



Uluslararası Eğitimde Mükemmellik Arayışı Dergisi (UEMAD)

ISSN: 2980-0021

<http://www.emad.elayayincilik.com/>



Modeller ve Modellerin Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki Yeri¹

Seçil Serttaş², Ayşe Yenilmez-Türkoğlu³

Öz

Bu çalışmada, modellerin ve fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan model kazanımlarının çeşitli boyutlarda incelenmesi amaçlanmıştır. 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) temel alınarak gerçekleştirilen çalışma doküman analizi yöntemi ile yürütülmüş, öğretim programında yer alan model oluşturma ve kullanmayı içeren kazanımlar, sınıf seviyesi, konu alanı, ait olunan disiplin ve model boyutlarına göre incelenmiştir. Bulgular, öğretim programında, modelin ne olduğuna ve özelliklerine ilişkin açıklamaların yer almadığını göstermiştir. Bu durumda, öğretmenlerin ve öğrencilerin modelleri kendi model anlayışlarına göre yapılandırması olasıdır. Programda yer alan kazanımların sınırlı bir kısmı model kullanımını ve oluşturmaya içermekte, bu kazanımların çoğu da fizik disiplinde yer almaktadır. Bu bulgularla birlikte, modellerin ve model çeşitlerinin ne olduğuna ve ayrıca, fen öğretim programlarında model kullanımının ve oluşturmaının önemine daha fazla vurgu yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Modeller, Modellerin sınıflandırılması, Fen eğitiminde modeller, Fen bilimleri dersi öğretim programı.

Models and the Place of Models in Science Curriculum

Abstract

The purpose of the study was to examine models and modeling objectives (learning outcomes) given in the science course curriculum. The study, based on the 2018 Science Course Curriculum (MEB, 2018), was carried out with the document analysis method, and the objectives in the curriculum, including creating and using models, were examined according to grade level, subject area, discipline and modeling dimensions. The findings showed that the curriculum did not specify what models and their features are, and left teachers and students to structure models according to their own understandings and experiences. Moreover, a limited part of the objectives in the curriculum included the use and creation of models, and most of these objectives are from physics discipline. With these findings, it is recommended that more emphasis be placed on what models and model types are, as well as the importance of using and creating models in science curricula.

Keywords: Models, Classification of models, Models in science education, Science curriculum.

Makale Geçmişi
Makale Türü
Önerilen Atıf

Geliş:13.05.2024
Araştırma Makalesi

Kabul:12.06.2024

Yayın:30.06.2024

Serttaş, S. & Yenilmez-Türkoğlu, A. (2024). Modeller ve fen bilimleri öğretim programı kazanımlarında modellerin yeri. *Uluslararası Eğitimde Mükemmellik Arayışı Dergisi (UEMAD)*, 4 (1), 67-79

¹ Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

² Doktora öğrencisi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, secilserttass@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0940-1287

³ Sorumlu Yazar: Doç. Dr. Ayşe Yenilmez Türkoğlu, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, ayse.yenilmez@alanya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1981-2813

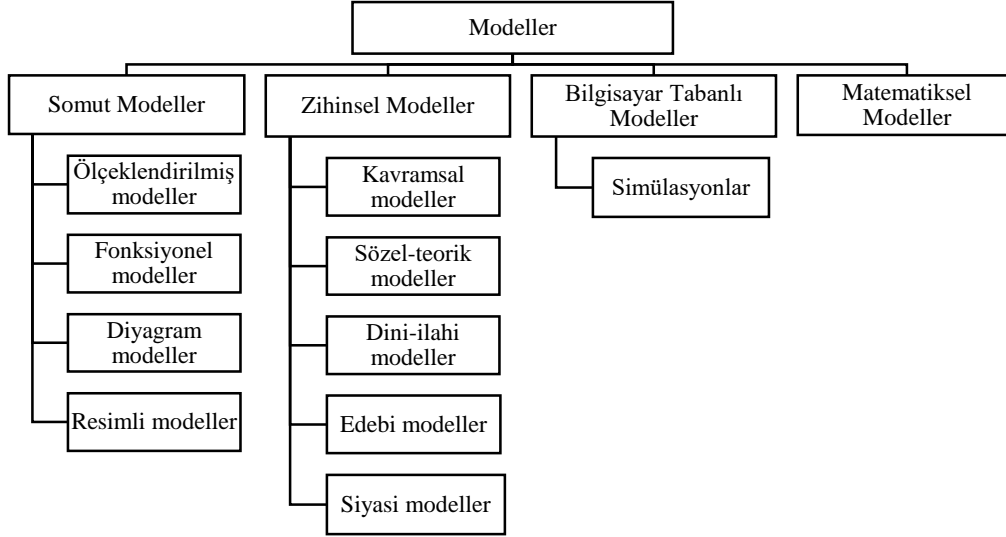
Giriş

Gelişmiş toplumlar, 21. yüzyıl bireylerinden bilim insanlarının kullandığı yöntemleri izlemelerini ve bilimsel düşünme becerilerine sahip olmalarını beklemektedir. Rothman (1992), bilim insanlarının evrensel gerçekler peşinde koşmak yerine bilinmeyen olguların nedenlerini anlama çabası peşinde olduklarını ifade etmektedir. Bu çabayı yönlendiren güçlü araçlardan biri de modellerdir. Literatürde modeller tek bir tanım çatısı altında toplanamasa da bilim insanları modelleri tanımlarken, bir olguyu temsil etme, açıklama ve tahmin etme boyutları açısından ayrı olarak ele almaktadırlar (Craik, 1943; Gardner ve Kemer, 1993; Gilbert ve Ireton, 2003; Mahr, 2009; Oh ve Oh, 2011; Srinivasan, 2001; Taber, 2017). Olgular ise, dış dünyanın gerçekliği ve bu gerçekliğin duyularımızla algılanabilir özelliklerinin, özellikle de görsel olarak fark edilebilir olması ya da henüz açıklanamayan veya anlaşılmasız olan bir şeyin varlığı olarak görülmektedir (Yalçın, 2022).

