

# Fen Öğretiminde Model ve Modelleme

---

**Editör:** Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI

**Yazarlar:**

Prof. Dr. Ahmet İlhan ŞEN

Prof. Dr. Gül ÜNAL ÇOBAN

Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI

Prof. Dr. Memduh Sami TANER

Prof. Dr. Sedat UÇAR

Prof. Dr. Tolga ERDOĞAN

Prof. Dr. Uygur KANLI

Doç. Dr. Ayşegül OĞUZ NAMDAR

Doç. Dr. Bahadır NAMDAR

Doç. Dr. Ömer Faruk ÖZDEMİR

Doç. Dr. Özgür Kıvılcın DOĞAN

Doç. Dr. Sevil AKAYGÜN

Dr. Öğr. Üyesi Hanife Can ŞEN

Dr. Öğr. Üyesi Seda LİMAN TURAN

Dr. Öğr. Üyesi Metin ALAN

Öğr. Gör. Dr. Gürhan BEBEK

Öğr. Gör. Dr. Tuğba YÜKSEL

Dr. Ayşe BÜBER

Dr. Özlem OKTAY

Dr. Sinan BÜLBÜL

Dr. Tuba DEMİRCİOĞLU



**Editör:** Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI

## **FEN ÖĞRETİMİNDE MODEL VE MODELLEME**

ISBN 978-625-7582-78-0

DOI 10.14527/ 9786257582780

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2021, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. AŞ'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Bu kitap T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayineimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayinevidir**. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

I. Baskı: Ekim 2021, Ankara

Yayın-Proje: Nisanur Uzunlu  
Dizgi-Grafik Tasarım: Tuğba Kaplan  
Kapak Tasarım: Pegem Akademi

Baskı: Vadi Grup Basım A.Ş.  
Saray Mah. 126. Cad. No: 20/A  
Kazan/ANKARA  
Tel: (0312) 394 55 91

Yayıncı Sertifika No: 36306  
Matbaa Sertifika No: 49180

### **İletişim**

Macun Mah. 204. Cad. No: 141/A-33  
Yenimahalle/ANKARA  
Yayınevi: 0312 430 67 50  
Dağıtım: 0312 434 54 24  
Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60  
İnternet: [www.pegem.net](http://www.pegem.net)  
E-ileti: [pegem@pegem.net](mailto:pegem@pegem.net)  
WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

## ÖN SÖZ

Alan yazında modeller, bir olay ya da olgunun anlaşılır bir biçimde sunulması için gerçekleştirilen işlemlerin ve bu işlemler sonucu oluşturulan çıkarımların tümü olarak tanımlanır. Modeller, bilim insanlarının ortaya çıkarttıkları ve tanımladıkları düşünceleri temsil etmeye yarayan bazen soyut, bazen ise somut ürünlerdir. Bu bağlamda model ve modelleme kavramı, fen bilimleri eğitimi ile ilgili olan alanlarda son derece önem arz eden bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle model ve modelleme, fen bilimlerinin içerisinde yer almakta olan soyut kavramlar ve somut olmasına rağmen öğrencilerin anlamasında kavram karmaşıklığı, öğrenme gücü oluşturabilecek kavramların anlaşılabilirliğinde önemli roller üstlenmektedir. Fen bilimleri eğitiminin içerisinde modellerin ve modellemenin artan katkısı, öğretimde kolaylık sağlaması ve kalıcılığı koruması açısından da önem arz ettiği kaçınılmaz bir gerçek olarak önümüze çıkmaktadır.

Fen bilimleri eğitimindeki modellerin ve modellemenin önemini anlaşılması, öğrenme ve öğretme sürecinde yeterince etkili bir şekilde kullanıldığı anlamına gelmemektedir. Bu problem fen bilimleri eğitimindeki modellerin ve modellemenin nasıl kullanılacağı ve hangi yöntem ve tekniklere adapte edilebileceğini anlatan kaynakların oluşturulması ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Bu amaçla; oluşturulan bu bilimsel kitap projesi ile, modellerin ve modellemenin fen eğitimindeki yerini, önemini ve uygulama örneklerini açık anlaşılır bir şekilde sunmak amaçlanmıştır. Ayrıca kitap, model ve modelleme sürecinin fen bilimleri eğitiminde etkili kullanımını arttırmayı hedefleyerek tasarlanmıştır. “*Fen Öğretiminde Model ve Modelleme*” adlı bu bilimsel eser, Türkçe alan yazına önemli katkılar sunabilecek yeterlilikte ve donanımda bir içerik ile alanında uzman kişiler tarafından yazılmış teorik bilgilerin yanı sıra sınıf içi uygulamalara oldukça bol ve çeşitli örnekler sunmaktadır.

