftan özellikle fen kitaplarında model ve modelleme ile ilgili bilgi ve örneklerin yer aldığı açıklayıcı, öğretici, model tasarım etkinliklerinin olduğu bölümler bulunmalıdır. Öğrencilere basit modelleme etkinlikleri yaptırmaktan ziyade bilim insanlarının neden model tasarladığı, modeli nasıl kullandıkları, modelin eksik kalan yönleri üzerinde düşünmeye sevk etmek daha önemlidir. Öğrenciler modeli bir gösteri aracı olarak değil; farklı tasarımlar ile nasıl daha iyi hale getirebileceklerini irdeledikleri bir ürün

olarak görmeli ve buna vurgu yapan etkinlikler fen kitaplarında yer almalıdır. Ayrıca, fen derslerinin öğretim programlarında model ve modelleme kavramları ile ilişkili kazanımların sayısı da artmalıdır. 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nı değerlendirdiği çalışmada Ayvacı ve Bebek (2017) sonraki revizyonlarda model oluşturma ve kullanma ile ilgili kazanımlara ağırlık verilmesi gerektiğini önermiştir. Bu araştırmanın sonuçları 2017 yılında yürürlüğe giren yeni Fen Bilimleri Öğretim Programı kapsamında model ve modelleme kavramları ile ilişkili kazanımlarda bir artış olmadığını ortaya koymaktadır.

Kaynakça

- AAAS (1990). *Science for All Americans*. New York, NY: Oxford University Press.
- Akerson, V.L., Townsend, J., Donnelly, L.A., Hanson, D.L., Tira, P. and White, O. (2009). Scientific modeling for inquiring teachers network (SMITN): The Influence on elementary teachers' views of nature of science, inquiry, and modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), 21-40. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9116-5>
- Aksakal, M., Karataş, A. ve Laçın-Şimşek, C. (2015). Mayoz bölünme konusunun öğretiminde modellerle zenginleştirilmiş laboratuvar ortamının akademik başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37, 49-60.
- Aktan, M.B. (2016). Pre-service science teachers' perceptions and attitudes about the use of models. *Journal of Baltic Science Education*, 15(1), 7-17.
- Aktan, M.B. (2013). Pre-service science teachers' views and content knowledge about models and modeling. *Education and Science*, 38(168), 398-410.
- Alkan, İ., Akkaya, G. ve Köksal, M.S. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanılgılarının model oluşturma yaklaşımıyla belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 121-135.
- Ayvacı, H.Ş., Bebek, G., Atik, A., Keleş, C.B. ve Özdemir, N. (2016). Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerin modelleme süreci içerisinde incelenmesi: Hücre konusu örneği. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 175-188. <https://doi.org/10.14582/DUZGEF.711>
- Ayvacı, H.Ş., Bebek, G. ve Durmuş, A. (2015). Fen Bilimleri Programındaki modelleme kazanımlarının önemi ve uygulanabilirliği hakkında öğretmen görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 334-350.
- Ayvacı, H.Ş. ve Bebek, G. (2017). 2013 Yılında revize edilen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan kazanımların incelenmesi: Model oluşturma ve kullanma konusu. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(27), 69-80.
- Bernard, H.R. (2002). *Research methods in anthropology*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Bowen, G.A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Büyükalın Filiz, S. ve Kaya, V.H. (2013). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ile Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans ve lisansüstü öğretim programının felsefe, amaç ve içerik ilişkisinin incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(2) 185-208.

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, O.E., Karadeniz, S. ve Demirel, F. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Coll, R.K., France, B. and Taylor, I. (2005). The role of models and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198. <https://doi.org/10.1080/0950069042000276712>
- Dagher, Z.R. (1994). Does the use of analogies contribute to conceptual change. *Science Education*, 78(6), 601-614. <https://doi.org/10.1002/sce.3730780605>
- Danusso, L., Testa, I. and Vicentini, M. (2010). Improving prospective teachers' knowledge about scientific models and modelling: design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*, 32(7), 871-905. <https://doi.org/10.1080/09500690902833221>
- Drisko, J.W. and Maschi, T. (2016). *Content Analysis*. New York, NY: Oxford University Press.
- Ercan, S. ve Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 128-164. <https://doi.org/10.17522/nefemed.67442>
- Gilbert, J.K. and Boulter, C.J. (Eds.). (2000). *Developing models in science education*. Dordrecht: Kluwer. <https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1>
- Gilbert, S.W. and Ireton, S.W. (2003). *Understanding models in earth and space science*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Greca, I.M. and Moreira, M.A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/095006900289976>
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. and Smith, C.L. (1991). Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280907>
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M. (2008). Modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1). 65-90.
- Günbatar, S. ve Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Harman, G. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme ile ilgili bilgilerinin incelenmesi. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde, 27-30 Haziran 2012.
- Harrison, A.G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31, 401-435. <https://doi.org/10.1023/A:1013120312331>
- Harrison, A.G. and Treagust, D.F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F)