Modellerin sıklıkla karşılaşılan temsil boyutunda, temsil ile kastedilen, varoluşsal bir konuma sahip olmayıp sadece insan yapımı olan, dünya ile konuşabilen varlıkların karşılıklı etkileşimleridir (Giere, 2004; Lee, 1999). Temsilde, olgulara ait referans sistemi ve o referansın özelliklerinden birini ya da birçoğunu yansıtmayı üstlenen model yer almaktadır (Van Es, 2020). Bir bakıma, referans aldığı sistemin tamamen aynısı olmayan ve temsil görevini üstlenen modeller (Craik, 1943), belirli amaçlarla ve bu amaçlara atanan görevlerini üstlenmek için referanstaki belli özellikleri kasıtlı olarak ihmal ederler (Belarmino, 2017; Gilbert ve Ireton, 2003; Oh ve Oh, 2011). Çünkü modeller referans sistemin bazı özelliklerini yansıtmayı için oluşturulmuş yapılardır (Giere, 2004). Örneğin, Dünya'nın kendisi (referans sistem) ile Dünya'nın küre modelini (temsil olarak model) incelersek, küre Dünya üzerinde bulunan yerleri, mesafeleri temsil edebilir ancak Dünya'nın kimyasal bileşimi hakkında kullanıcıya bir bilgi vermez. Bu nedenle modeller, referans sistemler hakkında kısmi bilgi içerirler (Seel, 2017). Modellerin bir olguya ait tanımları içerme, izah etme, gerekçe sunma (Lee, 1999) gibi özellikleri içeren bir diğer boyutunda, açıklayıcı görev üstlenen modeller, referans sistem hakkında kişilerin ve bilim insanlarının yorumlayıcı bir tanıma erişmesini sağlamış olurlar (Bailer-Jones, 2002; Gilbert ve diğerleri, 1998). Bir kalbin çalışma prensibini açıklamak amacıyla pompa şeklinde bir modelin kullanılması (Bailer-Jones, 2002) modellerin yeni bir bilgiyi edinme sürecinde bir olguyu açıklama görevini üstlenebildiklerini ifade etmektedir (Mahr, 2009). Tahmin boyutu ise, olguların anlaşılmasına katkıda bulunmak için, referansın bir görüntüsünün sunulması sürecidir. Bu süreç, bağlamlar çürütülene kadar devam eder (Lee, 1999). Belirli, karmaşık ya da bilinmeyen durumlarda sistemin nasıl davranacağını modele verilen özellikler üzerinden tahmin etme sürecinde etkin rol oynar (Lee 1999; Batty & Torrens, 2005). Ancak modeller, olayları, konuları işaret etme ve bu konulara odaklanma şekillerinin, sadece kesin tahminler üretmekten ziyade daha geniş bir amaca hizmet ettiği göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Çünkü tahmin sonucu, bu tür modellerin çıktıları her zaman tam olarak inandırıcı olmayabilir, ancak yine de tahminler, durumu analiz ve yorumlamada faydalı olabilirler (Batty & Torrens, 2005). Tahmin boyutu ile modeller, referansın gelecekteki bir durum için nasıl davranacağını sunabileceği gibi referansın farklı koşullar altında nasıl işleyeceğini de gösterebilir (Lee, 1999; Passmore ve Stewart, 2001). 21. yüzyıl araştırmacılarından bazıları, bilim insanlarını profesyonel öğrenenler olarak ifade etmekte ve onların ortaya attıkları fikirleri bilim çevrelerine ve topluma aktarmak için modelleri tahmin etme, test etme, yenileme, üzerlerinde yeni çalışmalar yapma gibi çabalarla kullanarak bilim dünyasına yeni anlayışlar kazandırdıklarını vurgulamaktadır (Bryce ve diğerleri, 2016; Gilbert ve Ireton, 2003). Modellerin bilimdeki bu etkisi ve bilimsel süreçlerde üstlendikleri rollerin biçimi de araştırma konusu olmakta (Frigg ve Hartmann, 2006) ve farklı biçimleri ile karşımıza çıkmaktadır (NRC, 1996).

Modellerin sınıflandırılması

Modeller, olgulara ait bilgileri nasıl ve ne şekilde ilettiklerine göre farklı biçimlerde sınıflandırılabilirken (Bryce ve diğerleri, 2016) ilgili literatüre bağlı kalarak araştırmacıların (Del Re, 2000; Gilbert ve Ireton, 2003; Hestenes, 1996; Shen, 2006) yaptığı bazı ortak sınıflandırmalar bir çatı altında Şekil 1'deki gibi toplanabilir.



Şekil 1

Modellerin sınıflandırılması (Kaynak: Del Re, 2000; Gilbert ve Ireton, 2003; Hestenes, 1996; Shen, 2006)

Somut modeller. Fiziksel, malzeme veya görünüm modelleri olarak farklı isimlendirmeleri olan somut modeller (Del Re, 2000; Seel, 2017), gündelik yaşantımızda karşımıza sıklıkla çıkan, kolaylıkla üzerinden yorum yapabildiğimiz model türüdür. Somut modeller, referansa ait fiziksel özellikleri benzerlik görevi ile temsil etme amacına ek olarak işlevsel olarak nasıl çalıştığını açıklamak amacıyla da kullanılabilirler (Gilbert ve Ireton, 2003). Literatürde dört farklı somut modelden bahsedilmektedir:

a. Ölçeklendirilmiş modeller. Ölçeklendirilmiş modeller, referansına fiziksel olarak benzeme ve tanınmasını kolaylaştırma gibi misyonlarından dolayı sınırlı olarak nitelendirilen model türüdür (Gilbert ve Ireton, 2003) çünkü referansın fiziksel görünümünü sadece ölçekçe büyük ya da küçük olarak temsil etmekle görevlidir (Black, 1962).

b. Fonksiyonel modeller. Ölçeklendirilmiş modellerden farklı olarak fonksiyonel bir modelde referansın belli bir ölçekte büyük ya da küçük hali gerekmez, amaç referansın belli yönlerden fonksiyonel olarak temsilidir (Gilbert ve Ireton, 2003).

c. Diyagram modeller. Haritalar, akış şemaları, kavram haritaları gibi referansını kolaylıkla iki boyutta temsil edebilen, böylelikle üç boyutlu modellere kıyasla kâğıt düzlemi, ekran gibi daha fazla ortamlarda bulunabilen model türüdür (Shen, 2006).

d. Resimli modeller. Referansın belli bir bölümünü veya tamamını görsel biçimde ifade eden iki boyutlu somut modellerdendir. Resimli modellerin sınırlılığı, her sistem için kullanılabilir olmayışından kaynaklanan nitelikli modeller oluşturma ve doğru sonuçlar elde etme konusunda sorunlara neden olabilmesidir (Gilbert ve Ireton, 2003; Hıdıroğlu ve Hıdıroğlu, 2017).