“*Fen Öğretiminde Model ve Modelleme*” kitabının içeriği incelendiğinde, “Fen öğretiminde model ve modellemenin önemi, model türleri, modelleme döngüleri, fen öğretiminde modelleme becerileri ve geliştirilmesi, bilgisayar tabanlı modelleme, artırılmış gerçeklik ile modelleme, argümantasyon ile modelleme, STEM ile modelleme, drama ile modelleme, fen öğretiminde model/modelleme kavramları ışığında bilim merkezlerinde modelleme örnekleri, fen öğretiminde matematiksel modellemenin önemi, sanat etkinlikleri ile modelleme, fizik, kimya, biyoloji ve astronomi konu ve kavramlarının modelleme yolu ile öğretimi ile ilgili spesifik örnekler ve fen bilimleri eğitimindeki örnekleri” ile ilgili kavramsal bilgiler ve uygulamalar yer almaktadır.

Özetle bu projenin temel amacı, başta fen bilimleri öğretimi alan yazına model ve modelleme ile ilgili Türkçe özgün bir bilimsel eser kazandırmak, fen bilimleri öğretimi alanına ilgi duyan öğretmen, öğrenci, akademisyen ve her bir paydaşın yararlanabileceği bol uygulamalı bir eser üretmektir. Ayrıca tüm okuyucuları fen bilimleri eğitim-öğretim sürecindeki model-tabanlı öğrenme ve öğretme uygulamalarından yararlanabilecekleri bütüncül bir anlayışla hazırlanmış alana yönelik bir eser ortaya koymaktır.

Saygılarımızla...