- Harrison, A.G. and 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. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<352::AID-SCE3>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<352::AID-SCE3>3.0.CO;2-J)
- Henze, I., van Driel, J. H. and 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. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9017-6>
- Hsieh, H.F. and Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- İyibil, Ü. ve Sağlam Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 25-46.
- Justi, R. and Gilbert, J.K. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the atom'. *International Journal of Science Education*, 22(9), 993-1009. <https://doi.org/10.1080/095006900416875>
- Justi, R. and van Driel, J.H. (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. <https://doi.org/10.1080/0950069042000323773>
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- MEB, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2006). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı*. T.C. MEB, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2013). *İlköğretim kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. T.C. MEB, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). Öğretim programları. Erişim tarihi: 04/02/2018, <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx>.
- Metin, D. ve Leblebicioglu, G. (2015). Development of elementary 6th and 7th grade students' views about scientific model and modeling throughout a summer science camp. *Education and Science*, 40(177), 1-18. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.1507>
- Miles, M.B. and Huberman, A.M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Neuendorf, K.A. (2002). *The Content Analysis Guidebook*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC, National Research Council. (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Oh, P.S. and Oh, S.J. (2011). What teachers of science need to know about models: an overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>

- Oliveria, M.T. and Cachapuz, A.F. (1992). Pupils' understanding of atomic structure and the interactive use of analogy. Paper presented at the *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Boston, MA.
- Pashley, M. (1994). A-level students: their problems with gene and allele. *Journal of Biological Education*, 28(2), 120-126.
<https://doi.org/10.1080/00219266.1994.9655377>
- Strauss, A. and Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. and Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
<https://doi.org/10.1080/09500690110066485>
- Ünal, G. ve Ergin, O. (2006). Fen eğitimi ve modeller, *Millî Eğitim Dergisi*, 171, 188-196.
- Yenilmez Turkoglu, A. and Oztekin, C. (2016). Science teacher candidates' perceptions about roles and nature of scientific models. *Research in Science and Technological Education*, 34(2), 219-236.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1137893>
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- White, M.D. and Marsh, E.E. (2006). Content analysis: A flexible methodology, *Library Trends*, 55(1), 22-45. <https://doi.org/10.1353/lib.2006.0053>
- van Driel, J.H. and Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.
<https://doi.org/10.1080/095006999290110>

Summary

Introduction

One of the most frequently used concepts in our daily life, science and education are model and modeling concepts. According to Gilbert and Boulter (2000), a model can be defined as an example that represents a process, an object or an idea. Modeling on the other hand refers to the whole process, the design and construction of the model (Harrison and Treagust, 1996). The design, development and use of models also make a significant contribution to the production and teaching of scientific knowledge. Another aspect that emphasizes the importance of model and modeling is their role in teaching and learning (Gilbert and Ireton, 2003). In science teaching, models and modeling are widely used to assist students' understanding of natural phenomena or to make scientific concepts visually more comprehensible (Aktan, 2016).

Certainly, the progress made in science and technology necessitates the revision of the curricula contents and their teaching standards. In this respect, the examination and evaluation of the curricula and the textbooks prepared to support them are important in revealing their possible weaknesses. The research indicates that information about model and modeling activities in textbooks is insufficient, yet it is important for both teachers and students. In our country, there is no comprehensive research focusing on examining models and modeling both in science curricula and in

textbooks. The main purpose of this study is to examine how the concepts of model and modeling are used, stated in current science curricula and textbooks, and how much is fulfilled in terms of the program standards, goals and objectives.