Zihinsel modeller. Zihinsel modeller bir sistemin işleyişini veya bir olgunun yapısını kavramak ve bu sürecin nedenlerini anlamak için temel bir öğrenme unsuru olarak kabul edilirler (Güneş, 2022). Bu bağlamda, bireyin ilgili sistemin veya olgunun ilk formunu yani zihinsel modelini içsel olarak zihninde oluşturması gereklidir (Hestenes, 2006; Samsudin, 2023). Zihinsel modeller; kavramsal modeller, sözel-teorik modeller, dini-ilahi modeller, edebi modeller ve siyasi modeller alt başlıklarında toplanabilir.

a. Kavramsal modeller. Kavramsal bir model, bilimsel bilgi ve anlayışın temel yapı taşı olarak görülmektedir (Mi ve diğerleri, 2020). Bilim insanlarının farklı disiplinlerdeki olgulara yönelik gözlemleri ile tahminleri arasındaki ilişkiyi açıklarken dünya hakkındaki kavramsal modellerine dayanarak çıkarımlarda bulunur ve bu modelleri doğrulamak veya düzeltmek için gözlem arayışına girerler. (Shibley ve Tikoff, 2016). Oluşturulan kavram ile kavramı oluşturanın zihinsel modelinin örtüşmesi beklenir (Hestenes, 2006).

b. Sözel-teorik modeller. Zihinsel modellerimizi dış dünyada temsil etmek için kullandığımız kelimeler sözel modeller olarak adlandırılırken, geçmişten bu yana var olan fikir ve gözlemlerle ilerleyen modeller teorik modeller olarak adlandırılabilir (Gilbert ve Ireton, 2003).

c. *Dini-ilahi modeller*. İnsanların inançlarını, yaşamdaki konumlarını ve deneyimlerini analogi, vahiy gibi yollarla temsil ederek bu durumları anlamalarına yardımcı olan zihinsel yapılarıdır (Gilbert ve Ireton, 2003; Schilbrack, 2005).

d. *Edebi modeller*. Farklı kültür ve inanç sistemleri ile değişen, belirli temalara veya örüntülere sahip olan (Ünal, 2010), eser sahibinin kendi zihinsel modelini kullanarak oluşturduğu kurgusal metinlerdir (Gilbert ve Ireton, 2003). Bu metinler yoluyla aynı zamanda okuyucu da kendi zihinsel modelini oluşturmaktadır.

e. *Siyasi modeller*. Bu modeller, farklı ideolojilere ait fikir etiketlerini temsil eder ve bunlara ait ilkeleri ve kanunları içerir (Gilbert ve Ireton, 2003; van Dijk, 2013).

Matematiksel modeller. Referansı sembollerle temsil eden (Seel, 2017), dünyada var olan bir probleme çözüm ararken kullanılan (Gilbert ve Ireton, 2003) ve bu problemler için kullandığı sembolik gösterim ile referans sistemin kendisi gibi davranan modellerdir (Rutherford ve Ahlgren, 1994).

Bilgisayar tabanlı modeller. Problemlerin matematiksel modeller olan denklemler ile çözümünün mümkün olmadığı durumlarda bilgisayarlar, daha karmaşık yapıdaki matematiksel modellere açıklama getirebilme yetenekleri sayesinde önemli bir rol oynamıştır (Frigg ve Hartmann, 2006). Bilgisayar tabanlı modellerde, referansı görsel olarak simülasyonlar temsil eder ve böylelikle karmaşık sistemler arasındaki ilişkileri keşfetme, birden fazla veriyi test ve tahmin etme gibi pek çok alanda kullanılabilirler.

Simülasyonlar. Dijital ortamda, referans sisteme ait neredeyse tüm özellikleri ve davranışları içeren, bir diğer ifade ile referans sistemin hem görsel hem de işlevsel çok yakın hali olan (Kenaan, 2020), fiziksel bir model ile kıyaslandığında daha ekonomik, hızlı ve güvenli şekilde anlamlı sonuçlar sunan bilgisayar tabanlı modellerdendir (Srinivasan, 2001).

Model oluşturma

Gilbert ve Ireton (2003), hangi model sınıfından olursa olsun bir model oluşturulurken dört önemli parametrenin varlığının gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu parametreler, şeffaflık, kalibre edilmişlik, modellerin gerçekliğinin sınırlarını kabul etme ve akran değerlendirmesidir. Şeffaflık, model oluşturanın varsayımlarının, modeli kullanacak kişiler tarafından da net bir şekilde anlaşılabilir olması gerektiği fikrini ifade etmektedir. Kalibre edilmişlik ise, modelin gerçek dünyadaki karşılığının doğru bir şekilde belirlenmesini sağlayan bir parametredir. Ayrıca, modellerin gerçeklikle tam olarak örtüşmediği kabul edilmeli, modelin sınırları anlaşılmalı ve modelin gerçek dünyayı tam olarak temsil etmediği fark edilmelidir. Son olarak ise, modeller kullanıcıları tarafından gözden geçirilmeli ve model oluşturma bir ekip çalışması olarak gerçekleştirilmelidir. Bu değerlendirmeler, modelin doğruluğunu ve kullanılabilirliğini artırmak için hem bilim çevrelerinde hem de eğitimde kritik bir rol oynamaktadır.

Fen eğitiminde ve öğretim programlarında modeller

Modeller, öğrenciler için referans sistemleri temsil etme, açıklama ve tahmin etmede rol oynarken (Oh ve Oh, 2011; Passmore ve Stewart, 2001), aynı zamanda bilimi öğrenme sürecinde fen bilimleri dersi gibi içeriğinde soyut kavramların yer aldığı kavramları somut biçimde ifadesine de olanak tanır (Güneş ve diğerleri, 2004). Modeller, öğrencilerin kendi zihinlerinde kavramsal bir model oluşturmada kolaylık sağlarlar (Chittleborough ve Treagust, 2009; Gilbert ve Ireton, 2003). Bu nedenle modeller ve öğrencileri modellerle etkileşime sokacak türde yapılandırılan fen dersleri, birçok fen konusunu somut olarak öğrenmelerini sağlamanın yanı sıra (Türk, 2015), öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları modelleri dış temsiller yoluyla da ifade etmelerine olanak sağlayacakları için fen eğitiminde önemli görülmektedirler (Oh ve Oh, 2011; Ünal-Çoban, 2009).