Editör: Prof. Dr. Hakan Şevki AYYACI

## **Bölümler ve Yazarları**

*Editör: Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI*

### **1. Bölüm: Fen Öğretiminde Model ve Modellemenin Önemi**

*Prof. Dr. Gül ÜNAL ÇOBAN*

*Dokuz Eylül Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-0143-0382

### **2. Bölüm: Model Türleri, Modelleme Döngüleri ve Fen Eğitimindeki Örnekleri**

*Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI*

*Trabzon Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-3181-3923

*Öğr. Gör. Dr. Gürhan BEBEK*

*Trabzon Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0003-4862-5782

### **3. Bölüm: Fen Öğretiminde Modelleme Becerileri ve Geliştirilmesi**

*Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI*

*Trabzon Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-3181-3923

*Dr. Sinan BÜLBÜL*

*Trabzon Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0003-1974-781X

### **4. Bölüm: Bilgisayar Tabanlı Modelleme ve Fen Öğretimindeki Örnekleri**

*Prof. Dr. Ahmet İlhan ŞEN*

*Hacettepe Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-9913-8573

*Dr. Özlem OKTAY*

*Atatürk Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-0207-1211

### **5. Bölüm: Argümantasyon ile Modelleme ve Fen Öğretimindeki Örnekleri**

*Doç. Dr. Bahadır NAMDAR*

*Ege Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-5076-6034

*Öğr. Gör. Dr. Tuğba YÜKSEL*

*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0001-7818-7547

**6. Bölüm: Stem ile Modelleme ve Fen Öğretimindeki Örnekleri**

*Prof. Dr. Gül ÜNAL ÇOBAN*

*Dokuz Eylül Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-0143-0382

*Dr. Ayşe BÜBER*

*Dokuz Eylül Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-1366-8208

**7. Bölüm: Artırılmış Gerçeklik ile Modelleme ve Fen Öğretimindeki Örnekleri**

*Dr. Tuba DEMİRCİOĞLU*

*Çukurova Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0003-3567-1739

*Prof. Dr. Sedat UÇAR*

*Çukurova Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-4158-1038

**8. Bölüm: Drama ile Modelleme ve Fen Öğretimindeki Örnekleri**

*Doç. Dr. Ayşegül OĞUZ NAMDAR*

*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-6853-8507

*Doç. Dr. Bahadır NAMDAR*

*Ege Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-5076-6034

*Prof. Dr. Tolga ERDOĞAN*

*Milli Eğitim Bakanlığı*

ORCID No: 0000-0001-9102-4646

**9. Bölüm: Merak Dolaplarından Bilim ve Teknoloji Merkezlerindeki Bilimsel Modellere**

*Prof. Dr. Uygur KANLI*

*Gazi Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0003-3076-475X

**10. Bölüm: Fen Bilimlerinde Matematiksel Modeller, Modelleme Süreci ve Eğitimdeki Uygulamaları**

*Doç. Dr. Ömer Faruk Özdemir*

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0003-4715-195X

**11. Bölüm: Sanat Etkinlikleri İle Modelleme ve Fen Öğretimindeki Örnekleri***Dr. Öğr. Üyesi Seda LİMAN TURAN**Trabzon Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0001-6920-6558

**12. Bölüm: Fen Öğretiminde Fizik Konu ve Kavramlarının Modelleme Yolu İle Öğretimi ve Örnekleri***Dr. Öğr. Üyesi Hanife Can ŞEN**Aydın Adnan Menderes Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-6285-0946

**13. Bölüm: Fen Öğretiminde Kimya Konu ve Kavramlarının Modelleme Yolu İle Öğretimi ve Örnekleri***Doç. Dr. Sevil AKAYGÜN**Boğaziçi Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0001-5968-1662

**14. Bölüm: Fen Öğretiminde Biyoloji Konu ve Kavramlarının Modelleme Yolu İle Öğretimi ve Örnekleri***Doç. Dr. Özgür Kıvılcın DOĞAN**Marmara Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-3213-2345

**15. Bölüm: Fen Öğretiminde Astronomi Konu ve Kavramlarının Modelleme Yolu İle Öğretimi ve Örnekleri***Prof. Dr. Memduh Sami TANER**Akdeniz Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-3534-6023

*Dr. Öğr. Üyesi Metin ALTAN**Eskişehir Teknik Üniversitesi*

ORCID No: 0000-0002-5247-887X





## İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....	iii
Bölümler ve Yazarları.....	v

### 1. BÖLÜM

#### FEN ÖĞRETİMİNDE MODEL VE MODELLEMENİN ÖNEMİ

Özet.....	1
Model ve Modelleme: Genel Bir Bakış.....	2
Modeller.....	2
Modelleme.....	4
Model ve Modellemenin Doğası.....	6
Modellerin İşlevi.....	6
Modellerin Yapısı.....	8
Modellerin Temel Özellikleri.....	10
Bilim Felsefesinde Model ve Modelleme.....	13
Tarihsel Perspektif.....	13
Bilimsel Gerçekçilik ve Modeller.....	15
Bilimsel Teoriler.....	18
Teoriler ve Modellerin Doğruluğu.....	23
Modellerin Karşılığı, İdealizasyon ve Yaklaştırma.....	26
Fen Eğitiminde Model ve Modelleme.....	30
Öğrenme ve Anlamlandırma Sürecinde Zihinsel Modeller ve Kavramsal Anlama.....	30
Fen Eğitiminde Modele Dayalı Öğrenme.....	33
Kaynakça.....	37

### 2. BÖLÜM

#### MODEL TÜRLERİ, MODELLEME DÖNGÜLERİ VE FEN EĞİTİMİNDEKİ ÖRNEKLERİ

Özet.....	43
Giriş.....	44
Ölçek Modeller.....	45
Pedagojik Analogik Modeller.....	46
Simgesel veya Sembolik Modeller.....	47
Matematiksel Modeller.....	47
Teorik Modeller.....	47

Haritalar-Diyagramlar-Tablolar .....	48
Kavram Süreç Modelleri.....	48
Simülasyonlar .....	49
Zihinsel Modeller .....	49
Modelleme Döngüleri.....	50
Clement'in Modelleme Döngüsü (1989).....	50
Hestenes'in Modelleme Döngüsü (2002).....	51
Justi ve Gilbert'in Modelleme Döngüsü (2002).....	53
Taylor, Barker ve Jones'un Modelleme Döngüsü (2003).....	54
Halloun'un Modelleme Döngüsü (2004) .....	55
Nunez-Oviedo'nun Modelleme Döngüsü (2004) .....	56
Kaynakça.....	58