Method

In this study, qualitative research methods were used. Data were collected and analyzed through using document and content analysis methods (Bowen, 2009; Krippendorff, 2004; Miles and Huberman, 1994; Neuendorf, 2002). Administered in 2017, the new instructional programs, Science (Grades 5-8), Physics, Chemistry, Biology and Geography (Grades 9-12) curriculum and their textbooks were used as data sources. Instructional programs, curriculum materials and the textbooks were provided by the Ministry of National Education (MONE). All data sources were analyzed categorically and coded by the researchers using document and content analysis methods.

Results

When we look at the model and modeling concepts that are integrated in the science education programs administered by MONE in the last ten years, the ratio of those which are directly related to model and modeling concepts was found to be 5.7% in the 2007 Science and Technology Curriculum, and it was 6.3% in the 2013 Science Curriculum. The new science curriculum, implemented in 2017 has slightly increased ratio (6.9%) of these concepts. In the last three instructional programs, students are mostly expected to demonstrate what they learnt or to use an existing model in class rather than developing, designing and evaluating a model in science classes. As a result, students will not practice their cognitive and academic skills, and do not think about various designs, how the model represents its target, what the weaknesses are or how to improve the model to represent its target better.

In the 2017 Science Curriculum, the concepts of model and modeling were found to be mostly related to Biology standards (42.1%), whereas Chemistry (5.3%) was the least emphasized area. When the data analyzed based on the class levels, it was seen that model and modeling emphasis is higher in Grades 6 (42.1%) and 7 (26.3%). When the 2017 secondary school science curricula were analyzed as a whole, total of 65 chapters and 556 standards, only 21 (32.3%) chapters and 42 (7.5%) standards of them were referring to the model and modeling concepts. It was found that model and modeling emphasis is higher in Grades 9 (31%) and 11 (26.2%). The analyses revealed that specifically for each of those 2017 secondary school science curricula, the model and modeling concepts proportions were 16% for Physics, 3.1% for Chemistry, 4.4% for Biology and 0% for Geography.

The analysis of 2017 science textbooks also revealed that the relevant concepts are mostly involved in Biology subjects followed by Chemistry and Earth Science, Astronomy respectively. The results of the analysis of secondary science books on the other hand showed that the models and modeling concepts are most often found in Physics textbooks followed by Chemistry and Biology textbooks respectively.

Discussion

These findings clearly indicate that in terms of program standards, goals and objectives the concepts of model and modeling are insufficiently stated and

represented in the new science curricula. Overall, it is seen that the concepts of model and modeling are mentioned in the science curricula examined, but scientific models and the role of these models in science are not stated or discussed. Another important finding is that there is not enough information on types of models and model-target relations in both teaching programs and textbooks. It is clear that the model and modeling concepts in Chemistry and Biology curricula are very limited. For instance, these concepts have not been addressed in the 9th and 10th grade Biology curriculum. In Geography curriculum however, the concepts of model and model are not mentioned at all.

Pedagogical Implications

Students should be actively participating in model development process, textbooks and curriculum materials should underline statements like *design and built model, compare different models, explain why a certain model is better than others* more often rather than *demonstrate or show on model*. It is more important for students to think about how to make models better, why scientists design models, and how they use models in scientific process. Student should not just use models as demonstration tool in science classrooms, rather they should be focusing more on making various model designs and discussing which of these represent its target better and why.

Authors' Biodata / Yazar Bilgileri

M. Bahadır AKTAN Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi'nde Doktor Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır.

M. Bahadır Aktan is an assistant professor of Science Education at Hacettepe University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education.

Samet KAYNAK Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi Programı'nda doktora öğrenimini sürdürmekte ve Konya, Hadim, Aşağıhadim Ahmet Yavuz Ortaokulu'nda öğretmen olarak görev yapmaktadır.

Samet Kaynak is a doctoral student at Hacettepe University, Science Education Program and he works as a teacher in Konya, Hadim, at Aşağıhadim Ahmet Yavuz Middle School.

Zennure ABDÜSSELAM Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi Programı'nda doktora öğrenimini sürdürmekte ve Giresun, Mustafa Kemal Ortaokulu'nda öğretmen olarak görev yapmaktadır.

Zennure Abdüsselam is a doctoral student at Hacettepe University, Science Education Program and he works as a teacher in Giresun at Mustafa Kemal Middle School.

Ezgi ARDOĞAN Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi Programı'nda yüksek lisans öğrenimini sürdürmektedir.

Ezgi Ardoğan is a masters student at Hacettepe University, Science Education Program.