Geçmiş fen öğretim programları incelendiğinde, modeller ilk olarak yapılandırmacı yaklaşımın yoğun biçimde uygulanmaya çalışıldığı 2005 yılı Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı'nda karşımıza çıkmakta, ancak programda açık biçimde model kelimesi geçmemektedir. Yine de programda, ders esnasında konularla ilgili video gösterimi ve bilgisayar tabanlı modellerden olan simülasyonların kullanımına yer verilmesi önerilmektedir. Değerlendirme açısından alternatif ölçme ve değerlendirme teknikleri içerisinde bazı modellere rastlanmaktadır. Kavram haritaları, tanılayıcı dallanmış ağaç,

drama, rol yapma gibi farklı model çeşitlerinin kullanılması gerekliliği açık biçimde ifade edilmese de programda bunlara yer verildiği görülmektedir (MEB, 2005). 2013 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı modeller açısından incelendiğinde, her bir öğretim seviyesine ait model kazanımlarının yer aldığı görülmekle beraber; yer verilen modellerin genel olarak model alt birimi olarak sınıflandırdığımız harita, diyagram ve ölçekli gösterimler olan somut modeller olduğu göze çarpmaktadır (MEB, 2013). Hâlihazırda yürürlükte olan 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ise, öğrencilerden araştırma yapma, sorgulama ve yaratıcı düşünme gibi yetkinlikler beklenmektedir (Ayvacı ve Bülbül, 2021; MEB, 2018). Bu yetkinlikler programda fen eğitimi alanına özgü beceriler olarak tanımlanmaktadır. Bilim insanlarının gözlem yapma, sınıflama, hipotez kurma, analitik düşünme, karar verme ve edinilen bilgileri kullanarak bir model oluşturma gibi eylemlerinin izinden gidilmesi vurgulanmaktadır (MEB, 2018). Fen okuryazarlığını geliştirmek için kritik öneme sahip olan bu beceriler, öğrencilere fen bilimlerinde başarılı olabilmeleri için gereken temel yetenekleri de kazandırmayı amaçlar. Öğrencilerin bilimsel düşünme süreçlerini ve metodolojilerini kavramalarına yardımcı olan eylemler arasında gözlem yapma, sınıflandırma, hipotez kurma, analitik düşünme, karar verme ve edinilen bilgileri kullanarak bir model oluşturma gibi bilim insanlarının benimsediği yaklaşımlar bulunmaktadır (MEB, 2018). Modellerin fen eğitiminde bu denli önemli bir görevi üstleniyor olmasına karşın geçmiş çalışmalar incelendiğinde, fen öğretim programında modellere odaklanan ve modellerin programdaki yeri açısından bir değerlendirme sunan sınırlı çalışma olduğu görülmektedir (Aktan ve diğerleri, 2019; Ayvacı ve Bebek, 2017; Ayvacı ve diğerleri, 2015). Bu çalışmaların odağını fen bilimleri ders kitaplarında modellerin ve model kavramlarının bulunduğu bölümler (Aktan ve diğerleri, 2019) ya da geçmiş dönem programlarında yer verilen modeller (Ayvacı ve diğerleri, 2015) oluşturmaktadır. Modellerin kendilerine ait yapısal özelliklerine ve boyutlarına değinilmediği görülmektedir. Bu gereklilikten yola çıkılarak, bu çalışmada Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) yer alan model kazanımlarının sınıf seviyesi, konu alanı, ait olunan disiplin ve model boyutlarına göre incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Nitel desende yürütülen bu çalışmada doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi ister basılı ister dijital materyaller olsun tüm belge türlerinin incelenmesi ve değerlendirilmesine fırsat tanıyan sistemli bir yöntemdir (Kıral, 2020; Sak ve diğerleri, 2021).

Verilerin toplanması ve analizi

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) yer alan model kazanımlarını incelemek amacıyla kazanımlara ilgili programdan ulaşılmış ve çalışmanın veri kaynağını programın kendisi oluşturmuştur. Doküman analizi çalışmalarında *birincil* ve *ikincil kaynak belgeler* olmak üzere iki farklı doküman biçimi kullanılmaktadır. Birincil belgeler, doğrudan deneyimleyenler tarafından üretilirken, ikincil belgeler ise olaya veya duruma tanıklık etmeyen, ancak belgeleri düzenlemek için olayı veya durumu deneyimlemiş kişilerin ifadelerini alan veya bunları okuyan kişiler tarafından hazırlanmaktadır (Bailey, 1994; Balcı, 2006). Bu çalışmada veri kaynağı birincil kaynak, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'dır. Kazanımlar, tematik analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Tematik analiz, nitel verilerdeki belirlenen örüntüleri belirlemeye analiz etmeye ve raporlamaya yönelik bir yöntemdir; bir veri setini okumayı, içeriğindeki anlam örüntülerini tanımlamayı içerir ve verilerini anlamlandırmaya çalışan nitel araştırmacılar tarafından sıklıkla tekrarlanarak geliştirilir (Braun ve Clark, 2006; Fraenkel ve diğerleri, 2011).

Geçerlilik ve Güvenirlik

Creswell (2007)'ye göre, nitel bir araştırmada, araştırmacıların ilgili veri setini işlemek için harcanan zaman ve çabanın artırılması, işlenen verilerden elde edilen kodlar ve temalar arasında tutarlı bir desen bulunana kadar tekrar tekrar incelenmesi, güvenilirliği artırmaktadır. Buradan hareketle çalışmada, programda yer alan kazanımların model kazanımına uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından ilgili kazanımlar tekrarlı okumalarla incelenmiş ve bu doğrultuda ayrıştırmalar yapılmıştır. Daha sonra araştırmacılar ilgili kazanımları karşılaştırmış, model kazanımı olmaya uygun görülmeyen ya da üzerinde görüş birliğine varılamayan kazanımlar çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Bulgular

Öğretim programının kazanımları incelendiğinde toplam 31 kazanımda model oluşturma ve kullanmayı içeren ifadeler olduğu belirlenmiştir. Model kazanımlarının sınıf seviyesine göre dağılımı Tablo 1’ de sunulmuştur.