### 3. BÖLÜM

## FEN ÖĞRETİMİNDE MODELLEME BECERİLERİ VE GELİŞTİRİLMESİ

Özet .....	61
Giriş.....	62
Beceri Kavramı ve Fen Öğretimindeki Beceri Örnekleri.....	62
Modelleme Becerileri: Neden Gerekli ve Neden Önemli?.....	64
Modelleme İçin Zihinsel Beceriler.....	66
Uzamsal Beceriler .....	67
Orijinal Fikir Üretme Becerisi.....	69
Analojik Akıl Yürütme Becerisi .....	71
Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisi .....	73
Modelleme İçin Süreçsel Beceriler.....	75
Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisi.....	75
Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisi.....	76
Modelle İlişkin Araştırma Yapma Becerisi .....	78
Model Planı Hazırlama Becerisi.....	79
KAYNAKÇA .....	81

#### 4. BÖLÜM

### BİLGİSAYAR TABANLI MODELLEME VE FEN ÖĞRETİMİNDEKİ ÖRNEKLERİ

Özet .....	83
Giriş.....	84
Modellemeyi Kullanan Teknolojik Uygulamalar .....	86
Simülasyonlar .....	86
Animasyonlar .....	90
Üç Boyutlu (3B) Bilgisayar Modellemeleri .....	92
Artırılmış Gerçeklik (AG), Sanal Gerçeklik (SG) Uygulamaları .....	94
Hesaplamalı Modelleme Programları .....	98
Kaynakça.....	100

#### 5. BÖLÜM

### ARGÜMANTASYON İLE MODELLEME VE FEN ÖĞRETİMİNDEKİ ÖRNEKLERİ

Özet .....	103
Giriş.....	104
Fen Eğitiminde Argümantasyon Süreçlerinde Modelleme .....	105
Modelleme Süreçlerinde Muhakeme.....	106
Formal ve İnfomal Muhakeme .....	106
Model Temelli Muhakeme .....	108
Modelleme Süreçlerinde Argümantasyonun Yeri ve Önemi.....	111
Modelleme Sürecinde Argümantasyon Kullanımına Yönelik Etkinlik Örneği.....	113
Argümantasyon Sürecinde Modellemenin Yeri ve Önemi.....	115
Kaynakça.....	119

#### 6. BÖLÜM

### STEM İLE MODELLEME VE FEN ÖĞRETİMİNDEKİ ÖRNEKLERİ

Özet .....	125
Giriş.....	126
STEM Eğitiminde Disiplinler Arası Entegrasyonun Yolları.....	128
STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreci ve Modelleme.....	129
STEM ile Modelleme (Modellemeden STEM'e).....	135

Neden STEM ile Modelleme Uygulamalarına İhtiyaç Var?.....	137
Fen Öğretimindeki Uygulamalarından Örnek Bir Etkinlik .....	140
Öğretmen Rehberi.....	142
Etkinlik: İçecekleri Sıcak Tutalım! .....	142
5E Öğrenme Modeli .....	143
Deneyelim.....	144
Kaynakça.....	152

## 7. BÖLÜM

### ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK İLE MODELLEME VE FEN ÖĞRETİMİNDEKİ ÖRNEKLERİ

Özet .....	159
Giriş.....	160
Artırılmış Gerçeklik Nedir? .....	160
Artırılmış Gerçekliğin Tarihsel Gelişimi.....	161
Artırılmış Gerçeklik Türleri.....	164
Görüntü Tabanlı (Tanılama Tabanlı) Artırılmış Gerçeklik:.....	164
Yansıtma Tabanlı Artırılmış Gerçeklik .....	165
Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik .....	166
Anahat Tabanlı Artırılmış Gerçeklik.....	167
Çoklu Ortam Tabanlı Artırılmış Gerçeklik.....	168
Fen Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik ile 3 Boyutlu Modelleme.....	169
Artırılmış Gerçeklik ile Modellemeye İlişkin Uygulamalar ve Örnekleri .....	171
Kaynakça.....	183

## 8. BÖLÜM

### DRAMA İLE MODELLEME VE FEN ÖĞRETİMİNDEKİ ÖRNEKLERİ

Özet .....	187
Giriş.....	188
Dramanın Aşamaları .....	189
Isınma-Hazırlık Aşaması .....	189
Canlandırma Aşaması .....	189
Değerlendirme-Tartışma Aşaması.....	189
Fen Eğitiminde Drama .....	190
Fen Öğretiminde Drama ile Modelleme .....	192
Zihinsel Modeller .....	192