Tablo 1

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda yer alan model kazanımlarının sınıf seviyesine göre dağılımı.

	Seviye					
	3. sınıf	4. sınıf	5. sınıf	6. sınıf	7. sınıf	8. sınıf
Model kelimesi içeren kazanımlar	2	-	3	8	3	2
Model kelimesini içermediği halde model kazanımı olan kazanımlar	-	-	5	4	3	1

Tablo 1’ de sınıf seviyesine göre dağılımı verilen model oluşturma ve model kullanmaya yönelik kazanımların dağılımında, 6. sınıf seviyesinde model kazanımlarının yoğunlaştığı görülmektedir. 4. sınıf seviyesinde ise model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımın yer almadığı dikkat çekmektedir. Çalışmada model kazanımı olarak nitelendirilen cümlelerde model kelimesi geçen ve *model* kelimesi geçmediği halde model oluşturmaya veya model kullanmayı gerektiren kazanımlar da yer almaktadır. ... model üzerinde gösterilir, ...model üzerinden açıklar/oluşturur/tasarlar/gösterir’ gibi cümle sonunda model kazanımı varlığını açıkça belirtilen kazanımların sayısı 18’dir. Bunun yanı sıra, ‘...bir araç tasarlar, ...şema kurar, ... çizimle gösterir, ...çizerek gösterir, ... grafik üzerinde gösterir’ gibi model çeşitlerine işaret etmesine rağmen kazanıma ait cümle içerisinde *model* kelimesi geçmeyen kazanımlar da bu çalışma kapsamında örtük olarak model kazanımları olarak kabul edilmiştir (Bkz. Ek-1). Bu kazanımların sayısı ise 13’tür. Böylelikle Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda (MEB, 2018) tüm öğretim basamaklarında yer alan modelleri içeren açık ve örtük biçimde toplam 31 model kazanımı yer aldığı görülmektedir. Bu kazanımların programdaki konu alanlarına göre dağılımı ise Tablo 2’ te verilmektedir.

Tablo 2.

Model kazanımlarının öğretim programındaki konu alanına göre dağılımı.

Konu Alanı Adı	Seviye						Toplam
	3. sınıf	4. sınıf	5. sınıf	6. sınıf	7. sınıf	8. sınıf	
Dünya ve Evren	2	-	2	2	1	-	7
Fiziksel Olaylar	-	-	6	4	3	2	15
Canlılar ve Yaşam	-	-	-	6	1	1	8
Madde ve Doğası	-	-	-	-	1	-	1

Dünya ve Evren, Fiziksel Olaylar, Canlılar ve Yaşam ile Madde ve Doğası konu alanlarına ilişkin model kazanımlarının sayıları incelendiğinde, en yüksek sayıda (f: 15) model kazanımının Fiziksel Olaylar konu alanıyla ilişkilendirildiği gözlemlenmektedir. Canlılar ve Yaşam konu alanı için 8, Dünya ve Evren konu alanı için 7 model kazanımı saptanmıştır. Madde ve Doğası konusu ise yalnızca 1 model kazanımına sahiptir. Programda örtük model kazanım cümleleri içeren 13 kazanım incelendiğinde ise, tamamının elektrik, ses ve kuvvet gibi konuları barındıran Fiziksel Olaylar konu alanından olduğu görülmektedir. Konu alanlarına göre model kazanımlarından örnek ifadeler aşağıdaki gibidir.

- F.3.1.1.2. Dünya’nın şekliyle ilgili model hazırlar (Dünya ve Evren Konu Alanı- Açık model kazanımı).
- F.5.3.1.2. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar (Fiziksel Olaylar Konu Alanı- Açık model kazanımı).
- F.6.2.2.1. Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar (Canlılar ve Yaşam Konu Alanı- Açık model kazanımı).
- F.7.4.1.4. Çeşitli molekül modelleri oluşturarak sunar (Madde ve Doğası Konu Alanı- Açık model kazanımı)
- F.7.5.3.5. Ayna veya mercekle kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar, öncelikle tasarımı çizimle ifade etmesi istenir (Fiziksel Olaylar Konu Alanı- Örtük model kazanımı).
- F.6.3.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder (Fiziksel Olaylar Konu Alanı- Örtük model kazanımı).
- F.6.3.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir (Fiziksel Olaylar Konu Alanı- Örtük model kazanımı).

Daha önce de belirtildiği gibi, modeller ilgili hedef sistemleri temsil etme, açıklama ve tahmin etme amacıyla oluşturulurlar. Programda yer alan kazanımların referans sistemleri hangi görevle sunulmaları istendiği Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3
Model kazanımlarında yer alan model boyutlarının dağılımı.

Boyut	İlgili Kazanım (MEB, 2018)	f
Temsil	F.3.1.1.2. Dünya'nın şekliyle ilgili model hazırlar. F.3.1.2.3. Dünya yüzeyindeki kara ve suların kapladığı alanları model üzerinde karşılaştırır. F.5.1.1.2. Güneş'in büyüklüğünü Dünya'nın büyüklüğüyle karşılaştıracak şekilde model hazırlar. F.5.1.4.1. Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre hareketlerini temsil eden bir model hazırlar. F.5.3.1.2. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar. F.5.5.1.1. Bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle gösterir. F.5.5.2.1. Işık düzgün ve pürüzlü yüzeylerdeki yansımalarını gözlemleyerek çizimle gösterir. F.5.5.4.1. Tam gölgenin nasıl oluştuğunu gözlemleyerek basit ışın çizimleri ile gösterir. F.5.7.1.1. Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyile gösterir. F.5.7.1.2. Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar. F.6.1.1.2. Güneş sistemindeki gezegenleri, Güneş'e yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur. F.6.1.2.3. Güneş ve Ay tutulmasını temsil eden bir model oluşturur. F.6.3.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir. F.6.3.1.3. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deney ve çizimle gösterir. F.6.3.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir. F.7.1.1.6. Basit bir teleskop modeli hazırlayarak sunar. ⁴ F.7.2.3.2. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde gösterir. F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar (Tasarımlar çizimle ortaya konular, üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmez). F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar (Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir). F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar (Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir). F.8.2.1.2. DNA'nın yapısını model üzerinde gösterir. F.8.5.1.2. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar (Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir). F.8.7.3.2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümü temel alan bir model tasarlar.	24
Açıklama	F.6.2.2.1. Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar. F.6.2.3.1. Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model kullanarak açıklar. F.6.2.4.1. Solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar. F.6.2.5.1. Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları model üzerinde göstererek görevlerini özetler. F.6.3.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder. F.6.6.1.1. Sinir sistemini, merkezî ve çevresel sinir sisteminin görevlerini model üzerinde açıklar. F.6.6.2.1. Duyu organlarına ait yapıları model üzerinde göstererek açıklar.	7
Tahmin	-	-

⁴ Bu kazanım hem temsil, hem de açıklama boyutunda yer almaktadır.