Analojik Muhakeme ile Modelleme .....	193
Rol Oynama ve Modelleme İlişkisi .....	194
Uygulamaya İlişkin Notlar .....	195
Drama ve Modelleme Örnekleri .....	195
Kaynakça .....	201

## **9. BÖLÜM**

### **MERAK DOLAPLARINDAN BİLİM VE TEKNOLOJİ MERKEZLERİNDEKİ BİLİMSEL MODELLERE**

Özet .....	205
Giriş .....	206
Tarihsel Süreçte Merak Dolaplarından Bilim ve Teknoloji Merkezlerine .....	208
Model/Modelleme Kavramı Işığında Bilim Merkezlerinde Öğrenme: Örnek Sergiler Üzerinden Bir Tartışma .....	213
KAYNAKÇA .....	222

## **10. BÖLÜM**

### **FEN BİLİMLERİNDE MATEMATİKSEL MODELLER, MODELLEME SÜRECİ VE EĞİTİMDEKİ UYGULAMALARI**

Özet .....	225
Giriş .....	226
Fen Bilimlerinde Matematiksel Modellerin Doğuşu ve Gelişimi .....	227
Fen Bilimleri Eğitiminde Matematiksel Modeller .....	231
Fen Bilimleri Eğitiminde Matematiksel Modelleme Süreci .....	234
Problem Belirleme .....	238
Hipotez Kurma .....	239
Deney Tasarlama ve Veri Toplama .....	240
Veri Analizi .....	241
Uygulama .....	242
Farklı Matematiksel Modeller .....	243
Kaynakça .....	245

## 11. BÖLÜM SANAT ETKİNLİKLERİ İLE MODELLEME VE FEN ÖĞRETİMİNDEKİ ÖRNEKLERİ

Özet .....	247
Giriş.....	248
Fen Öğretiminde Sanat Etkinliklerinin Önemi.....	249
Asambalaj ile Modelleme .....	251
Kolaj ile Modelleme .....	251
Modelaj ile Modelleme .....	252
Kil ile Modelleme .....	252
Origami ve Krigami ile Modelleme .....	253
Baskı ile Modelleme.....	256
Kaynakça .....	257

## 12. BÖLÜM FEN ÖĞRETİMİNDE FİZİK KONU VE KAVRAMLARININ MODELLEME YOLU İLE ÖĞRETİMİ VE ÖRNEKLERİ

Özet .....	259
GİRİŞ.....	260
Modelleme Örneği 1 .....	263
Tellerde Neler Oluyor?.....	263
Özet Alıştırması.....	269
Uygulamaya Dair Notlar .....	270
Modelleme Örneği 2 .....	271
Kaynakça.....	274

## 13. BÖLÜM FEN ÖĞRETİMİNDE KİMYA KONU VE KAVRAMLARININ MODELLEME YOLU İLE ÖĞRETİMİ VE ÖRNEKLERİ

Özet .....	275
Giriş.....	276
Kimya Konu ve Kavramlarının Modelleme Yolu ile Öğretimi için Örnekler ....	279
Uygulama 1: Atomların Varlığı.....	279
Uygulama 2: Kimyasal Tepkimeler .....	282
Uygulama 3: Uzaylıların Periyodik Tablosu .....	284
Uygulama 4: Şekerin Suda Çözünmesi .....	287

Uygulama 5: Atom Modeli Animasyonu Oluşturma .....	290
Kimyasal Kavramların Öğretiminde Modelleme Kullanımının Sınırlılıkları ve Dikkat Edilecek Noktalar .....	293
Kaynakça.....	294

## **14. BÖLÜM**

### **FEN ÖĞRETİMİNDE BİYOLOJİ KONU VE KAVRAMLARININ MODELLEME YOLU İLE ÖĞRETİMİ VE ÖRNEKLERİ**

Özet .....	297
Giriş.....	298
Biyoloji Konu ve Kavramlarının Modelleme Yolu ile Öğretimi için Örnekler .....	301
Uygulama 1: Canlıların Sınıflandırılması .....	301
Uygulama 2: DNA, Gen ve Kromozom modeli .....	305
Uygulama 3: Mitoz ve Mayoz Bölünme .....	308
Uygulama 4: Dolaşım Sistemi.....	310
Uygulama 5: Boşaltım Sistemi.....	313
Biyoloji Kavramların Öğretiminde Modelleme Kullanımının Sınırlılıkları ve Dikkat Edilecek Noktalar .....	316
Kaynakça.....	317

## **15. BÖLÜM**

### **FEN ÖĞRETİMİNDE ASTRONOMİ KONU VE KAVRAMLARININ MODELLEME YOLU İLE ÖĞRETİMİ VE ÖRNEKLERİ**

Özet .....	319
Giriş.....	320
Model ve Modellemenin Özü.....	321
Öğretmenler İçin Öneriler.....	323
Bilim Eğitimi Özelinde Model ve Modelleme Yolu ile Lise ve Üniversite Düzeyi Öğretilmesi Gereken Konulara Örnekler .....	323
Evrenin Kozmolojik Evriminden Kısa Birkaç Detay.....	337
Astronomi Öğretiminde Küçük Yaş Grubu İçin Kullanılabilecek Örnek Modeller.....	344
KAYNAKÇA .....	351
YAZARLAR HAKKINDA.....	353





# FEN ÖĞRETİMİNDE MODEL VE MODELLEMENİN ÖNEMİ

Prof. Dr. Gül ÜNAL ÇOBAN  
Dokuz Eylül Üniversitesi  
ORCID No: 0000-0002-0143-0382



Bölüm

1

*“Bilimin muhteşem oyunu gerçek dünyayı modellemektir, ve her bilimsel teori oyunun oynanabilmesi için kurallar sistemi ortaya koyar. Oyunun amacı gerçek nesnelerin ve süreçlerin geçerli modellerini yapılandırmaktır.” (Hestenes, 1992).*

## Özet

Model ve modellemeye giriş niteliğinde olan bu bölümün amacı, sadece sınıflarında modelleri kullanmak ve modelleme yapmak isteyen fen eğitimcilerine değil konuya ilgi duyan her düzeydeki okuyuculara temel bilgiler sunmak ve modellerin ve modellemenin bilimsel düşünme ve uygulamalar içindeki yerine ve önemine dikkat çekmektir. Dört temel başlık altında ele alınan ilk bölümde, öncelikle, modeller ve modelleme tanıtılmış, ardından modellerin ve modellemenin doğası, işlevi, yapısı ve temel özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Tarihsel kesitlerden örneklerle başlayan üçüncü bölümde, bilim felsefesinde modellerle ilgili “bilimsel gerçekçilik, teoriler, doğruluk, modellerin karşılığı-idealizasyon-yaklaştırma” konularına değinilmiştir. Son bölümde ise fen eğitiminde öğrenme ve kavramsal anlamada özellikle zihinsel modellerin yeri ve önemi tartışılmış ve modele dayalı fen öğretimin özelliklerine yer verilmiştir.

### 1.1. Model ve Modelleme: Genel Bir Bakış

Hızlı değişimlerin etkisinde her geçen gün yeniden şekillenen yaşam şartlarına uyum sağlayabilmenin ya da hayatta kalabilmek için toplumsal olarak kendini yeniden üretmenin temeli olan eğitimin içinde fen eğitimi özel bir yere sahiptir. Fen eğitiminin amaçları; bilimin içeriğini anlamak (kavramlar, modeller, teoriler vb.); bilim hakkında öğrenmek (bilimin doğasını, yöntemini anlamak, nasıl işlendiğini öğrenmek); bilim yapmak (bilimsel sorgulama/araştırma yapmak, uygulama geliştirmek vb.) olarak sıralanabilir (Hodson, 1993).

Fen eğitiminin içeriğini oluşturan bilimsel çabaların, içeriklerin anlaşılır bir şekilde ele alınmasında; bilimsel bilginin üretilmesinde günümüzdeki anlamıyla bilim insanların ve filozofların gerçekliği ve çözümü arama eylemlerinin merkezinde modeller ve modelleme yer almaktadır. Örneğin, hücre modeli, DNA modeli, evren modeli, atom modeli, ekolojik modeller, ekonomik gelişim ve büyüme modelleri, istatistik çözümleme modelleri vb. sayılabilir. Günlük yaşantımızda pek çok noktada düşünürken, karar alırken, düşündüklerimizi uygularken de modelleri kullanırız. Örneğin, navigasyon cihazı ile yol ve yön bulmadan ekonomik yatırımlara, ekonomik yatırımlardan tahlil sonuçlarını yorumlamaya kadar pek çok konuda karar alırken modellere başvurulmaktadır.

#### Modeller

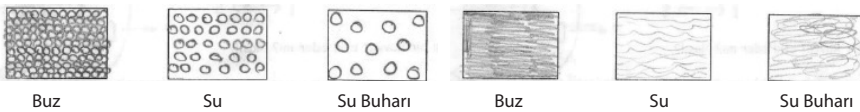
Günümüzde bilimsel sorgulamanın önemli bileşeni olarak görülen modelleme kavramı ülkelerin öğretim programlarında gerek doğrudan gerekse dolaylı olarak yer almaktadır. Başta; soru sorma ve problemi tanımlama olmak üzere, deney planlama ve yapma, verileri analiz etme ve yorumlama, matematiksel ve işlemsel düşünebilme, çözüm üretme, verileri kullanıp argüman geliştirebilme, bilgiyi elde etme, değerlendirme ve paylaşma gibi öğrencilerin düşünme, karar verme ve üretme sürecinde odaklanılan eylemlerin içerisinde “bir model geliştirme ve kullanma” yer almaktadır (NRC, 2007, NRC; 2012).

Konu alan içeriğinin anlaşılması, problem çözme ve düşünme süreçlerine katkısı (Lehrer & Schauble 2005; Wynne ve ark. 2001), bilimin doğasının ve özellikle bilimsel bilginin elde edilmesindeki epistemolojik süreçlere katkısı aslında modelleri bilimsel iletişimin güçlü birer yolu olarak görmeyi sağlamaktadır. Öte yandan, fen eğitiminde model dendiğinde bilinen bir olaydan yola çıkarak bilinmeyen ya da daha soyut olanı anlatan olay ya da sistemler anlaşılmalıdır. Bunun yanında modeli bir sistemin tipik özelliklerine dikkat çeken, o sistemin sadeleştirilmiş bir sunumu (Ingham & Gilbert, 1991; Kallrath, 2004) olarak ya da bir sisteme bir olaya özgü gösterilebilen ya da şematize edilebilen ortak deneyimler (Norman, 1983)

olarak da tanımlamak mümkündür. Ayrıca, modeller bireylerin zihinlerinde yapılandırdıkları ve zihinsel bileşenlerle sorguladıkları zihinsel yapılar (Johnson-Laird, 1983), bilginin sosyal yapılandırılmasından yola çıkarak bireyin hareketleri, sözlü, yazılı ve diğer yollarla anlatım ve tanımları (Gobert & Buckley, 2000) olarak da ifade edilmektedir.

Bilimsel olarak modeller ise bilim insanının çalışırken izlediği doğal süreçler ve bu süreçlerin sonucu olarak ortaya konan bilimsel ürünler olarak tanımlanabilir (Cartier ve ark., 2001). Bu açıdan bakıldığında bilimsel bir model zihinlerde yer edebilir ve işlenebilir, tanımlandığı özel şartlara sahiptir, bir problemle ortaya atılan bir konuyu açıklar ve onunla ilgili yordamalara ışık tutar. Bilimsel modellerin bir başka önemli özelliği, kullanıldıkça daha iyi açıklama yapabilirlikleri açısından geliştirilebilir olması, eklemeler yapılarak ve başka modellerle birleştirilerek derinleştirilebilir olmalarıdır (Ünal, 2005). Örneğin yeraltı sularının yerlerini ve potansiyellerini belirlemeye ilişkin modelleme çalışmaları, iklim ve ekosistem modelleri ile birleştirilebilir. Benzer şekilde, farklı koşullar altında insan davranışlarını modelleyen sistemler, anatomik fizyolojik sistemler, sosyolojik ortam modelleri ile bir arada düşünülerek oluşturulur.

Democritos'tan Dalton'a, Rutherford'dan Thomson'a ve Bohr'dan modern atom modeline uzanan atom modelinin evrimi modellerin işlenebilirliği, sınırlıkları ve konuyu açıklayıp artçı araştırmalara ışık tutmasına güzel bir örnek oluşturmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı bilimsel modeller, bilimsel bir araştırmanın hem istendik ürünü hem de artçı araştırmalarının bir yol göstericisidir. Ders programlarında bilimsel modellere yer vermekle öğrencilere belli bir disipline özgü kavramsal alan bilgisini özgün öğrenebilme fırsatının yanı sıra, bilimsel bilginin nasıl ortaya çıkarıldığı ve değerlendirildiğini de görme fırsatı sunulur. Örneğin Ünal'ın (2005) 7. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili yürüttüğü çalışmada elde ettiği zihinsel modeller öğrencilerin zihinsel durumları hakkında bilgi vermektedir (Şekil 1). Söz konusu çalışmada 7. sınıf öğrencilerine baktıkları nesnelere olduğundan milyonlarca kez büyüten bir gözlükle buza, suya ve su buharına baktıklarında ne görebileceklerini yüksek sesle düşündürterek boş kutulara çizmeleri istenmiştir.



Şekil 1. Maddenin tanecikli yapısına ilişkin "tanecikli ve sürekli madde modeli" (Ünal, 2005).

Görüşme sırasında gerçekleşen çizimlerde tanecikli madde modelini içselleştirmiş öğrencilerin Şekil 1'deki gibi buzda sıralı ve düzgün, suda bu sıranın bozulduğu ancak düzensiz de olsa büyük ölçüde bir arada taneciklerin yer aldığı ve su buharında tamamen düzensiz ve aynı ölçek alanında daha az miktarda taneciğe yer verildiği görülmüştür. Kavramsal olarak tanecikli modeli açıklamakta yetersiz olan öğrencilerin zihinlerinde canlandırdıkları modellerde ise buz, su ve su buharını tanecikle göstermek yerine buzda neredeyse düzgün ve düz, suda dalgalı ve seyrek yapıda su buharında da daha düzensiz doğrusal ve eğrisel çizgilerle ifade ettiği saptanmıştır. Öğrencilerin bu çizimlerinin ilgili konu hakkında kavramsal bilgi yapılarını açığa çıkarmadaki rolleri farklı değişkenlerin girişimsel etkileri (örneğin çizim yapmayı sevmeme, estetik olarak farklı ifade etme vb.) açısından tartışmaya açık olması nedeni ile zihinsel modellerini ortaya çıkarmada tek başına yeterli görülmemeyebilir. Oysa, zihnimizdeki modellerin bilimsel iletişimin ortak diliyle açığa çıkarılması ve zihinsel bilgi yapılarının düzeni hakkında bize bilgi sağladığından değerlidir ve eğitimciler olarak üzerinde durmamız gereken konulardandır.

### Modelleme

Bir model kullanıcısı olmanın yanı sıra, araştırmalar öğrencilerin model ürettiklerini, kendi modellerini ve bilim insanlarının modellerini eleştirebildikleri modelleme süreçlerini içeren öğretim süreçlerinin etkili olduğunu ortaya koymuştur (Coll ve ark., 2005). Bir model, belirli bir modelleme yeterliliği ile birlikte belirli bir süreç sonunda oluşturulur. Fen eğitiminde modelleme, öğrencilerin var olan zihinsel modellerini kullanarak, tanıdık ve yapısal olarak özelliklerini hedef modele göre daha rahat kavrayıp anlayabildikleri benzer modellerin ya da yapıların yardımıyla hedef modeli yapılandırmaları anlamına gelmektedir.

Deneyimlediğimiz gerçekliği büyük bir sistemin parçası olarak ele alan sistem düşüncesi açısından ise modelleme bir sistemi oluşturan değişkenler ve aralarındaki bağlantıların uyumlu bir modelini oluşturmak olarak tanımlanabilir (Mayer ve ark., 1984). Bir sistemin tutarlı bir modelini oluşturabilmek için sistemdeki anahtar kavramların (*değişkenlerin*) ve aralarındaki bağlantıların ortaya konması gereklidir. Sisteme ilişkin bilgiyi modelde ya da modelle yapılandırmak *değişkenleri* ve aralarındaki ilişkileri açıkça ifade ettiğinden bireye daha iyi çıkarımda bulunma fırsatı sunar. Bu sayede, bireyler, zihinsel modellerini çoğunlukla açık modellerle, çizimlerle ya da *bilimsel iletişime* uygun yollarla ifade edebilirler. Buna uygun olarak, öğrenme ortamlarında öğrencilere kavramsal modeller sunularak ders işlendiğinde öğrenciler kendilerinde var olan bilgiye uyacak şekilde yorumlama yoluna giderek hibrid modelleri ve sonunda modelde ifade edilene uygun olarak kendi zihinsel modellerini yapılandırabilirler (Greca & Moreira,