Programdaki model kazanımlarında, referansının ölçeklendirilmiş biçimini tasarlama, çizim ile gösterme, kavrama ait sembolü kullanarak ifade etme ve grafiğe çizerek gösterme gibi görevleri üstlenen *temsil* boyutunun yoğunlaştığı görülmektedir. Temsil boyutundaki kazanımların (f:24) çoğunun da gözlemlenebilir olgulara dayanan disiplinler olan fizik ve astronomi içerisinde dağıldığı göze çarpmaktadır. Basitleştirme, sunma veya özetleme amacı ile referans sisteme hizmet eden *açıklama* boyutundaki tüm kazanımların (f:7) tamamı ise biyoloji disiplinine aittir. Bu kazanımlarda, ‘... model üzerinde tanımlar/ özetler/ açıklar /sunar’ şeklinde ifadeler yer almaktadır. Sadece bir kazanımda model boyutlarından ikisine aynı anda yer verilmiştir (Bkz. Tablo 3, kazanım F.7.1.1.6.). Burada öğrencinin hazırlayacağı modelin referans sistem olan teleskobun temsili olması istendikten sonra teleskop modelini sunması istenerek açıklama boyutuna işaret edildiği göze çarpmaktadır. *Tahmin* boyutunda ise herhangi bir model kazanımının yer almaması dikkat çekicidir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma ile 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda (MEB 2018) yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımların incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular, programda 31 adet model kazanımının olduğunu ve bu kazanımların 18’inde model kelimesinin geçtiğini göstermiştir. Kalan 13 kazanımda ise model kelimesi kullanılmamış ancak örtük biçimde model çeşitleri ve bunların kullanımı yer almıştır. Programda en çok 6. sınıf seviyesinde, en az ise 8. sınıf seviyesine ait model kazanımı bulunmaktadır. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018), konu ve sınıf düzeylerinde bütüncül çıktılar sağlamak ve kazanımları tekrarlı bir biçimde sınıf düzeylerine uygun olacak şekilde öğrencilere kazandırmak için sarmal bir yaklaşım benimsediğinden, bu yaklaşıma uygun olarak, model kazanımlarının da eğitimin her aşamasında tekrarlanması ve sarmal yapıdan dolayı sayısının ya da içeriğinin de artması beklenmektedir. Çünkü model kazanımları, programdaki alana özgü beceriler içinde önemli bir bileşen olan ve aynı zamanda öğrencilerin olguları daha derinlemesine anlamalarını sağlayan bilimsel süreç becerilerine dâhildir. Ancak çalışmada 4. sınıf düzeyinde model kazanımlarına yer verilmediği, fen eğitiminin son aşaması olan 8. sınıf düzeyinde ise sadece üç model kazanımına yer verildiği görülmektedir. Bu duruma benzer şekilde, 2013 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’ndaki modellere çalışmada yer veren Ayvacı ve Bebek (2017) de, 8. sınıf seviyesine gelindiğinde kazanımların azaldığını belirtmiştir. Araştırmacılar bu durumun nedenini öğrencilerin 8. sınıfı tamamlamasının hemen ardından liseye yerleştirilmek üzere girdikleri sınava bağlamaktadır. Ancak bu neden, 2018 yılı öğretim programında 4. sınıf seviyesinde neden model kazanımının yer almadığı sorusunu cevaplayamamaktadır. Programdaki model kazanımlarının büyük çoğunluğu fizik ve biyoloji konularına odaklanırken, kimya branşına ait model kazanımları ve etkinliklerinin görece daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, kimya alanındaki kazanımların diğer disiplinlere kıyasla daha sınırlı olmasından kaynaklanabileceği gibi, kimya derslerinin içeriğinin çoğunlukla deneysel ortamlarda referans sistemleriyle ilişkilendirilen etkinliklere dayanmasından kaynaklanabilir. Ayrıca, model kazanımlarının temsil, açıklama ve tahmin boyutlarına bakıldığında, temsil boyutunun daha fazla kullanıldığı ve bilinmeyi açıklamak için bilinen bir referans sisteminden yola çıkan tahmin boyutunu içeren herhangi bir model kazanımının programda yer almadığı belirlenmiştir. Temsil boyutunun bu denli baskın biçimde karşımıza çıkması, modellerin referanslarının yer tutma işlevini (Belarmino, 2017; Gilbert ve Ireton; Van Es, 2020) sıklıkla üstlenmeleri ile ilişkilendirilebilir. Ancak modellerin tahmin boyutuna ait hiçbir kazanımın olmaması eleştirel düşünme, karmaşık problemleri çözme ve doğru kararlar verebilme bakımından kritik bir beceri olan tahminin modeller üzerinden kullanımını kısıtlamaktadır. Örneğin, bilim insanları bir salgının yayılma hızını tahmin etmeye yarayan modelleri veya kasırganın ilerleme rotasını tahmin eden modelleri sıklıkla kullanmakta ve bu modeller gerçek ile tutarlı sonuçlara sahip olduğunda insanların hayatlarını etkileyecek kadar faydalı olabilmektedir (Morris, 2016). Programda, fen okuryazarı bireylerden de tıpkı bilim insanları gibi bilimsel süreçleri takip etmeleri beklendiğinden, modellerin sahip olduğu tahmin boyutunun programa ait kazanımlarda yer almıyor olması şaşırtıcıdır. 2018 yılı öğretim programında ve ders kitaplarında yer alan modelleri inceleyen diğer araştırmacılar, programdaki model kazanımlarının daha çok temsil boyutlarındaki çizim, harita, diyagram, grafik gibi modeller olduğunu aktarmışlardır (Aktan ve diğerleri, 2019; Altay, 2020). Bu çalışmada da modellerin daha çok fizik disiplininde yer alan ‘... bir araç tasarlar’, ‘... bir düzenek tasarlar’, ‘... çizerek açıklar’, ‘... model üzerinde gösterilir’ şeklindeki kazanım cümlelerine ait bulgular ile öğrencilerde modellerin sadece somut şekilde oluşturulmuş nesnelere ya da iki ya da üç boyutlu nesnelere olduğu yönünde sınırlı bir anlayışa neden

olabileceği düşünülmektedir. Literatürdeki pek çok çalışma, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının modelleri, referans sistemine yakın temsiller olarak gördüklerini ve referans sistemini somutlaştırma durumunu öncelikli olarak ele aldıklarını, bu nedenle de model kavramını ve modellerin sınırlarını anlamakta zorlandıklarını göstermektedir (Aktan, 2013; Özdemir, 2017; Yenilmez-Türkoğlu ve Öztekin, 2006).

Günümüzde, bilim ve teknoloji hızla ilerlemektedir ve bu durum, somut olmayan, soyut kavramların önemini artırmaktadır. Örneğin, öğrenciler bilgisayar tabanlı dijital temsillerde, yapay zekâ, bilgisayar sistemlerinin karmaşık algoritmaları ve veri işleme süreçleri yoluyla öğrenmeye fırsat tanıyan eğitim ortamlarında ya da somut bir görselleştirmeyle ifade edilmesi zor olan karmaşık matematiksel kavramlarla karşılaştıklarında sadece somut ve temsile dayalı modellere hâkim zihinsel arka plan ile bu karmaşık kavramları tam olarak anlamakta zorlanabilmektedirler. Bu nedenle, soyut kavramları anlamak ve uygulamak için daha geniş bir düşünce ve öğrenme yaklaşımı benimsemek ve öğrencileri diğer model çeşitlerine ve boyutlarına eğitimin her basamağında homojen şekilde maruz bırakmak önemlidir. Araştırmacılar da bu düşünceleri destekler şekilde, doğru ve çeşitli model kullanımının karmaşık sistemlerin işleyiş biçimlerini görselleştirmede kullanılacak güçlü araçlar olduğunu belirtmektedirler (Gilbert, 2004; Vo ve diğerleri, 2015). Aynı şekilde Harrison ve Treagust (2000) da analogik modellerle bilimsel görüş geliştirme uygulamalarının öğrencilerin kavram anlayışlarını, bilgi gelişimlerini ve modellemeye yönelik becerilerini olumlu yönde etkilediğini ve sistematik ve düzenli bir şekilde sunulduğunda modellerin soyut kavramları anlamayı kolaylaştırdığını belirtmiştir. Modeller, öğrencileri gözlemden yorumlamaya, hatta yeni argümanları oluşturmaya cesaretlendiren ve çağın gerekliliklerini yakalayabilen yapılardır (Ramadas, 2009; Windschitl ve diğerleri, 2008). Bu nedenle, bu çalışmanın bulgularıyla birlikte, öğrencilere, olguları görselleştirmek, analiz etmek, açıklamak ve tahmin etmek gibi çerçeve sunan ve öğrencilerin kavramsal anlayışlarını derinleştirmelerine ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olan modellerin öğretim programlarında ve öğretim etkinliklerinde daha fazla ve sistematik biçimde yer alması ve bir modelin neyi ifade ettiğinin, model çeşitlerinin, fen öğretim programlarında model kullanımının ve oluşturmanın önemi üzerine daha fazla vurgu yapılması önerilmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı:

Çalışma, ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazar tarafından yazılan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Destek ve Teşekkür Beyanı:

Çalışma herhangi bir destek almamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı:

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır

Kaynakça

- Aktan, M. B. (2013). Pre-service science teachers' views and content knowledge about models and modeling. *Eğitim ve Bilim*, 38(168), 398–410.
- Aktan, M. B. , Kaynak, S. , Abdüsselam, Z. ve Ardoğan, E. (2019). Güncel fen öğretim programları ve ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarının analizi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 8(1) , 44-69. <http://doi.org/10.30703/cije.450242>.
- Altay, E. (2020). *İlköğretim fen bilimleri öğretim programı, ders kitapları ve öğretmenlerin model kullanım yaklaşımlarının araştırılması*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Ayvacı, H. Ş., ve Bebek, G. (2017). 2013 yılında revize edilen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan kazanımların incelenmesi: Model oluşturma ve kullanma konusu. *Journal of Education*, 14(1), 89-104.
- Ayvacı, H. Ş., ve Bülbül S. (2021). Fen eğitiminde modelleme becerileri ve geliştirilmesi. H. Ş. Ayvacı (Ed.), *Fen eğitiminde model ve modelleme içinde*, (ss. 62-82). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bailer-Jones, D. M. (2002). Models, metaphors and analogies. *The Blackwell guide to the philosophy of science*, 108-127.
- Bailey, K. D. (1994). *Methods of social research*. (4th Ed.). The Free Press.
- Balcı, A. (2006). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntem, teknik ve ilkeler*. Pegem Akademi.
- Batty, M., & Torrens, P. M. (2005). Modelling and prediction in a complex world. *Futures*, 37(7), 745-766.
- Belarmino, J. J. (2017). *Exploring the nature of models in science, philosophy of science and science education*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Black, M. (1962). *Models and metaphors*. Cornell University Press.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Bryce, C. M., Baliga, V. B., De Nesnera, K. L., Fiack, D., Goetz, K., Tarjan, L. M., Wade, C. E., Yovovich, V., Baumgart, S., Bard, D. G., Ash, D., Parker, I. M., & Gilbert, G. S. (2016). Exploring models in the biology classroom. *The American Biology Teacher*, 78(1), 35–42. <http://doi.org/10.1525/abt.2016.78.1.35>.
- Chittleborough, G. D., & Treagust, D. F. (2009). Why models are advantageous to learning science. *Educación Química*, 20(1), 12–17. [http://doi.org/10.1016/s0187-893x\(18\)30003-x](http://doi.org/10.1016/s0187-893x(18)30003-x).
- Craik, K. J. W. (1943). *The nature of explanation*. Cambridge University Press.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd Ed.). Sage Publications, Inc.
- Del Re, G. (2000). Models and analogies in science. *International Journal for Philosophy of Chemistry*, 6(1), 5-15.
- Fraenkel, J. R. ,Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2011). *How to design and evaluate research in education* (8th Edition). McGraw-Hill.
- Frigg, R., & Hartmann, S. (2006). Models in science. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://stanford.library.sydney.edu.au/archives/sum2013/entries/modelscience/> (Erişim tarihi: 22.03.24).
- Gardner, R. & Kemer, E. (1993). *Making and using scientific models*. Franklin Watts.
- Giere, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of Science*, 71(5), 742–752. <http://doi.org/10.1086/425063>.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83–97. <http://doi.org/10.1080/0950069980200106>
- Gilbert, J. K., & Ireton, S. W. (2003). *Understanding models in earth and space science*. NSTA Press.

- Güneş, B., Gülçiçek, Ç., ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 1(1), 35-48.
- Güneş, F. (2022). Understanding and mental model development. *The Journal of Limitless Education and Research*, 7(2), 180-215. <https://doi.org/10.29250/sead.1101064>
- Harrison, A., & Treagust, D. (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.
- Hestenes, D. (1996). Modeling methodology for physics teachers. *International Conference on Undergraduate Physics*, College Park, MD. <http://doi.org/10.1063/1.53196>
- Hıdıroğlu, Ç. N., ve Hıdıroğlu, Y. Ö. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede oluşturdukları gerçek yaşam problem durumu modelleri. *İlköğretim Online* 16(4), 1702-1731. <http://doi.org/10.17051/ilkonline.2017.342986>.
- Keenan, M. (2020). *Simulation*. Salem Press Encyclopedia.
- Kıral, B. (2020). Nitel bir veri analizi yöntemi olarak doküman analizi. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 170-189.
- Lee, M. H. (1999). On models, modelling and the distinctive nature of model -based reasoning. *AI Communications*, 12(3), 127-137.
- Mahr, B. (2009). Die informatik und die logik der modelle. *Informatik-Spektrum*, 32(3), 228-249. <http://doi.org/10.1007/s00287-009-0340-y>.
- Mi, S., Lu, S., & Bi, H. (2020). Trends and foundations in research on students' conceptual understanding in science education: A method based on the structural topic model. *Journal of Baltic Science Education*, 19(4), 551-568.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2005). *Fen ve teknoloji dersi öğretim programı: 4 ve 5. sınıflar*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı: 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı: İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Morris, A. (2016). *Why icebergs float exploring science in everyday life*. UCL Press.
- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.
- 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. <http://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>.
- Özdemir, A. A. (2017). *Eğitim fakültelerindeki fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme hakkındaki düşüncelerinin analizi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Passmore, C., & Stewart, J. (2001). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 185-204. <http://doi.org/10.1002/tea.10020>.
- Ramadas, J. (2009). Visual and spatial models in science learning. *International Journal of Science Education*, 31(3), 301-318.
- Rothman, M. A. (1992). *The science gap: dispelling the myths and understanding the reality of science*. Prometheus Books.
- Rutherford, F. J., Ahlgren, A. (1994). *Science for all americans*. Oxford University Press.
- Sak, R., Şahin Sak, İ. T., Öneren Şendil, Ç., ve Nas, E. (2021). Bir araştırma yöntemi olarak doküman analizi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 4(1), 227-250. <http://doi.org/10.33400/kuje.843306>.
- Samsudin, A. (2023). Conceptual change based on virtual media (CC-VM) X POE strategy: Analysis of mental model improvement and changes on light wave concepts. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 7(2), 230-252. <http://doi.org/10.46328/ijtes.449>.

- Schilbrack, K. (2005). Religion, models of, and reality: Are we through with Geertz?. *Journal of the American Academy of Religion*, 73(2), 429-452.
- Seel, N. M. (2017). Model-based learning: A synthesis of theory and research. *Educational Technology Research and Development*, 65, 931-966.
- Shen, J. (2006). *Teaching Strategies and Conceptual Change in a Professional Development Program for Science Teachers of K-8*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Washington University in St. Louis.
- Shipley, T. F., & Tikoff, B. (2016). Linking cognitive science and disciplinary geoscience practice. In R. W. Krantz, C. J. Ormand, & B. Freeman (Ed.), *Earth, mind, and machine: 3D structural interpretation*. American Association of Petroleum Geologists.
- Srinivasan, N. K. (2001). Computer based modelling and simulation. *Resonance*, 6, 46-54. <http://doi.org/10.1007/BF02837671>.
- Taber, K. S. (2017). *Science education. new directions in mathematics and science education*. B. Akpan & K. S. Taber (Ed.). Sense Publishers. http://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_19.
- Türk, C. (2015). *Modellerle astronomi öğretiminin etkililiği*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Ünal Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Ünal, D. Ç. (2010). Kompetenzförderung durch literarisches lernen im DaF-Unterricht. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(2).
- van Dijk, T. A. (2013). Ideology and discourse. *The Oxford handbook of political ideologies*, 175-196.
- van Es, T. (2020). Living models or life modelled? On the use of models in the free energy principle. *Adaptive Behavior*, 1-15. doi: 10.1177/1059712320918678.
- Vo, T., Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Fostering third-grade students' use of scientific models with the water cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2411-2432.
- Windschitl, M., Thompson, J., Braaten, M., & Stroupe, D. (2012). Proposing a core set of instructional practices and tools for teachers of science. *Science Education*, 96, 878-903. <http://doi.org/10.1002/sce.21027>.
- Yalçın, H. (2022). Bir araştırma deseni olarak fenomenoloji. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 213-232.
- Yenilmez-Türkoğlu, A., ve Öztekin, C. (2016). Science teacher candidates' perceptions about roles and nature of scientific models. *Research in Science & Technological Education*, 34(2), 219-236.

Ek-1

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan örtük model kazanımları.

- F.5.5.1.1. Bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle gösterir.
- F.5.5.2.1. Işığın düzgün ve pürüzlü yüzeylerdeki yansımalarını gözlemleyerek çizimle gösterir.
- F.5.5.4.1. Tam gölgenin nasıl oluştuğunu gözlemleyerek basit ışın çizimleri ile gösterir.
- F.5.7.1.1. Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir.
- F.5.7.1.2. Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.
- F.6.3.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir.
- F.6.3.1.3. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyle ve çizimle gösterir.
- F.6.3.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir.
- F.6.3.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder.
- F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar (Tasarımlar çizimle ortaya konulur, üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmez).
- F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar (Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir).
- F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar (Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir).
- F.8.5.1.2. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar (Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir).