



**T.C.**

**ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MODEL OLUŞTURMA VE  
KULLANMAYA YÖNELİK ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Seçil SERTTAŞ**

**Danışman**

**Doç. Dr. Ayşe YENİLMEZ TÜRKOĞLU**

**ALANYA**

**2022**



**T.C.**  
**ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MODEL OLUŞTURMA VE  
KULLANMAYA YÖNELİK ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Seçil SERTTAŞ**

**Anabilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi**

**Program Adı: Fen Bilgisi Eğitimi**

**Danışman**

**Doç. Dr. Ayşe YENİLMEZ TÜRKOĞLU**

**ALANYA**

**(2022)**

## ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Seçil SERTTAŞ

## TEŞEKKÜR

İlk olarak, yüksek lisans öğrenciliğimin başlangıcından tez sürecimin sonuna kadar hem sosyal hem de akademik anlamda değerli dönütleri ile bana çok şey kattığına inandığım, ilgisini ve bilgisini öğrencilerinden asla esirgemeyen kıymetli hocam, danışmanım Doç. Dr. Ayşe YENİLMEZ TÜRKÖĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında yanımda olan, sonsuz sabır göstererek tekrarlı okumalarıma katlanan, zorlandığım anlarda bana cesaret vererek tekrar istekle tezime tutunmamı sağlayan değerli eşim Serhan SERTTAŞ' a teşekkür ediyorum.

## ÖZET

### FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MODEL OLUŞTURMA VE KULLANMAYA YÖNELİK ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Seçil SERTTAŞ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Haziran, 2022 (98 Sayfa)

Bu çalışmanın amacı, fen bilimleri öğretmen adaylarının (FBÖA) model oluşturma ve kullanmaya yönelik öğretim etkinliklerinin incelenmesidir. Çalışmanın deseni nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasıdır. Çalışmanın katılımcılarının belirlenmesinde seçkisiz olmayan amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. 2019-2020 eğitim-öğretim yılında Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenimine son sınıfta devam eden 33 kadın, 7 erkek olmak üzere toplam 40 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada katılımcıların belirlenmesindeki ölçüt, fen bilimleri öğretmen adaylarının son sınıfta öğrenim görmeleri, Özel Öğretim Yöntemleri-2 dersini alıyor olmaları ve çalışmaya katılmak için gönüllü olmalarıdır. Nitel çalışmalarda oluşabilecek olası ön yargıları azaltmak amacıyla geçerlik ve güvenilirlik için birden fazla farklı veri toplama araçlarına başvurulmuştur. Bunlar; öğretmen adaylarının ilgili kazanımlara yönelik hazırladıkları ders planları, ders sunumlarının gözlemi, araştırmacılar tarafından tutulan alan notları ve öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerdir. Toplanan verilerin analizinde doküman analizi ve içerik analizi tekniklerine başvurulmuştur. Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) yer alan model kazanımlarının çoğunun fizik ve biyoloji disiplinine ait konular etrafında yapılandırıldığı, kimya disiplinine ait model etkinliklerinin sayıca en az olduğu belirlenmiştir. FBÖA'nın ders planı hazırlayıp ortam araç-gereç ve ders esnasında kullanılacak materyalleri düzenleyerek sunmaları, sunum yaptıkları konuların öğretmenlik

becerisi açısından değerlendirilmesi gibi esaslara dayanan Özel Öğretim Yöntemleri-2 dersi için hazırladıkları ders planları, model oluşturma ve kullanmaya yönelik etkinlikler kapsamında değerlendirildiğinde, en fazla model etkinliğinin 5E Öğretim Yöntemi' nin öğrencilere gözlem yapma, araştırma yeteneklerini gösterme ve sorgulamaya fırsat tanıyan keşfetme basamağında yer aldığı göze çarpmaktadır. FBÖA' nın hem ders planları hem de ders sunumlarında modellerin en çok temsil boyutunu kullandıkları, tahmin boyutunun ise çok az öğretmen adayı tarafından kullanıldığı elde edilen bulgular arasında yer almaktadır. Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde ise model tanımına ve model boyutlarına ait sınırlı ve yanlış bilgilere sahip oldukları ve neyin model olup neyin olmadığı konusunda bir sınır çizemedikleri için karışıklık yaşadıkları görülmüştür. Bu bulgulardan hareketle, eğitim fakültelerinin öğretim programlarının içeriğinin Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın gereklilikleri de göz önünde bulundurularak oluşturulması, modellere ait pedagojik bilginin sınırlarının çizilmesi ve öğretmen adaylarının modeller hakkında kapsamlı bilgi sahibi olmalarının sağlanması önerilebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının model ile ilgili sınırlı anlayışları ve kavram yanlışlarını, kendi deneyimleri sonucu eski yaşantılarından edindikleri düşünüldüğünde; öğretimin erken basamaklarında hizmet içi öğretmenlerin de model etrafında şekillendirdikleri ders içeriğini öğrencilere öğretirken modelin dış yapısı ve temsil ettiği referans sistemin ötesine geçerek, öğrencilere modele ait epistemolojik anlayışı da aşlamaları gerektiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Fen bilimleri öğretmen adayı, Model, Model oluşturma, Öğretim etkinlikleri, 5E öğrenme modeli.

## ABSTRACT

### AN INVESTIGATION OF PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS' MODEL- AND MODELING- ORIENTED EDUCATIONAL ACTIVITIES

Seçil Serttaş

Department of Mathematics and Science Education

Alanya Alaaddin Keykubat University, Institute of Graduate Studies

June 2022

The aim of this study was to examine pre-service science teachers' (PST') teaching activities on modeling and the use of models. The study was designed as a case study, and criterion sampling method, -a non-random purposeful sampling method-, was used to determine the participants. The criteria used in determining the participants included (i) being senior PSTs, (ii) being enrolled to Special Teaching Methods-2 course, and (iii) participating voluntarily in the study. The study was carried out with a total of 40 senior PSTs (33 female and 7 males), who attended the Department of Science Education at Alanya Alaaddin Keykubat University, in the 2019-2020 academic year. In order to reduce possible biases that may occur in qualitative studies, a number of data collection tools were used for validity and reliability. Data collection tools included (i) learning outcomes related to modeling and use of models in the Science Curriculum (MoNE, 2018), (ii) lesson plans prepared by the PSTs for these outcomes, (iii) observations of teaching practices, (iv) field notes taken by the researchers, and (v) semi-structured interviews done with the PSTs. data were analyzed through document analysis and content analysis techniques. Findings showed that most of the model-related learning outcomes in Science Curriculum (MoNE, 2018) are structured around the disciplines of physics and biology, and less around chemistry. In the lesson plans prepared for the Special Teaching Methods-2 course, -which is based on the principles such as preparing a lesson plan, organizing and presenting the environment, preparing the equipments and materials to be used during the lesson, and evaluating the presentations in terms of teaching skills-, it was seen that model-related activities were mostly included in the



'Explore' step of the 5E Teaching Method, -in the step that gives students the opportunity to observe, demonstrate their research skills and question. It was also seen in both lesson plans and lesson presentations that PST used the 'representation' function of the models the most, and the 'prediction' dimension the least. In the interviews, it was observed that PSTs had limited understandings about the definition of models and their function; and they were confused because they could not draw a border about what a model is and what is not. With these findings, it was recommended that the pedagogical knowledge about models can be clarified, the PSTs are provided with comprehensive knowledge about models, and the science teacher education programs can be revised in consideration of the requirements of the Science Curriculum. In addition, since PSTs' limited understandings and misconceptions about models are acquired from their past experiences, it is recommended that in-service teachers should inform students about the nature of models, as well.

**Keywords:** Pre-service science teacher, Model, Modeling, Educational activities, 5E learning cycle.

# İÇİNDEKİLER

## İÇ KAPAK SAYFASI

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ .....	i
TEŞEKKÜR SAYFASI .....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER SAYFASI .....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Önemi .....	4
1.2. Çalışmanın Amacı.....	5
1.3. Çalışmanın Problem Cümlesi .....	5
1.3.1. Alt problemler .....	6
1.4. Çalışmanın Sınırlılıkları.....	6
1.5. Çalışmanın Varsayımları .....	6
1.6. Tanımlar .....	6
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	8
2.1. Model ve Modellerin Doğası .....	8
2.1.1. Modellerin temsil boyutu .....	9
2.1.2. Modellerin açıklayıcı boyutu .....	10
2.1.3. Modellerin tahmin boyutu .....	11
2.2. Modellerin Özellikleri .....	12
2.3. Model - Analoji İlişkisi.....	12
2.4. Bilimsel Modeller .....	13
2.5. Modellerin Sınıflandırılması .....	15
2.5.1. Somut modeller.....	15
2.5.1.1. Ölçeklendirilmiş modeller.....	16
2.5.1.2. Fonksiyonel somut modeller.....	17
2.5.1.3. Diyagram modeller .....	17

2.5.1.4. Resimli modeller .....	18
2.5.2. Zihinsel modeller .....	18
2.5.2.1. Kavramsal modeller .....	19
2.5.2.2. Sözel-teorik modeller .....	21
2.5.2.3. Dini ve ilahi modeller .....	21
2.5.2.4. Edebi modeller .....	21
2.5.2.5. Siyasi modeller.....	21
2.5.3. Matematiksel modeller .....	22
2.5.4. Bilgisayar tabanlı modeller.....	22
2.5.4.1. Simülasyonlar .....	23
2.6. Model Oluşturma (Modelleme) .....	23
2.6.1. Model oluşturma (modelleme) süreci davranışları .....	24
2.6.2. Model oluşturma (modelleme) basamakları .....	25
2.7. Fen Eğitiminde Model, Modelleme ve Model Temelli Öğrenme .....	27
2.8. Fen Öğretim Programında Model ve Modellemenin Yeri .....	28
2.9. İlgili Çalışmalar .....	29
2.9.1. Öğretmen veya öğretmen adayları ile yapılan çalışmalar.....	29
3. YÖNTEM .....	34
3.1. Çalışmanın Deseni .....	34
3.2. Katılımcılar .....	35
3.3. Veri Toplama Araçları .....	36
3.3.1. Öğretmen adaylarının ders planları.....	37
3.3.2. Ders gözlemi ve alan notları .....	37
3.3.3. Yarı-yapılandırılmış görüşmeler.....	38
3.4. Çalışmanın Uygulama Süreci .....	39
3.5. Veri Analizi.....	45
3.6. Geçerlilik ve Güvenirlik .....	48
4. BULGULAR .....	50
4.1. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda Yer Alan Model Oluşturma ve Kullanma Kazanımlarına İlişkin Bulgular .....	50
4.2. FBÖA' nın Model Oluşturma ve Kullanmaya Yönelik Öğretim Etkinliklerine	

İlişkin Bulgular .....	57
4.2.1. FBÖA' nın ders planlarına ilişkin bulgular .....	57
4.2.2. FBÖA' nın ders sunumlarına ilişkin bulgular.....	63
4.3. FBÖA ile Gerçekleştirilen Görüşmelere İlişkin Bulgular .....	70
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....	81
5.1. Tartışma ve Sonuç .....	81
5.2. Öneriler .....	85
6. KAYNAKLAR .....	87
7. EKLER .....	96
Ek 1: Görüşme formu (Pilot uygulama) .....	96
Ek 2: Görüşme formu (Revize edilmiş hali) .....	97
ÖZGEÇMİŞ	

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 2.1</b> Modellerin sahip olduğu özellikler .....	12
<b>Tablo 2.2</b> Zihinsel modellerin sahip olduğu genel özellikler.....	19
<b>Tablo 3.1</b> Katılımcıların cinsiyete göre dağılımı .....	35
<b>Tablo 3.2</b> Özel öğretim yöntemleri ders içeriği .....	36
<b>Tablo 3.3</b> FBÖA' na dağıtılan kazanımların dağılımı .....	40
<b>Tablo 3.4</b> Fen bilimleri dersi için seçilen ünite, konu alanı ve kazanımların içeriği .....	40
<b>Tablo 4.1</b> Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımlar .....	50
<b>Tablo 4.2</b> Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model kazanımlarının sınıf seviyelerine göre dağılımı.....	53
<b>Tablo 4.3</b> Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model kazanımlarının konu alanlarına göre dağılımı .....	54
<b>Tablo 4.4</b> Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan kazanımların model boyutlarına göre dağılımı .....	55
<b>Tablo 4.5</b> FBÖA' nın ders planlarında yer alan model etkinliklerinin 5E Öğretim Yöntemi basamaklarına göre dağılımı .....	57
<b>Tablo 4.6</b> 5E Öğretim Yöntemi basamaklarına göre ders planlarındaki model boyutlarının dağılımı.....	60
<b>Tablo 4.7</b> FBÖA' nın ders sunumları esnasında kullandıkları model çeşitlerinin kodlanması ve frekans dağılımı .....	64
<b>Tablo 4.8</b> FBÖA' nın ders sunumunda kullandıkları model boyutlarının kodlama planı ve frekans dağılımı.....	69
<b>Tablo 4.9</b> FBÖA' nın model tanımlarına ait kodlama listesi ve frekans dağılımı .....	71
<b>Tablo 4.10</b> FBÖA' nın model olarak kabul ettiği ve etmediği nesnelere frekans dağılımı .....	74
<b>Tablo 4.11</b> FBÖA' na göre ders içi model oluşturma ve kullanımının avantaj ve dezavantajlarına ait kodlama listesi ve frekans dağılımı .....	77

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 2.1</b> Fonksiyonel somut modele bir örnek .....	17
<b>Şekil 2.2</b> Zihinsel model, gerçek durum ve kavramsal model arasındaki ilişki .....	20
<b>Şekil 2.3</b> Modelleme davranış diyagramı .....	24
<b>Şekil 2.4</b> Modellemenin modeli.....	26
<b>Şekil 3.1</b> Çalışmanın uygulanma öncesi ve uygulanma süreci basamakları .....	39
<b>Şekil 3.2</b> İçerik analizi aşamalarını içeren bir örnek .....	47
<b>Şekil 3.3</b> Görüşme verilerinin içerik analizinde izlenen yol .....	48
<b>Şekil 4.1</b> Farklı disiplinlere göre model kazanımlarının dağılımı .....	55
<b>Şekil 4.2a</b> FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları resimli modellere örnek gösterimler (2 boyutlu çizimler). .....	65
<b>Şekil 4.2b</b> FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları resimli modellere örnek gösterimler (2 boyutlu hazır resimler). .....	65
<b>Şekil 4.3a</b> FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları fonksiyonel somut modellere örnek gösterimler (3 boyutlu modeller). .....	66
<b>Şekil 4.3b</b> FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları fonksiyonel somut modellere örnek gösterimler (rol yapma etkinliği) .....	66
<b>Şekil 4.4</b> FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları diyagram modellere örnek gösterimler .....	67
<b>Şekil 4.5</b> FBÖA' nın ders sunumlarında 5E Öğretim Yöntemi basamaklarına göre modelleri kullandıkları bölümlerin dağılımı.....	68
<b>Şekil 4.6</b> FBÖA' na göre modellerin sahip olduğu özellikler. ....	76
<b>Şekil 4.7</b> FBÖA' nın model oluşturma ve kullanmaya yönelik ders sunumlarını hazırlarken faydalandığı kaynakların dağılımı .....	79
<b>Şekil 4.8</b> FBÖA' nın model kullanmadan planlayacakları bir derste kullanmayı tercih ettikleri tekniklerin dağılımı .....	80

## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

### Simgeler

**f:** Frekans

**%:** Yüzde

### Kısaltmalar

**EBA:** Eğitim Bilişim Ağı.

**FBÖA:** Fen bilimleri öğretmen adayları.

**MEB:** Millî Eğitim Bakanlığı.

**MoNE:** Ministry of National Education.

**NRC:** National Research Council (Uluslararası Araştırma Konseyi).

**NSTA:** National Science Teacher Association.

**PST:** Pre-service teachers.

**STEM:** Science, Technology, Engineering, Mathematics.

**YÖK:** Yükseköğretim Kurumu.

## 1. GİRİŞ

Hızla değişen ve gelişen dünyada her geçen gün sürekli olarak şekillenen yaşam şartlarına uyum sağlayabilmenin, bir nevi hayatta kalabilmek için toplumlarca kendini yeniden üretmenin yolu eğitimden geçmektedir. Bilimdeki yadsınamaz değişim ve gelişimler, toplumda yaşayan bireylerde bulunması gereken birtakım yetkinlikleri de beraberinde getirmektedir. Bu ihtiyacı karşılamak üzere eğitilecek bireylerde olması beklenen bu yetkinliklerin başında gelen fen okuryazarlığı terimi ile fen öğretim programlarında sıkça karşılaşılmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005; 2013; 2018). Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi' ne (National Research Council [NRC]) (1996) göre fen, deneysel ölçütler ve mantıksal şüphecilik ile ifade edilen bir bilme yoludur. Bilim insanları, evrensel anlamlar aramak yerine var olan dünyaya ait bilgileri ya da bu dünyada gerçekleşen olayların neden bu şekilde gerçekleştiğine dair açıklamalar ararlar (Rothman, 1992). Gerçekliği ya da herhangi bir problemin çözümünü arama eylemlerinde bilim insanının izlediği yolları takip etmek ve bilim insanı gibi düşünebilmek, günümüzde fen okuryazarı olarak nitelendirilen, yani, araştıran, sorgulayan ve yaratıcı düşünebilen bireylerden beklenen yetkinliklerindedir.

Fen eğitimcileri bu yetkinlikleri fen eğitimi alanına özgü beceriler olarak adlandırmaktadır. Bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik ve tasarım becerileri olarak üç gruba ayrılan bu beceriler, tıpkı bir bilim insanı gibi gözlem yapma, sınıflama, hipotez kurma, analitik düşünme, karar verme ve edinilen bilgileri kullanarak bir ürün oluşturma gibi eylemleri kapsamaktadır (MEB, 2018). Bu eylemlerin merkezinde de model kavramı ile karşılaşılmaktadır.

Sadece bilim insanları değil, hemen hemen herkes günlük yaşantısında pek çok noktada düşünürken, karar alırken ve kararlarını uygularken modellerle karşılaşmaktadır. Örneğin, bir ülkeye seyahat planı oluştururken gidilecek rota için ölçekli model olan fiziki haritalardan ya da navigasyon cihazı gibi dijital ortamda harita bilgisi sunan bilgisayar tabanlı modellerden yardım alınır. Model, kelime kökeni olarak Latince *ölçek*, *ölçü* anlamlarına gelen *modello* sözcüğünün evrimleşerek Fransızca örnek, bir şeyin küçük boyutta numunesi anlamına gelen *modèle* sözcüğünden dilimize gelmektedir. Her ne kadar model kavramı fen/bilim içerisinde bilinmeyen ya da soyut olan bir olgu için kullanılan sistemler olarak



tanımlansa da, bunun yanı sıra modeller; belirli amaçlar için üretilmiş, gerçekliğin basitleştirilmiş tasviri, yeni bir bilgiyi edinme sürecinde bir olguyu açıklayan temsilci; bilim insanlarının üzerinde çalıştığı karmaşık olguları ifade etmek için özenle seçilmiş basitleştirmeler; bir durumu anlamak, bilinmeyen bir olguyu açıklamak veya yaklaşan bir olayı tahmin etmek için kullanılan yordama araçları; ve üretildiği kaynağı (referansını) bazı yaratıcı yönleri ile tasvir eden yapılar olarak da literatürde karşımıza çıkmaktadır (Gilbert, 2004; Mahr, 2009; Mashhadi, 1999; Shen, 2006; Srinivasan, 2001; Taber, 2017).

Fen eğitiminin içeriğini oluşturan bilimsel çabaların anlaşılır şekilde ele alınmasında bilimsel sorgulamanın bileşenleri olan model ve model oluşturma eşsiz bir role sahiptir. Fen okuryazarı bireyleri yetiştirmeyi amaç olarak belirleyen fen eğitiminin içeriğine bakıldığında, somut ve öğrenen tecrübelerine olanak tanıyan durumların yanı sıra, soyut ve doğrudan gözleme izin vermeyen durumlar ve kavramların da mevcut olduğu görülür (Ünal & Ergün, 2006). Fizik, kimya, biyoloji ve astronomi gibi disiplinleri bünyesinde taşıyan fen derslerinde öğrenciler, gerçekleri ezberlemekle yükümlü olduklarını, disiplin içeriklerinin soyut olduğunu ve bu materyalleri gerçek dünyayla ilişkilendiremediklerini hissederler. Öğrenciler genel olarak fenin doğa fenomenleri ile iç içe olduğunu ve bilimsel yöntemin hayatlarının farklı yönlerinde geniş çapta uygulanabilir olduğunu göremezler (Kwok, 2018). Öğrencilerin zihinsel ve görsel süreçlerine yönelik pek çok aktivite, bu soyut kavramların daha anlaşılır olması için fen dersleri içeriğinde sıklıkla yer almaktadır (Gülçiçek & Güneş, 2004). Amerika Ulusal Bilim Öğretmenleri Derneği (National Science Teacher Association [NSTA]) (2012), soyut bilgilerin öğrenen zihinlerinde somut hale getirilmesi, bilimin doğasının anlaşılması ve referans sistemlerin işleyiş süreçlerinin keşfedilmesi, açıklanması ve yorumlanması için model ve model oluşturma birimlerini içeren fen bilimleri programlarının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Ülkemiz fen bilimleri eğitim programlarına da bu gerekliliklerden yola çıkılarak birtakım güncellemeler getirilmiştir. 2013 ve 2018 yılları fen bilimleri dersi öğretim programları incelendiğinde, model etkinliklerinin fizik, kimya ve biyoloji gibi farklı disiplinleri de içeren konularda yer aldığı görülmektedir. Özellikle de araştırma ve sorgulamaya dayalı yapısı nedeniyle bu programlarda, model kullanma ve oluşturmaya yönelik kazanım ve öğretim etkinliklerinin arttığı dikkat çekmektedir (MEB, 2013; 2018). 2013 yılı programında *Fen Bilimleri Dersi Beceri Öğrenme Alanı* başlığı altında gözlem

yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, deney yapma gibi bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları beceriler yer almakta; 2018 yılında da aynı beceriler *Alana Özgü Beceriler* adı altında tekrar karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca programda, öğrencilerin hem ulusal hem de uluslararası düzeyde ihtiyaç duyacakları diğer yetkinlikler sıralanmakta; bu yetkinlikler arasında yer alan *Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler* başlığı altında öğrencilerden matematiksel yetkinlik için mantıksal ve uzamsal düşünceleri ve formülleri, modelleri, grafikleri ve tabloları farklı derecelerde kullanma becerilerine sahip olmaları beklenmektedir. Programın benimsediği strateji ve yöntemler incelendiğinde ise, proje tasarlama, model ve ürün oluşturma ve ürünü tanıtmaya gibi etkinliklerin mümkün olduğu kadar sınıf içinde ve öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilmesi önerilmektedir (MEB, 2018).

Model oluşturma veya model kullanma etkinlikleri öğrencilerin günlük hayat problemlerine yönelik araştırma ve sorgulamayı esas alarak kendi modellerini inşa etmelerine olanak tanımaktadır (Ayvacı & Bülbül, 2021). Öğretmenin, model etkinlikleri etrafında yapılandırılacağı bir ders içeriği ile hem soyut veya öğrenilmesi güç olgu ve kavramların öğrenciye aktarılması kolaylaşacak, hem de yaparak-yaşayarak gerçekleştirdikleri bu süreç etkili bir öğrenme ortamına zemin hazırlayacaktır. Model oluşturma, fen eğitimi içerisinde öğrencilerin kendi zihinsel modelleri aracılığıyla tanıdık ve yapısal özelliklerini daha rahat kavrayabildikleri bir sistemi, bilinmeyen başka bir sistemi yapılandırmak amacıyla kullanmaları olarak tanımlanmaktadır (Ünal-Çoban, 2021). Öğrenciler kendilerine ait zihinsel modellerini, dış temsil olan modeller ile ifade ettikleri takdirde, eleştirel düşünme, sınıf içi etkileşim ve paylaşım gibi bilginin öğrenilmesine aracılık eden ortak aşamaları da tecrübe etmiş olacaktırlar (Oh & Oh, 2011). Model oluşturma (modelleme) sürecinde öğrenciler, daha önceden sahip oldukları şemalarla referans sistemler olarak adlandırılan kaynak nesneyle ilişki kurarlar. Yeterli ve etkili bir ilişkinin kurulabilmesi için öğrencilerin zihinsel becerilerinin model oluşturma sürecine entegre edilmesi önem taşımaktadır.

## 1.1. Çalışmanın Önemi

Model kullanımı ve model oluşturma süreçleri daha önce de belirtildiği gibi öğrenenlerin zihinsel yapıları ile yakından ilgilidir. Çoklu gösterimler ve çeşitli zekâ alanlarına hitap edebilme yönüyle modeller, kavramsal öğrenmeyi destekler ve kavram yanlışlarının giderilmesine destek sağlarlar (Vosniadou, Ioannides & Dimitrakopoulou, 2001; Shen & Confrey, 2007). Öğrenenler, günlük yaşamlarında tecrübe ettikleriyle kendi modellerini oluşturmaya başlar ve aşamalı şekilde kendilerinde var olan bu modelleri, bilimsel kabul edilen modeller ile uyumlu olana kadar değiştirmeye devam ederler (Vosniadou, 1991). Ancak model uygulayıcısı tarafından oluşturulan ya da kullanılan modelin sınırlılıkları doğru ve yeterli biçimde belirlenmediği takdirde, öğrenenler oluşturulan modelleri referans (kaynak) sistemin birebir kopyası olarak algılayabilir, bunun sonucunda hem bilgiyi transfer etme sürecinde hem de soyut ve kavramsal düşünmede birtakım sorunlar yaşayabilirler (Ünal- Çoban, 2021). Bu sorunlar, kavram yanlışlığı adı verilen ve kavramlara karşı kişisel deneyimler sonucu zihinde oluşturulan bilimsellikten uzak anlayışlar olabilmekte ve sadece öğrencilerden değil, aynı zamanda öğretmenin öğretme metotları, materyalleri veya okul kaynaklı farklı nedenlerden dolayı da ortaya çıkabilmektedirler (Barke, Hazari & Yitbarek, 2009). Araştırmacılar, öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları kavram yanlışlığı tespit edilip giderilmediğinde, bilimsellikten uzak bu anlayışların ileri eğitim kademelerine kadar taşındığını ve ileride değişime karşı daha dirençli olduğunu vurgulamaktadırlar (Ayas, Özmen & Coştu, 2002; Gilbert, 1977). Harrison ve Treagust (1998), model ve model oluşturma süreçlerinin öğretim programları içerisinde yer alması gerekliliğine ek olarak, herhangi bir yanlış öğrenmeye zemin hazırlamamak için, öğretmenlerin de model ve model oluşturma süreçlerinde referans sistem ile modeli arasındaki ortak ve ortak olmayan yönleri dikkatli ve açık bir biçimde öğrencilere öğretmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu noktada, öğrencilerin etkili öğrenme süreçlerine katkısı olan model, model oluşturma süreci ve model kullanımının, geleceğin fen bilimleri öğretmenleri olacak olan fen bilimleri öğretmen adayları tarafından yeterli nitelikte uygulanabiliyor olmasının önem taşıdığı düşünülmektedir. Nitekim öğretmen ve öğretmen adaylarının modeller hakkında bilgi sahibi olmaları, model oluşturma süreci öncesinde modellere ve model oluşturmaya ilişkin deneyim kazanmaları, öğrencilerin ön bilgilerini tespit etmeleri,

onların seviyelerine uygun model kullanımı için net bir yol çizmeleri, ve model kullanımını içeren öğretim etkinlikleri planlamalarının gerekliliği farklı araştırmalar tarafından ortaya konulmaktadır (Aktan, 2013; Kenyon, Davis, & Hug, 2011; Ünal-Çoban, 2021; Yenilmez-Türkoğlu, 2013).

Modeller üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğrenci ve öğretmenlerin modeller hakkındaki anlayışlarının incelendiği çalışmalara rastlamak mümkündür (Aktan, 2013; Berber & Güzel, 2009; Ceğer, 2018; Çelik, 2015; Grosslight vd., 1991; Justi & Gilbert, 2002a; Van Driel & Verloop, 1999; Van Driel & Verloop, 2002; Yenilmez- Türkoğlu & Öztekin, 2016). FBÖA' nın model oluşturma ve model kullanımı konusunda öğretim etkinliklerinin (ders öncesi hazırlanan ders planları, ders içi model kullanımı, kullanılan modellerin sınıflandırılması gibi) ve anlayışlarının doküman analizi, alan notları ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler gibi çoklu veri toplama yöntemleri kullanılan nitel araştırma deseninde derinlemesine incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda, mevcut çalışmanın ilgili literatüre ve paydaşlara katkı sağlayacağı ve alandaki boşluğu dolduracağı düşünölmektedir.

## **1.2. Çalışmanın Amacı**

Çalışmanın öneminde vurgulanan durumlardan yola çıkılarak bu çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının model oluşturma ve kullanmaya yönelik öğretim etkinliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının öğretim etkinliklerinin planlanabilmesi için, öncelikle 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model kazanımlarının incelenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, ilgili programdaki kazanımların incelenmesi de çalışmanın bir diğer amacıdır.

## **1.3. Çalışmanın Problem Cümlesi**

Bu çalışma, bir ana problem cümlesi etrafında yoğunlaşmakla birlikte birkaç alt problem cümlesine de sahiptir. Çalışmanın ana problem cümlesi aşağıdaki gibidir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının model oluşturma ve kullanmaya yönelik öğretim etkinlikleri nasıldır?

### **1.3.1. Alt problemler**

Çalışmanın ana problemine yön ve cevap verecek alt problemler aşağıdaki gibidir.

1. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model kazanımlarının içeriği nasıldır?
2. Fen bilimleri öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarında yer alan model etkinliklerinin içeriği nasıldır?
3. Fen bilimleri öğretmen adayları ders sunumları esnasında model oluşturma ve kullanmaya yönelik etkinliklerinde hangi modelleri kullanmaktadır?
4. Öğretmen adaylarının model oluşturma ve kullanmaya yönelik anlayışları nasıldır?

### **1.4. Çalışmanın Sınırlılıkları**

Bu çalışma birtakım sınırlılıklar içermektedir:

1. Çalışmanın katılımcıları 2019-2020 eğitim-öğretim yılında Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenimine son sınıfta devam eden toplam 40 öğretmen adayı ile sınırlıdır.
2. Çalışmada incelenmesi hedeflenen ve fen bilimleri öğretmen adayları tarafından bireysel olarak hazırlanan ders planları, ortaokul 3, 5, 6, 7 ve 8. sınıf seviyesinde ve öğretmen adaylarının kendi seçtiği ünite, konu alanı ve kazanımlar ile sınırlıdır.
3. Çalışmadan elde edilen veriler, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan kazanımlar (MEB, 2018), öğretmen adaylarının kendi hazırladıkları ders planları, araştırmacı tarafından gerçekleştirilen gözlemler, ders sunumlarının dijital formları ve fen bilimleri öğretmen adayları ile gerçekleştirilen yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtları ile sınırlıdır.

### **1.5. Varsayımlar**

Katılımcılar ile gerçekleştirilen yarı-yapılandırılmış görüşmelerde, katılımcıların görüşme sorularını net olarak anladıkları ve detaylı ve içtenlikle yanıtladıkları varsayılmaktadır.

### **1.6. Tanımlar**

Bu çalışmada yer alan bazı kavramların tanımları aşağıdaki gibidir.

Fen Eğitimi: Fizik, kimya, biyoloji, yer ve uzay bilimleri gibi disiplinleri konu olarak bilim pedagojisini öğretme süreciyle ilgilenen bilim alanıdır (Ajayi & Lavani, 2015).

Fen Bilimleri Öğretmen Adayı: Eğitim fakültelerinde fen bilgisi öğretmenliği programına kayıtlı ve 4 yıllık lisans eğitimi almakta olan öğrenciler.

Model: Somut ya da soyut durumları kapsayan ve referans aldığı sistemin basitleştiricisi, açıklayıcısı veya idealleştiricisi olma gibi amaçlar üstlenebilen yapılardır (Bailer- Jones, 2002).

Model Oluşturma (Modelleme): Anlamak istenen bir durum için bir model yapma, analiz etme ve değerlendirme süreçlerini içerir (Hestenes, 1996).

## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Çalışmanın bu bölümünde model ve modellerin doğası, bilimsel model, modellerin sınıflandırılması, modelleme, modelleme basamakları, fen eğitiminde modeller, modelleme ve model temelli akıl yürütme, fen öğretim programında modeller ve modellemenin yeri ve ilgili araştırmalar adlı başlıklara yer verilmiştir.

### 2.1. Model ve Modellerin Doğası

İnsanlar, günlük yaşamın tüm alanlarında bilgiyi dış çevreden alarak ve anlamlandırarak öğrenirler. Duyu reseptörlerimiz aracılığıyla çevredeki uyarılara verdiğimiz her cevap ile zihnimizde örüntüler oluşur. Bu desenler sayesinde yaşadığımız dünyanın zihinsel bir modelini görmüş oluruz (Gilbert & Ireton, 2003). Dış dünya ile iletişim için konuşma, yazma, eylem ya da süreçleri içeren yollarla zihinsel modellerimizi kullanarak inşa ettiğimiz her model aslında bir ifade edilen (*expressed*) modeldir (Chittleborough & Treagust, 2009; Gilbert, Boulter & Rutherford, 1998; Davies & Gilbert, 2003).

Model sözcüğünün literatürde ortak bir tanımı mevcut değildir (Belarmino, 2017; Halloun, 2006; Morgan & Morrison, 1999; Van Driel & Verloop, 1999). Bilim insanları dahi çalışmalarının merkezinde model olmasına rağmen model tanımına birbirlerinden farklı açıklamalar getirmektedir (Oh & Oh, 2011). Gilbert (2004) ve Srinivasan (2001) modeli; belirli amaçlar için üretilmiş, gerçekliğin basitleştirilmiş tasviri olarak tanımlarken, Mahr (2009), yeni bir bilgiyi edinme sürecinde bir olguyu açıklayan temsilci; Taber (2017), bilim insanlarının üzerinde çalıştığı karmaşık olguları ifade etmek için özenle seçilmiş basitleştirmeler; Shen (2006), bir durumu anlamak, bilinmeyen bir olguyu açıklamak veya yaklaşan bir olayı tahmin etmek için kullanılan temsili araçlar; ve Mashhadi (1999) ise, üretildiği kaynağı (referansını) bazı yaratıcı yönleri ile tasvir eden yapılar olarak tanımlamaktadır. Yeni Nesil Bilim Standartları (Next Generation Science Standarts) (2013) ise modelleri; diyagramlar, somut kopyalar, matematiksel temsiller, analogiler ve bilgisayar simülasyonları olarak tanımlar.

Tanımlamalardaki bu çeşitliliğe karşın, her modelin bağlı olduğu bir referans sistemi vardır. Nesnelere, organizmalar, makineler, sayılar veya görüşler dâhil olmak üzere birbiri üzerinde etkinliği olan neredeyse her türlü şey bir sistem olarak düşünülebilir (Rutherford &

Ahlgren, 1994). Referans ise, atıfta bulunulan, yerine geçen, kastedilen nesnelere olarak tanımlanabilir ve her zaman canlı, gerçek veya doğal nesnelere olmak zorunda değildir. Referans sistemleri; eylem, süreç ve zihinsel olayları da içerebilir (Giere, 2004; Hestenes, 2010; Shen, 2006). Literatürde model ve referansı arasındaki ilişkiyi tanımlayan üç boyut yer almaktadır. Bunlar, modellerin temsil, açıklama ve tahmin boyutlarıdır (Bokulich, 2009; Bryce vd., 2016; Chittleborough & Treagust, 2009; Contessa, 2011; Giere, 2004; Lee, 1999; Oh & Oh, 2011; Shen, 2006).

### **2.1.1. Modellerin temsil boyutu**

Model ile ilgili tanımların çoğunun ortak noktası, modellerin gerçek, hedef veya referans sistemleri temsil etmeleridir (Belarmino, 2017; Lee, 1999; Van Es, 2020). En basit ifade ile model bir şeyi temsil eden başka bir şeydir (Oh & Oh, 2011). Temsiller ise, insanlar tarafından oluşturulan ve varoluşsal statüleri olmayan (Lee, 1999), dünya ile dili kullanan varlıklar arasındaki iki yönlü ilişkilere (Giere, 2004). Temsilde var olanı sunmak için işaret, sembol, benzerlik ve uyuşma gibi özellikler kullanılabilir. Örneğin, bir kara bulut kümesi yağmur yağacağına işaretidir (Shen, 2006). Temsili oluşturan model değil, modeli kullanan bilim insanı, grup veya topluluklardır (Giere, 2004).

Gilbert ve Ireton (2003)' a göre modeller, temsil yoluyla referans sistemin yerine geçme gibi bir görev üstlenmesine karşın, referansın yapısal özelliklerini birebir yansıtmak zorunda değildir. Örneğin, bir doğa olayı olan hortumları anlatmak için görünüş olarak hortuma benzemese de elektrikli süpürgeye faydalandığımızda, model (elektrikli süpürge), hedefini (hortum) temsil eder. Çünkü elektrikli süpürge ve hortum yollarına çıkan herhangi bir şeyi içine doğru çekmek gibi ortak bir özelliğe sahiptir. Bir diğer örnek de Watson'ın teneke ve karton kutuları DNA'nın yapısını temsil etmek üzere kullanmasıdır. Teneke ve karton kutular DNA içeriğinde olan materyaller değildiler; ancak Watson onları DNA'nın fiziksel yapısını temsil etmeleri için makul bir model olarak görmüştür (Giere, 2004). Bu yönüyle, referans aldığı sistemin birebir kopyası olmayan ve temsil görevini üstlenen modeller (Craik, 1943), belirli amaçlara hizmet etmek üzere referanstaki belli özellikleri kasıtlı olarak ihmal ederler (Bailer-Jones, 2002; Belarmino, 2017; Gilbert & Ireton, 2003; Oh & Oh, 2011). Çünkü her biri, ortaya çıkarılmış yapılardır ve gerçekliğin kendisi değil, kasıtlı temsilleridir (Gardner, 1993). Bu nedenle modeli referansı ile karıştırmamak



önemlidir. Çünkü modeller temsil ettiği olgudan çok daha basittir ve değişkenler açısından daha az bilgi içerir (Gardner, 1993; Gilbert & Ireton, 2003).

Modelin referansından daha az bilgi içermesi, küçük ölçekli hale getirilmesi veya referanstaki amaca yönelik olmayan ayrıntıların çıkarılması ile sağlanabilir (Lee, 1999). Bu durum, Dünya ile Dünya'nın küre modelinde, kürenin Dünya üzerindeki yerleri, mesafeleri gösteriyor olmasına rağmen Dünya'nın kimyasal bileşimi hakkında bilgi vermiyor oluşu ile örneklendirilebilir (Seel, 2017). Bu örnekte de olduğu gibi modeller tek başlarına referansın tüm hikâyesini anlatamazlar (Morris, 2016). Halloun (2006)' a göre modeller temsil ettiği sistemin istenilen özelliğine vurgu yapmak amacıyla aynı sistem için birden fazla olacak şekilde oluşturulabilirler. Yani bir bakıma modelin, modele özgü olan ve modelde açıklanan farklı açılardan referanslarını temsil ettiği söylenebilir. Giere (2004, s.743), modellerin referanslarını belirli amaçlarla temsil etme biçimini şu ifadesi ile açıklamaktadır: “S, P’yi W amaçları ile temsil etmek için X’i kullanır.” Giere, S ile bilim insanları, grup veya toplulukları; P ile referans sistemi, W ile referans sistemin hangi özellik veya amaçlar ile temsil edildiğini; X ile de diyagram, grafik, denklem, fotoğraf ve benzeri gibi modelleri ifade etmektedir.

Herhangi bir temsil modeli, temsil ettiği referans sistemin tüm önemli özelliklerini veya amaçlarını, tamamen değilse de en azından üstü kapalı da olsa içerisinde barındırmalıdır. Temsildeki özgünlük, referans ile eşleşmenin bir ölçüsüdür (Lee, 1999). Referans sistemin temsilciliğini üstlenen modelleri kullanmanın birkaç nedeni mevcuttur. Bunlar, tıbbi araştırmalarda insan yerine hayvanların kullanılması gibi durumları kapsayan etik nedenler olabileceği gibi; ulaşılması güç, soyut, çok büyük veya çok küçük referans sistemleri kapsayan, bilgiye, kavramaya ait nedenler veya referans sistemin kullanılmasının pahalı olduğu durumları kapsayan ekonomik nedenler de olabilir (Zu Belzen vd., 2019). Sonuç olarak, temsili model anlayışında referans sistem gerçek dünya ile değil, daha çok özellikleri kesin olarak tanımlanabilen bir modelle bağlantılıdır (Giere, 1991).

### **2.1.2. Modellerin açıklayıcı boyutu**

Bir model, nesne ya da süreçleri kapsayan referansının yorumlayıcı bir tanımıdır. Açıklama, basitleştirme veya referansı kusursuz gösterme gibi amaçlar içerebilir (Bailer-Jones, 2002). Açıklama olarak adlandırılan bu boyut, izah etme veya gerekçe sunma olarak

görülmektedir (Lee, 1999). Aynı zamanda sözlü mesaj şeklinde, kişi, olay veya nesne gibi etki alanlarını da temsil eder (Nöth, 2018). Modeller, gözlemlenen nesne veya süreçleri açıklamak için, referansa benzerliği öne sürülerek icat edilen yaratıcı zihinsel yapılar olarak karşımıza çıkarlar (Barbour, 1976).

Açıklayıcı güce sahip olan modeller, bilim insanlarına ve mühendislere bir referansın çalışma mekanizması hakkında bilgi verirler (Gilbert, Boulter & Rutherford, 1998; National Research Council, 1996). Örneğin, Bohr öne sürdüğü atom modeli ile elektronların ve çekirdeğin yapılandırılmış halleri hakkında bilgi verir. Aynı şekilde bir kalbi pompa olarak modellemek de kalbin çalışma mekanizması hakkında açıklama getirecektir (Bailer- Jones, 2002). Bu yönüyle bir model, genelleştirilebilen ve mantık çerçevesi içerisinde ele alınabilen açıklamaların oluşturulmasını sağlayabilir (Gilbert vd., 1998).

### **2.1.3. Modellerin tahmin boyutu**

Modellerin bir diğer boyutu olan tahmin, referans sistemin anlaşılmasına yardımcı olmak için, bağlamları çürütülene kadar referansın bir görüntüsünün sunulması işlemidir. Bir sistemin belli durumlarda nasıl davranacağını tahmin etme sürecinde modeller etkin rol oynarlar (Lee, 1999).

Özellikle bilim insanları, oluşturdukları modelleri gelecekteki bir davranışı açıklayıp açıklayamayacağı yönünden değerlendirirler. Ancak tahmin boyutu için deneyler yapmak veya kanıt aramak zordur. Genel olarak geçmiş verilerden yola çıkarak veya modelin açıklayıcı boyutuna dayanarak çıkarım yapılır (Passmore & Stewart, 2001). Bu değerlendirmedeki amaç oldukça faydacıdır. Bir model, doğruluğu defalarca kanıtlanan tahminler yapabiliyorsa değerli olduğunu kanıtlar. Örneğin; bir salgının yayılma tahminini içeren bir model veya kasırganın ilerleme rotasını tahmin eden bir model doğru sonuçlar verdiğinde hayat kurtaracak kadar faydalıdır (Morris, 2016).

Modelin bu boyutu, bilinen referanslar veya süreçlerden, hayal edilen bir mekanizmaya benzerlik öne sürerek ulaşmayı içerir. Başlıca kullanımı, bilinmeyen sistemi tahmin etme olsa da esasen dünyayı anlamamıza yardımcı olurlar (Barbour, 1976). Bir başka deyişle, anlık deneyim alanı dışında tahminlere izin veren modeller hem dünyayı basitleştirerek hem de ortaya çıkan davranışla sonuçlanan bileşenler arasında etkileşim

kurallarını belirleyerek referans sistem hakkında daha net bir şekilde düşünmemize olanak sağlarlar (Lehrer, Horvath & Schauble, 1994).

## 2.2. Modellerin Özellikleri

Hem zihinsel modellerin hem de zihinsel modellerin ürünü olan ifade edilen modellerin (*expressed models*) sahip olduğu ortak özellikler vardır. Tüm modeller doğaları gereği; yapay, faydacı, basitleştirilmiş, yorumlanabilir ve kusurludurlar. Tablo 2.1' de modellerin sahip olduğu bu özellikler özetlenmiştir (Gilbert & Ireton, 2003).

**Tablo 2.1.** Modellerin sahip olduğu özellikler (Gilbert & Ireton, 2003).

Modelin Özellikleri	Açıklama
Yapay	Tüm modeller doğal olmayan bir süreç ile ortaya çıkarlar. Her biri insan ürünüdür.
Faydacı	Referansın tüm parçalarını değil, belirli bir amaca hizmet amacıyla bir bölümünü temsil ederler.
Basitleştirilmiş	Referans sisteme kıyasla genellikle daha az bilgi içerirler.
Yorumlanabilir	Kendi terimleri ile açıklanabilirler. Bazıları referans sistemi açıklamak için daha fazla yoruma ihtiyaç duyarlar.
Kusurlu	Referansının kopyası olmadığı için asla mükemmel bir temsil değildirler.

Tablo 2.1.'de görüldüğü gibi, genel olarak tüm modeller insan ürünü olduğundan yapay, belli bir amaca yönelik olduğundan faydacı, referansına kıyasla daha az bilgi içerdiğinden basit, kendine has terimlerle yorumlanabilir ve referansın birebir kopyası olmadığından da kusurludurlar (Gilbert & Ireton, 2003). Tüm bu özelliklere paralel olarak Gardner (1993)' a göre modeller, birbirlerinden farklı da olsa birkaç önemli özelliği paylaşırlar. Bunlar, görünüş veya davranış olarak temsil ettikleri referans sistem ile benzer olmaları ve insan gözleminin sonucu olarak ortaya çıkan ürünler olmalarıdır.

## 2.3. Model - Analoji İlişkisi

Analojiler, belirli açılardan birbirine benzeyen iki sistem arasındaki karşılaştırmayı içeren ve model olarak da kabul gören benzetimlerdir. Bilim insanları genellikle soyut

bilimsel kavramları ve durumları insanlara açıklamak için sözel ifadeler ya da durumlar üzerinden analogilerden faydalanırlar (Abrantes, 1999). Analogik benzetmeler, olgular arasındaki benzerliklerin ve çoğu zaman farklılıkların tanımlandığı, 'X, aşağıdaki şekillerde Y gibidir' şeklinde iki şey arasında açık bir karşılaştırmalar olduğu gibi, bireylerin zaten aşına olduğu terimlerle bazı yeni bilgileri tanımlamaya hizmet edecek şekilde oluşturulmuş yapılarıdır (Newby & Stepich, 1987; Rumelhart ve Norman, 1981).

Schwarz-Pluschg (2018), analogileri belirli amaçlar için hayal gücü yardımıyla oluşturulmuş sözel yapılar olarak kabul etmekte, dinamik yapısından ötürü analogileri sabit, değişmez nesnelere olarak ele almaktan kaçınmakta ve analogik ifadelerin esnek, değiştirilebilir olmalarına odaklanmaktadır. Analogiler ayrıca zihinsel modellerin karmaşıklığını gidermek için de kullanılırlar (Abrantes, 1999; Coll, France & Taylor, 2005). Lee'ye (2015) göre, analogiler kendi içlerinde modelleri bulundurmaktayken, modellerin çoğu analogilerin ifade edilmiş biçimidirler.

#### **2.4. Bilimsel Model**

Doğanın temel yasalarını mantıklı bir çerçeveye oturtması ve bunların gözlemlenen olgularla paralellik göstermesi nedeniyle bilimsel ifadeler büyük ölçüde doğru kabul edilirler (Del Re, 2000). Bilimin nihai hedefi de evrendeki bilinen ve bilinmeyen tüm durumlara açıklık getirmektir (Metz, 2016). Tüm evreni tasvir edecek tek bir açıklama bulmanın güçlüğü nedeniyle, ortaya atılan problemler bilim insanları tarafından parçalara bölünerek, betimlenerek, basitleştirilerek ve kimi zaman problemin bazı özellikleri göz ardı edilerek ele alınmaktadır (Hawking, 1988). Bilime göre fiziksel dünya, gerçek dünyadan farklı, bilimin üzerinde çalışabilmesine olanak sağlayan dünyadır. Örneğin, fiziksel dünyada tüm yüzeylerin pürüzsüz olduğu veya tüm nesnelere özdeş kabul edildiği bir idealleştirme söz konusudur. Bu idealleştirilmiş durumlar, gerçeklik deneyimimizdeki bazı detaylardan veya değişkenlerden yoksun olmasına rağmen oldukça da zengindir (Del Re, 2000). Bu yönüyle bilim, gerçeklik ile ilgili yönelttiğimiz tüm sorulara yönelik ölçme ve tahmin üretmek için bir model geliştirme sanatı (Frigg, 2010; Morris, 2016) ve aynı zamanda anlayış oluşturmak için model yaratma ve kullanma yolu olarak tanımlanabilir (Gilbert & Ireton, 2003).

Yirminci yüzyıldan itibaren bilimdeki gelişmeler ile modeller, görülebilir referanslar dışında, gözlemlenemeyen ancak belirli davranışlarından çıkarılan teorik yapılar veya

süreçler için de etkili hale gelmiştir (Del Re, 2000; Mashhadi, 1999). Düünden bugüne, bilimsel uygulamalarda hipotez üretme, ön teoriler oluşturma ve deneysel çalışmaları test etme gibi farklı şekillerde kullanılan modeller, bilim insanları için bir araç görevi görmektedir (Bokulich, 2009; Oh & Oh, 2011; Van Driel & Verloop, 2002). Her ne kadar fiziksel eylem gerektiren durumlar için somut araçlar olsa da bilim içindeki kullanım amaçları genellikle düşünme araçları olmalarıdır (Del Re, 2000; Passmore & Stewart, 2001; Taber, 2017). Bilim insanları, yeni bir olguyu çeşitli deneyler yaparak araştırır, sonuçlarını modeller, modellerini de teoriler ile çerçeveleyip sunarlar (Hestenes, 1997). Örneğin, Democritos, Dalton, Rutherford, Thomson ve Bohr gibi bilim insanları ile başlayan ve Modern Atom Modeli Teorisi'ne kadar uzanan atom modeli ile ilgili ortaya atılan tüm modellere bakacak olursak, modeller kullanılabilirlikleri ve açıklayıcı yanları ile yeni bir keşfin süreç gerektiren araştırmalarına da ışık tutmaktadır. Yani bilimsel modeller, bir araştırmanın hem ürünü hem de süreç ile gelişip değişen araştırmaların bir yol göstericisi konumunda olabilirler (Ünal-Çoban, 2021).

Bilim insanları, referans sistemin neye benzediği veya bu sistemin çalışma mekanizmasının ne olduğu hakkında farklı fikirlere sahip olabildiğinden, ortaya attıkları modeller de birbirlerinden farklı olacaktır. Bu yüzden modeller hem ampirik hem de kavramsal açıdan teste tabi tutulurlar (Bryce vd., 2016; Gardner, 1993; Justi & Gilbert, 2002a; Kenyon, Schwarz & Hug, 2008; Oh & Oh, 2011; Passmore & Stewart, 2001). Ampirik açıdan model, referansına uyumu üzerinden değerlendirilir. Modelin öngördüğü veya yansıttığı referansına olan yakınlığı onun iyi bir model olup olmadığının belirleyicisidir (Gardner, 1993; Oh & Oh, 2001). Yarattığımız her model, gözlem veya tahminlerle uyumlu olduğunda, bilimde gerçeklikten söz edilebilir (Gilbert & Ireton, 2003).

Zihinsel yapılarımızın dışavurumu olarak nitelendirilen modeller, bilim insanları tarafından teste tabi tutularak, kullanımının uygun olup olmadığı çoğunluğun onayını bir süreliğine aldığı takdirde “fikir birliği (*consensus*) modeli” adını alır ve fikir birliği (*consensus*) modelleri, bilimde kilit rol oynayan bilimsel modellerdir (Davies & Gilbert, 2003; Gilbert vd., 1998). Maddenin parçacık modeli, atom modeli, foton modeli, su döngüsü modeli bilinen bazı fikir birliği modellerdendir. Bu modeller atom modeli örneğindeki gibi fiziksel yapıda olabildiği gibi su döngüsü modeli gibi kavramsal yapılar olarak da karşımıza çıkabilirler (Kenyon vd., 2008).

Bilimsel modeller, bilim insanları tarafından doğal dünyanın yönlerini açıklamak üzerinde düşünölmüş teoriler olarak da görölür (Gardner, 1993). Ancak bu modeller ne tamamen teori ne de tamamen modellerdir. Bunlar, ortaya atılan teorilerin tamamlayıcısı olma, teorileri işlemenin karmaşık olduğu durumları açıklama veya ön teoriler oluşturma görevlerini edinebilirler (Frigg & Hartmann, 2006). Halloun'a (2006) göre, bilimsel bir model belirli bir teori bağlamındaki sistemi güvenilir bir şekilde temsil etmek ve kullanıcısı tarafından belirlenen işlevlere hizmet etmek için bir dizi fiziksel davranış göstermek üzere hazırlanan kavramsal bir sistemdir.

Ayrıca bilim insanları profesyonel öğrenenler olduklarından ortaya attıkları fikirleri başkalarına aktarmak için de modellerden faydalanırlar. Bilimsel topluluklar da bu modelleri test etmek veya yenilemek için üzerlerinde yeni çalışmalar yaparak bilim dünyasına yeni anlayışlar kazandırırılar (Gilbert & Ireton, 2003; Bryce vd., 2016). Özellikle bilimin bu hareketli yapısı göz önünde bulundurulduğunda, modellerin bilimsel araştırmaların yapısını daha iyi yakalayarak bilimsel bulguları daha güvenilir hale getirdiği düşünölmektedir. Her ne kadar sayısız amaca hizmet ediyor olsalar da bilimsel modellerin, bilimin sosyal yapısı hakkında kural gücü taşıyan yargılar yapma ve sorunlara çözüm olma yeteneği birincildir (Thicke, 2019).

Modellerin bilimdeki etkinliğinin artışı ile, bilim uygulamalarında üstlendikleri rollerin şekli de araştırma konusu olmuştur. Böylece felsefi literatürde modeller çok farklı formlarda karşımıza çıkmaktadır (Frigg & Hartmann, 2006; NRC, 1996).

## **2.5. Modellerin Sınıflandırılması**

İster günlük yaşamda ister bilimsel uygulamalarda olsun modeller doğaları gereği, nasıl oluşturuldukları, nasıl kullanıldıkları veya bilgiyi nasıl ilettiklerine göre farklı sınıflarda bulunabilirler (Bryce vd., 2016). Modellerin araştırmacılar tarafından sınıflandırılışı aşağıda başlıklar halinde yer almaktadır (Del Re, 2000; Gilbert & Ireton, 2003; Hestenes, 1996; Shen, 2006).

### **2.5.1. Somut modeller**

Somut modeller günlük yaşamda çok sık karşılaştığımız, kolayca yorumlayabildiğimiz, elle tutulur malzemelere dayanan modellerdir. Hallström & Schönborn

(2019)' e göre bu tarz modeller, dışsallaştırılmış görsel öğeler içerir. Fiziksel, malzeme veya görünüm modelleri olarak da literatürde farklı isimleri mevcuttur (Del Re, 2000; Seel, 2017). Somut modeller, referansın görünümünü benzerlik üzerinden temsil etme görevlerinin yanı sıra, referansın işlevini gösterme amacıyla da kullanılabilirler (Gilbert & Ireton, 2003). Ayrıca somut referansın somut modeli olabildiği gibi soyut bir referansın somut modeli de olabilir. İki ya da üç boyutlu formlarda oluşturulabilirler (Shen, 2006). Somut bir modelle çalışmak, referans sistemle çalışmaktan daha kolaydır. Çünkü genellikle boyutu referansa kıyasla daha küçük, malzeme temini açısından daha kolay, daha ucuz veya oluşturma süresi daha kısadır (Rutherford & Ahlgren, 1994). Somut modellerin, ölçeklendirilmiş, fonksiyonel, diyagram ve resim modelleri gibi çeşitleri bulunmaktadır.

### 2.5.1.1. Ölçeklendirilmiş modeller

Somut modeller; model araba, model demiryolu veya bir binanın modeli gibi ölçeklendirilmiş modelleri içerebilir. Ölçeklendirilmiş modellerde, referansın sahip olduğu her parça, modelde aynı oranda şekil değiştirir. Mühendislik, mimarlık, satış, heykeltçilik ve daha birçok alanda ölçeklendirilmiş modellere rastlamak mümkündür (Seel, 2017).

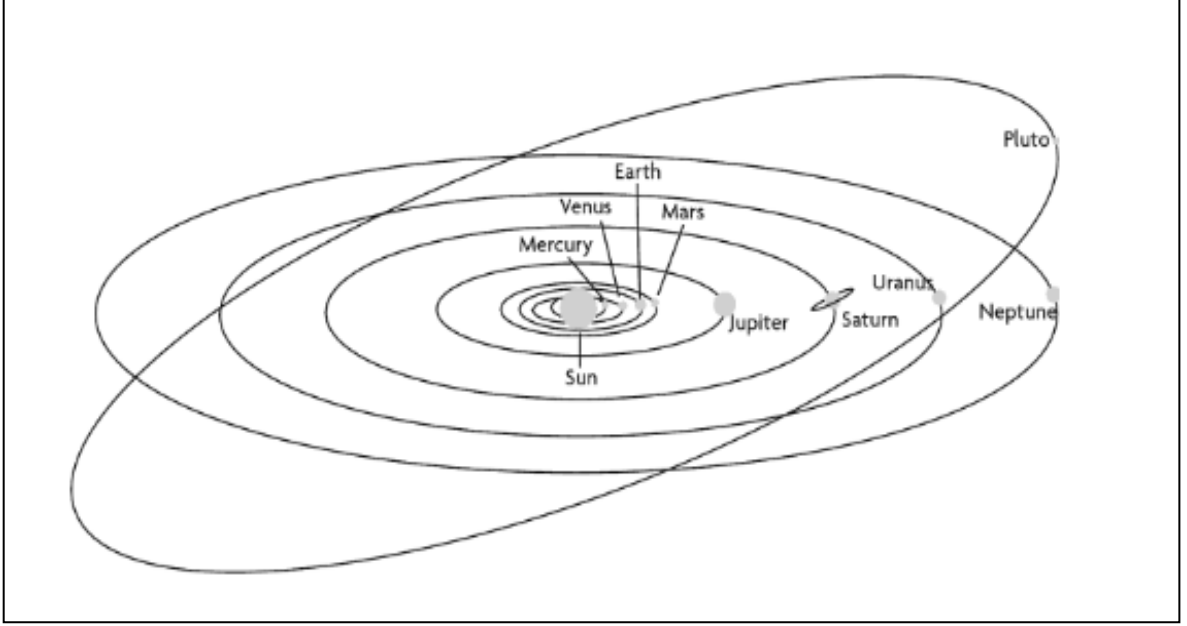
Black (1962, s. 220), ölçeklendirilmiş modellerin sahip olduğu bazı özellikleri şöyle özetlemektedir:

- (1) Ölçeklendirilmiş modeller referansına simetri değildir. A modeli, B referansının ölçeklendirilmiş modeli ise, B referansı, A modelinin ölçeklendirilmiş modeli değildir.
- (2) Ölçeklendirilmiş model belirlenen amaca hizmet etmek üzere araç görevini üstlenir.
- (3) Ölçeklendirilmiş modeller referansına benzemeli ve referansın kısmi oranlarını korumalıdır.

Ölçeklendirilmiş modeller, referansı gibi görünme ve referansın tanınmasını kolaylaştırma misyonlarından dolayı sınırlıdır ve genel olarak durgun modeller olarak görülürler (Gilbert & Ireton, 2003). Ölçek modelleri, *boyut olarak ölçeklendirme* dışında *zamansal* anlamda da ölçeklendirilebilir. Örneğin, bakteri, sinek, fare gibi sayıca fazla olan organizmalar üzerinde yapılan deneylerle, merak edilen olayların meydana gelme oranlarını artırarak uzun vadeli etkileri kısa bir zamana sıkıştırılmaya çalışabilir. Böylelikle kısa dönemli modeller yapılmış olur (Rutherford & Ahlgren, 1994).

### 2.5.1.2. Fonksiyonel somut modeller

Bir diğerk somut model türü de fonksiyonel somut modellerdir. Fonksiyonel somut modeller, referansı ölçeklendirmek için tasarlanmamıştır; sadece referansın bazı fonksiyonlarını gösterme amacı taşır.



Şekil 2.1. Fonksiyonel somut modele bir örnek (Gilbert & Ireton, 2003: 12).

Şekil 2.1.'de güneş sistemi ve gezegenlerin, ölçeklendirilmiş görünümünün aksine, amaca yönelik olarak oluşturulmuş, hareketlerini veya birbirlerine göre konumlarını görebileceğimiz fonksiyonel modeli yer almaktadır (Gilbert & Ireton, 2003).

### 2.5.1.3. Diyagram modelleri

Sıklıkla iki boyutta olan diyagram modelleri, temsili sistemler olarak kabul edilmektedir (Gilbert & Ireton, 2003; Shen, 2006). Haritalar, şekiller, akış şemaları, kavram haritaları bu sınıfa dâhildir. İki boyutta olmaları sayesinde kâğıt veya ekran gibi farklı ortamlarda yer alabilirler. Bu da diyagram modellerine, üç boyutlu ölçeklendirilmiş modellere kıyasla daha yüksek hareketlilik olanağı sağlar (Shen, 2006).



#### **2.5.1.4. Resimli modeller**

Resim, fotoğraf şeklinde formlara sahip somut ve iki boyutlu model sınıfı olmakla birlikte referansı tam olarak temsil etme amacından dolayı ölçeklendirilmiş modeller ile birbirlerine benzerler. Bu modellerin diyagram modellerden farkı ise, referansın görünümüne olan benzerliği korumasıdır. Böylece soyut ve sembollerle ifade edilmesi gereken sistemlerden ayrılırlar. Resimli modellerin sınırlılığı, her sistem için kullanılabilir olmayışlarıdır. Örneğin, Güneş sistemi gibi çok büyük veya atom gibi çok küçük sistemlerde rol alamazlar (Gilbert & Ireton, 2003).

#### **2.5.2. Zihinsel modeller**

Zihinsel modeller, kişilerin algı ve eylem gerektiren durumlar üzerindeki stratejilerini organize etme süreçleridir (Shen, 2006). Algı, çevrede olup biten her şey ile ilgili kişinin zihninde oluşan anlık modellerdir. Bireylerin dış dünyadan gelen uyarılara verdiği cevaplar birbirinden farklı olduğu için algıları da birbirinden farklıdır. Bunun sonucu olarak zihinsel modelleri de birbirinden farklı olacaktır (Gilbert & Ireton, 2003). Rook'e (2013) göre zihinsel modeller, geçmiş, mevcut veya ileri tarihli bir olgu ile ilgili kişisel olarak zihinde oluşturulmuş yapılardır. Palentiga (1987), zihinsel modellerin, kişisel olarak işlenen yapıların dilbilimsel hale getirilmesine de olanak tanıdığını belirtmektedir. Çünkü kullandığımız diller doğrudan dış dünyayı değil, zihinsel modellerimizi ve bileşenlerini temsil etmektedir (Hestenes, 2006).

Bireyin iç dünyasının çeşitli bileşenlerini içeren zihinsel modeller semboliktir. Başka bir deyişle zihinsel modeller, kelimeler, harfler, resimler gibi sembolik ifadeleri barındırır. Örneğin, bir yanardağdan bahsedildiğinde zihinlerde bir dizi resim veya doğrudan deneyimlenmiş görüntüler oluşacaktır (Gilbert & Ireton, 2003). Bu yönüyle zihinsel modeller, akıl yürütme esnasında sembolik işaretlerin bir nevi yorumlayıcısı görevindedir (Nöth, 2018). Kelimeler de zihinsel modelleri ortaya çıkarmaya, detaylandırmaya veya değiştirmeye yardımcı olurlar (Hestenes, 2006).

Zihinsel modeller, zihinde doğal olarak ortaya çıkan ve değişime açık olan modellerdir. Referans sistem ile etkileşim sonucu bireyler, sisteme yönelik zihinsel modellerini formüle ederler. Zihinsel modeller her zaman teknik olarak doğru olmak zorunda değildir. Ancak zihinsel model olabilmeleri için işlevsel olmaları gerekmektedir (Norman,

1983). Norman' ın gözlemlerine göre kişilerin sahip olduğu zihinsel modeller eksik, sınırlı, dengesiz ve bilim dışı olabilirler. Bu özellikler Tablo 2.2' de yer almaktadır.

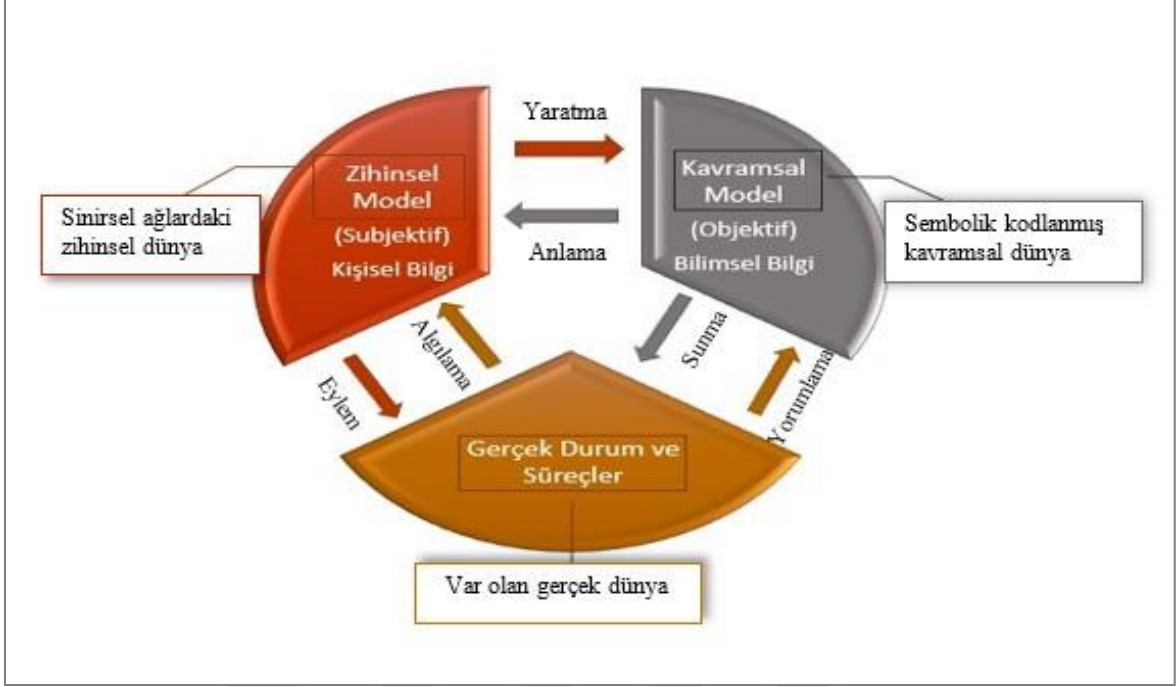
**Tablo 2.2.** Zihinsel modellerin sahip olduğu bazı özellikler (Norman, 1983).

Özellik	Açıklama
Eksik	Zihinde oluşturulan şeyler bir bütün olmayabilir.
Sınırlı	Kişiler sahip oldukları her zihinsel modeli eyleme geçiremeyebilir.
Dengesiz	Bir süre kullanılmayan zihinsel model unutulabilir.
Bilim dışı	Kişiler batıl inanç temelli zihinsel modellerini korumaya meyillidirler.

Tablo 2.2. 'de de ifade edildiği gibi kişi, referans sistemle etkileşime devam ettiği sürece oluşturduğu zihinsel model de değişmeye devam eder. Tıpkı bir mimar veya biyoloğun oluşturduğu fiziksel modeller gibi zihinsel modeller de referans sistemin kısmi bir parçasını temsil eder (Johnson-Laird, 2004). Çünkü kişinin geçmiş deneyimleri veya biyolojik olarak bilgiyi işleme sisteminin işlevselliği tarafından zihinsel modelleri kısıtlanır (Norman, 1983).

### 2.5.2.1. Kavramsal modeller

Kavramsal bir model, genellikle bilim insanları, öğretmenler, tasarımcılar veya mühendisler tarafından ortaya atılan ve doğru ve tutarlı bir şekilde hedef sistemi temsil etmesi beklenen modellerdir (Norman, 1983). Kavramlar, düşünceler sonucu ortaya çıkar. Bundan dolayı kavramsal modeller biçimlenmiş zihinsel modeller olarak da görülebilir. Ancak her zihinsel modelin biçimlenmiş resmi bir kavramsal karşılığı yoktur (Gilbert & Ireton, 2003). Bir bilim insanı, zihinsel bir modeli kavramsallaştırdığında ifade edilen modeller gibi bir modelin modelini sunmuş olur (Gilbert & Ireton, 2003; Norman, 1983). Zihinsel ve kavramsal model arasındaki bu ilişki Şekil 2.2.'de gösterilmektedir.



**Şekil 2.2.** Zihinsel model, gerçek durum ve kavramsal model arasındaki ilişki (Hestenes, 2006)

Şekil 2.2.' de gösterildiği gibi zihinsel modeller iç dünyada oluşturulan, bireyin sinirsel ağlarındaki subjektif yapılardır. Gerçek dünyada deneyimlenen eylemler sonucu birey bu yapıları algılar. Bir bireyin zihinsel modeli ile diğer bireylerde buna karşılık gelen modeller, semboller yolu ile kodlanarak zihinsel model kavramsallaştırılabilir (Hestenes, 2006).

Kavramsal bir model, referansı ile bireylerin zihinsel modellerini yönetmelidir. Kavramın kullanıcısı olan bireylerin zihinsel modeli ile oluşturulan kavramsal modelin tutarlı olması beklenir. Bunun için de kavramsal bir modelin sahip olması beklenen üç kriter vardır. Bunlar, kavramsal modelin (i) kullanıcı tarafından öğrenilebilir olması, (ii) işlevsel olması ve (iii) kullanılabilir olmasıdır (Greca & Moreira, 2001). Kullanıcısı tarafından öğrenilmesi zor bir kavramı karşılamadığında, referansın önemli yönlerine temsil, açıklama veya tahmin getiremediğinde ve kullanıcının bilgiyi işleme özellikleri dikkate alınmadan oluşturulduğunda, kavramsal bir modelin tutarlı olması beklenmez (Norman, 1983).

### **2.5.2.2. Sözel-teorik modeller**

Kelimelerin cümleye dönüştüğü tüm yapılandırılmış yazılar sözel modeller olarak adlandırılırken, önceden var olan görüş ve gözlemlerden gelişen modeller teorik modeller olarak adlandırılabilir ve bu modeller zihinsel modellerimizi dış dünyada temsil ederler (Gilbert & Ireton, 2003). Ancak teorik bir model aynı zamanda temsili bir model olarak kullanılabilirken, temsili modellerin tümüne teorik modeller denilememektedir (Contessa, 2011).

### **2.5.2.3. Dini ve ilahi modeller**

Sayısı ve çeşitliliğinin çokluğu nedeniyle hakkında genelleme yapmanın zor olduğu dini modellere manevi veya teolojik modeller de denir. Analojiye, kutsal metinlere, vahiylerle dayanan bu modeller, bir ya da birden çok yaratıcının kontrolüne dayanan inancı temsil etmektedirler (Gilbert & Ireton, 2003).

### **2.5.2.4. Edebi modeller**

Edebi bir model, roman, öykü, destan, hikâye, şiir gibi yapıları içeren, yazarları tarafından hayat bulan kurgu ya da kurgu dışı metinlerdir. Yazarın kendi zihinsel modelini kullanarak oluşturduğu kurgusal metinlerdeki bu dünyada, okuyucu da metni okurken kendi zihinsel modelini oluşturmaktadır. Edebi modeller kültürler ve inanç sistemlerine göre farklılık gösterebilir. Örneğin, bir romanın iki farklı birey tarafından okunduktan sonraki zihinsel yorumu da farklı olacaktır (Gilbert & Ireton, 2003).

### **2.5.2.5. Siyasi modeller**

Bir topluluk içerisindeki kontrol ve güç ile yakından ilgilidir. Bu modeller, demokrasi, liberalizm, faşizm gibi fikir etiketlerini temsilen ilkeler ve kanunları içeren, tecrübe ve kanunla gelişen siyasi modeller; idealler, ihtiyaçlar, dini inançlar gibi faktörlerle de değişebilen, vadettikleri ideal referans sisteme yaklaştıkları ölçüde doğru kabul edilen modellerdir (Gilbert & Ireton, 2003).

### 2.5.3. Matematiksel modeller

Geçmişten günümüze karmaşık hesaplamaları dış dünyaya aktararak bilişsel yükü azaltmak için matematiksel temsil sıklıkla kullanılmaktadır. Çin sayı sayma çubukları, Roma abaküsü, 13-17. yüzyıl Avrupa hesap jetonları, hesap makineleri veya günümüz bilgisayarlarının her biri bu amaca hizmet etmektedir (Heefer, 2017). Bilimde yaygın olarak kullanılan ve çokça faydaları olan matematiksel modeller ise soyut fikirlerin denklemler şeklinde ifade edildiği model sınıfıdır (Gardner, 1993). Denklemler bilimde etkin kullanımlarına rağmen daha çok matematik alanında ikamet eden soyut matematiksel ilişkilerdir. Örneğin, kütlesi olan bir cisme hareket kazandıran etki olarak tanımlanan kuvvetin basit formülü,  $F = m.a$  'dır.  $F = m.a$  denkleminde F, kuvveti; m, kütleyi; a, cismin sahip olduğu ivmeyi temsil eder. Kuvvet, gözle görebildiğimiz bir şeye benzemediği halde matematik yolu ile var olur. Böylece insanların oluşturduğu gerçekliğe hizmet eder (Gilbert & Ireton, 2003). Başlangıç olarak, referansın genel bir tanımını yapabilmek için matematiksel modeller birkaç cebirsel denklem ve birkaç parametre veya değişken ile oluşturulur. Örneğin, bir otomobil için matematiksel bir model ile ifade edilen motor gücü en basit haliyle, otomobilin kütlesi ve yoldaki tekerleklerin sürtünme katsayısı temelinde oluşturulabilir. Aynı şekilde, arabanın şekli, havanın sürüklenme kuvveti, sıcaklığı, rüzgâr hızı gibi değişkenler de ilave edilerek daha karmaşık matematiksel modeller oluşturulabilir (Srinivasan, 2001).

Matematiksel bir model, sembollerle gösterimin en iyi örneği olarak kabul edilir (Seel, 2017) ve dünyadaki gerçek bir probleme yanıt ararken kullanılır (Gilbert & Ireton, 2003). Matematiksel modellemenin ana fikri, var olan problem için referans sistem gibi davranan matematiksel bir ilişki bulmaktır (Rutherford & Ahlgren, 1994).

### 2.5.4. Bilgisayar tabanlı modeller

Bir problemde sonuçları elde etmek veya denklemleri analitik olarak çözmek mümkün olabilir. Ancak bu her problem için geçerli olmayabilir. Bu noktada bilgisayarın keşfi oldukça büyük bir etki yaratmıştır. Çünkü bilgisayarlar daha karmaşık yapıdaki denklemleri çözmemize olanak tanımaktadır (Frigg & Hartmann, 2006). Matematik alt yapılı olan bilgisayar modelleri, referansın görüntüsünü oluşturmak, karmaşık sistemler arasındaki ilişkiyi bulmak ve birden fazla veriyi test etmek üzere kullanılmaktadır. Örneğin, hava

tahminlerinde veya deprem dinamiklerinde bilgisayar tabanlı modelleri kullanmak bilim insanları için kaçınılmazdır (Gilbert & Ireton, 2003).

#### **2.5.4.1. Simülasyonlar**

Gerçek dünyadaki problemlere çözüm olması amacıyla bilgisayarların kullanılmaya başlanması ile bilgisayar simülasyonları endüstriyel uygulamalarda, temel araştırmalarda ve bilgisayar destekli eğitim ve görselleştirme alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır (Svetozar & Nemanjic, 2013). Referansın temel özelliklerinin, işlevlerinin veya davranışlarının tamamını içeren veya referans sistemin çok yakın bir taklidi olan simülasyonlar (Kenaan, 2020), fiziksel bir modele kıyasla daha güvenli ve ekonomik şekilde anlamlı sonuçlar ortaya çıkarma amacı ile oluşturulan bilgisayar tabanlı deneylerdir (Srinivasan, 2001). Ayrıca simülasyonlar, referans sistemi temsil etmesi amacıyla oluşturulan matematiksel denklemlerin, problemi tamamen veya yaklaşık olarak çözmesi için bilgisayarın kullanıldığı model türleridir (Winsberg, 2019). Bir dizi deneysel koşul altında temsil, tahmin ve açıklama işlevi görebildikleri gibi, yapılandırıldıkları duruma göre de referans sisteme hizmet edebilirler. Fiziksel modeller daha çok teorik bir alt yapıya dayanırken, simülasyon modeller teori güdümlü olmayabilirler. Buradan yola çıkarak, simülasyon modellerin, diğer fiziksel modellere kıyasla daha dinamik bir yapıda olduğu söylenebilir (Nersessian & MacLeod, 2017).

#### **2.6. Model Oluşturma (Modelleme)**

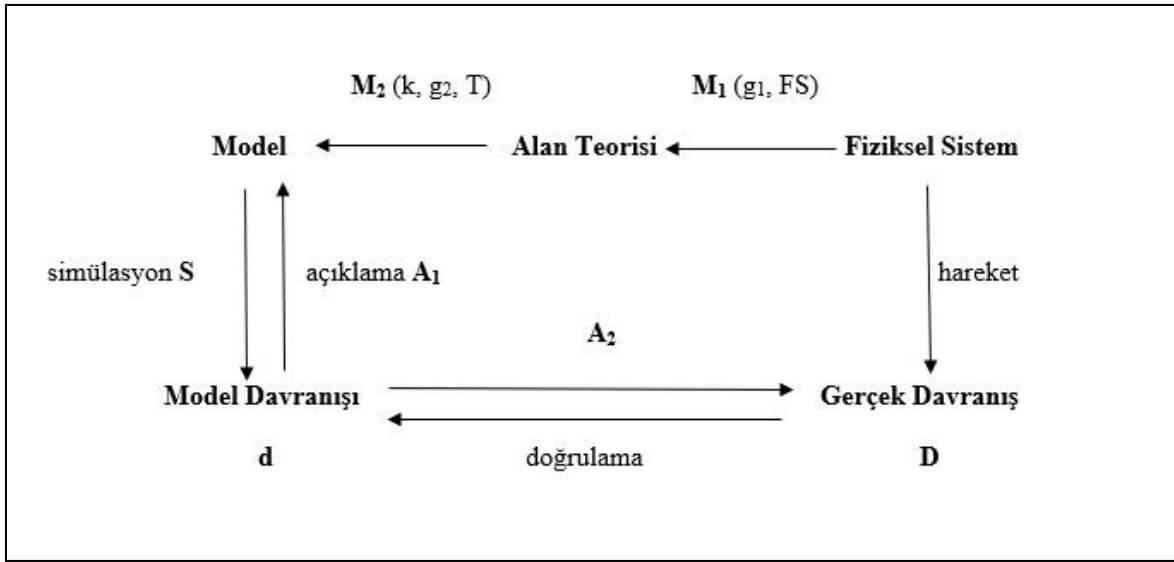
İnsanlar, gerçeği zihinsel modeller şeklinde kendi zihinlerinde oluşturduktan sonra bunları başkalarına aktarmak amacı ile ifadeler oluşturmaktadırlar (Gilbert & Ireton, 2003). Modelleme, anlamak istediğimiz bir durum için bir model yapma, analiz etme ve değerlendirme süreçlerini içerir. Bu durum, laboratuvar deneyleri olabileceği gibi ders kitaplarında yer alan bir sorun da olabilir (Hestenes, 1996). Modelleme, zihinsel veya zihin dışı ilgilenilen referansı simüle etmek amacı ile model oluşturmaktır (Oh & Oh, 2011). Modeller, *fenomen* (duyularla algılanabilen şeyler) ve *noumena* (duyuların ötesindeki gerçek öz) arasındaki ayrıma bağlıdır. Referans sisteme atıfta bulunulmadan yürütülen zihinsel oyunlar model değildir; tersine, modellerin uygulanabileceği, duyularla tamamen algılanan bir referans sistemi de yoktur, çünkü hiç kimsenin gerçekliğe doğrudan erişimi yoktur. Yine

de model ve referans sistemi arasındaki bu kasıtlı ayrımın, modellemenin temeli olduğu düşünülmektedir (Lehrer vd., 1994).

Bilim insanlarının profesyonel öğrenenler oldukları gibi aynı zamanda da toplum için tutarlı ve deneysel tecrübeye dayalı öngörücü model oluşturucular oldukları da kabul edilmektedir (Gilbert & Ireton, 2003). Bilimsel görüşler de model oluşturma yani modellemeler ile ortaya çıkar (Hestenes, 1996). Ancak Abrantes (1999)' e göre bir modelin gelişiminde referans sistemi işaret eden bir rolü olması için modele ait özelliklerin ortak bir sözdizimsel yapı ya da görüşten fazlasını paylaşması gerekmektedir. Modelleme, referans sistemin sahip olduğu özelliklerin model üzerinde nasıl ve ne şekilde yer alacağına belirlendiği, çoklu aşamaları olan kompleks bir süreçtir. Bu nedenle modeller, belirli bir modelleme (model oluşturma) yeterliliği ve süreci sonucunda oluşturulurlar (Güneş, Gülçiçek & Bağcı, 2004; Justi & Gilbert, 2002a).

### 2.6.1. Model oluşturma süreci (Modelleme) davranışları

Lee (1999)' a göre modellemenin içerdiği davranışlar bütünü Şekil 2.3' teki gibidir.



Şekil 2.3. Modelleme davranış diyagramı (Lee, 1999, s. 131).

Şekil 2.3' te yer alan diyagrama göre,  $M_1$  ve  $M_2$  fonksiyonları fiziksel referans sisteminden (FS) oluşturulacak bir modele ait tüm işlemleri temsil etmektedir.  $M_1(g_1, FS)$  → Alan teorisi süreci, ilgili bilgiyi tanımlarken ilgili konu hakkında alan teorisi oluşturma,

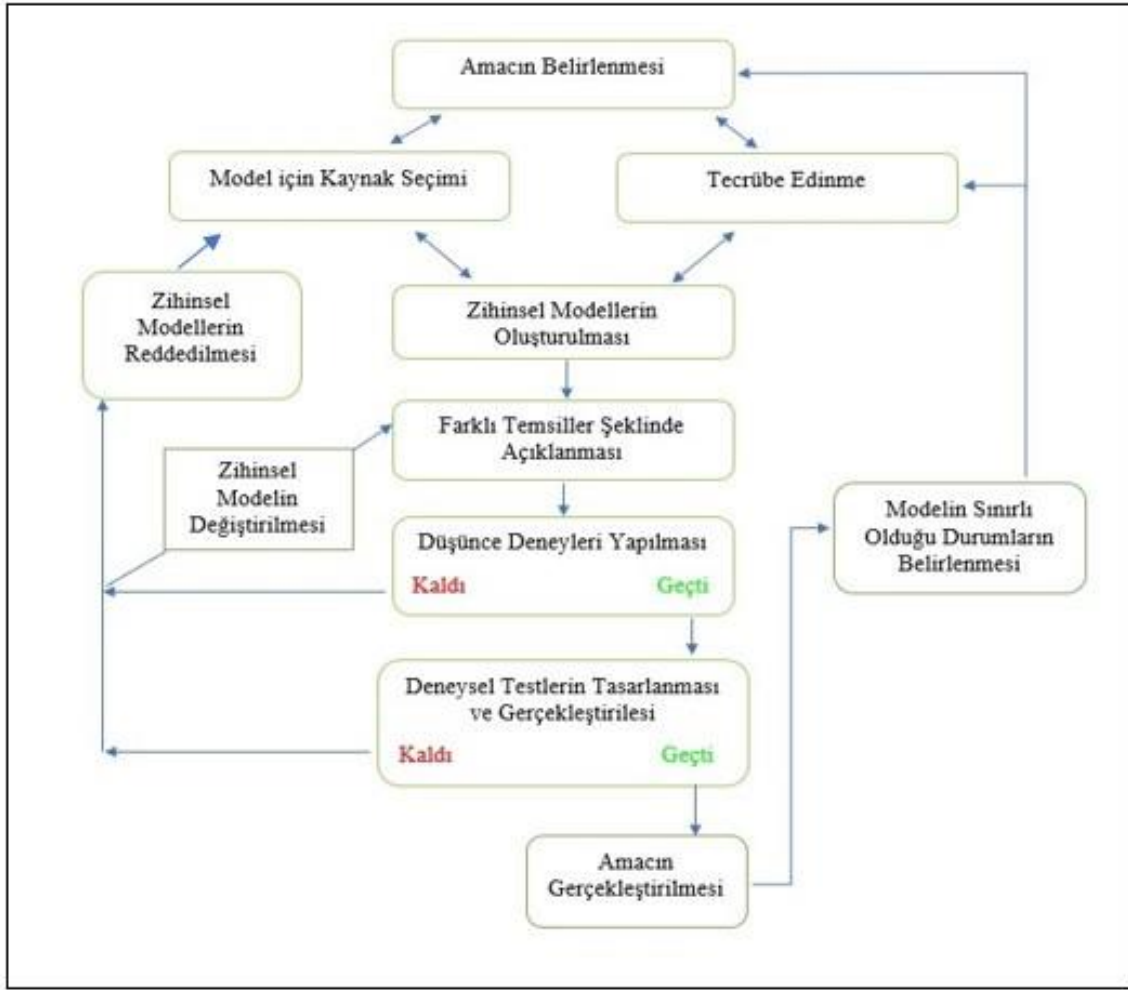
$M_2(k, g_2, T) \rightarrow \text{Model}$  süreci ile ilgilidir. Modelleme süreci davranış parametrelerini tanımlayacak olursak,  $g_1$ , genelliği;  $T$ , teoriyi;  $g_2$ , gerçekçiliği;  $k$ , kesinliği ifade eder.  $A_1$  parametresi öngörülen veya referans sistemi haklı çıkarmak için model ve model davranışı arasındaki açıklayıcı iddiaları içerir.  $S$ , bir simülasyon yolu ile model davranışının uygulanabiliyor olmasıdır.  $A_2$  tahmin edilen davranışın gerçek davranış  $D$  ile olan bağlantısıdır. Doğrulama, model davranışın  $d$ , olası davranışa uygunluğunu test etme amacıyla kullanılan parametredir.

### 2.6.2. Model oluşturma süreci (Modelleme) basamakları

Modellemenin ne olduğunu ve nasıl yapılacağını bilmek, bir model inşa etmekten daha önemlidir. Modelleme ile vurgulanan, bilimsel modelleri oluşturmak, kullanmak, değerlendirmek, gözden geçirmek ve bu modelleri neyin beslediğini bilmektir (Kenyon, Schwarz & Hug, 2008).

Gilbert & Ireton (2003), model oluşturabilmek için gerekli dört parametre olduğunu ve bunların önemini vurgulamaktadır. Bu dört parametre, *şeffaflık*, *kalibre edilmişlik*, *modellerin gerçek olmadığının kabulü* ve *akran değerlendirmesidir*. İlk parametre olan *şeffaflık* ile, model oluşturanın model için varsayımlarının modeli kullanacaklar tarafından da aynı biçimde anlaşılır olması ifade edilmektedir. İkinci parametre olan *kalibre edilmişlik*, modellenen gerçekliğin referans sisteme karşılık gelmesidir. Böylelikle model kullanıcısı, modeli kullanabileceği tüm koşulları ve modelin sınırlılıklarını bilir. Üçüncü parametre, *modellerin gerçek olmadığının kabulü*, referans sistemin ulaşılabilir olduğu koşullarda modele ihtiyaç duymamayı, modelin referansı her yönü ile karşılayamayacağını, modellerin faydalı olabilmeleri için referanstan açıkça ayrılmaları gerektiğini belirtir. Son parametre olan *akran değerlendirmesi* ile kastedilen ise modellerin model kullanıcıları tarafından gözden geçirilmesi gerektiği ve model oluşturma süreci özünde bir takım çalışması ve sürecin olduğudur. Justi ve Gilbert (2002a) ise, model oluşturma süreci için gerekli olan işlem basamaklarını *Modellemenin modeli* olarak tanımlamaktadır. Modelleme modeli Şekil 2.4.'te yer almaktadır.





Şekil 2.4. Modellemenin modeli (Justi & Gilbert, 2002a).

Şekil 2.4.' te yer alan diyagrama göre modelleme basamakları, modeli oluşturulacak duruma ait amacın belirlenmesinden, nihai hedef olan amacın gerçekleştirilmesine kadarki işlemler bütünüdür. Justi ve Gilbert (2002a), bu durumu *kaynak-hedef* ilişkisi şeklinde tanımlayarak, *hedefin*, *kaynaktan* hareketle elde edilmek istenen bilgiler bütünü olduğunu, *kaynak* temel alınarak hedef ile ilgili durumların doğruluğunun düşünsel ve deneysel olarak test edilmeye açık olduğunu ve *kaynak* hakkında tahminler üretebileceğini belirtmektedir. Ek olarak, süreç sonunda elde edilen model, hedefini amaçlanan doğrultuda açıklayabiliyorsa ortaya konan modelin kabul edilebileceği, modelin kaynağı açıklamada yetersiz kaldığı durumlarda ise tekrar değerlendirilebileceği ya da yeni bir model oluşturulmak üzere modelin terk edilebileceği de yer almaktadır.

## 2.7. Fen Eğitiminde Model, Modelleme ve Model Temelli Öğrenme

National Science Education Standarts'a (1996) göre fen, deneysel ölçütler ve mantıksal şüphecilik ile ifade edilen bir bilme yoludur. Bilim insanları, evrensel anlamlar aramak yerine, algılanabilir olan dünyaya ait bilgiler ve bu dünyada gerçekleşen olayların neden bu şekilde gerçekleştiğine dair açıklamalar ararlar (Gilbert & Ireton, 2003; Rothman, 1992). Halloun' a (2006) göre fen, öncelikle, referans sistemleri mümkün olduğunca nesnel olarak anlamamıza ve bu sistemler ile mümkün olduğunca etkileşime girmemize yardımcı olan konular ve süreçlerin gelişimi ile ilgilenirken, fen eğitimi, öğrenenlerin bilime dayalı kararlar alma, sorgulama ile bilme ve öğrenme yollarını geliştirmelerine yardımcı olmakla ilgilenir.

Bu noktada modeller ve modelleme de temel öğretim ve öğrenmenin sağlanmasına, bilginin anlaşılmasına ve algılanabilir dünyayı, geniş çerçevede öngörülebilir şekilde tanımlamaya olanak sağlar (Gilbert & Ireton, 2003; Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2004). Çünkü öğrenme, temelinde zihinsel bir kavramsal model oluşturma sürecidir (Gilbert & Ireton, 2003). Modeller sahip oldukları boyutlarla, öğrenenler için referans sistemleri anlama, açıklama, yorumlama ve tahmin etmede önemli rol oynadıkları gibi (Oh & Oh, 2011), bilimi öğrenme sürecinde genellikle soyut kavramların görselleştirmesine olanak tanıyarak kullanıcıya da kolaylık sağlamaktadır (Chittleborough & Treagust, 2009). Bu nedenle, çok eski tarihlerden bu yana bilim insanları, fiziksel ve sosyal referans sistemleri birbirlerine ve diğer insanlara açıklamak, test etmek, tahminde bulunmak, sonuçları yenilemek ve gelecek araştırmalara rehberlik etmek amacıyla modelleri kullanmışlardır (Passmore & Stewart, 2001; Seel, 2017). Modeller ve modelleme, hem bilimsel sürecin önemli bir parçası hem de bu sürecin öğretiminde fen derslerinde rutin olarak yer alan bir araçtır (Coll vd., 2005; Chittleborough & Treagust, 2009; Grosslight, Unger, Jay & Smith, 1991; Justi & Gilbert, 2002b; Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2002; Willard, Roseman & Marriott, 2010).

Giere'nin (1999, s. 56) "Bilimsel akıl yürütme, büyük ölçüde model temelli akıl yürütmedir." sözü bir bakıma öğrenmenin tekrar eden model oluşturma döngülerini içerdiğini, bilimi geliştirme sürecindeki bilişsel çalışmalarla da paralellik göstermekte olduğunu açıklamaktadır (Clement, 2000). Modellerin temsil, açıklama ve tahmin

boyutlarının, bilimsel modellerin ve model temelli görüşlerin fen eğitiminde sıklıkla uygulanması gerektiği araştırmacılar tarafından önerilmektedir ve bunun nedeni olarak da öğrencilerin kendilerine ait zihinsel modellerini dış temsil olan modeller ile ifade ettikleri takdirde, eleştirilme, sınıf içi etkileşim ve paylaşım gibi bilginin öğrenilmesine aracılık eden ortak aşamaları da tecrübe etmiş olacakları gösterilmektedir (Oh & Oh, 2011). Öğrencileri modellerle etkileşime sokacak biçimde tasarlanan fen dersleri ile, konunun kritik yönlerini değiştirme ve gerekli durumlarda yönlendirme yaparak duyuşsal geri dönütler sağlanabilmektedir. Örneğin, sınıf ortamında Güneş sistemi için farklı boyutlardaki top ve balonları kullanarak yapılan bir model, öğrencilere etkileşimli bir öğrenme ortamı sağlarken, bu durum uzay ve evren gibi soyut konular için çok geçerli olmasa da yine de konunun anlaşılabilmesinin yolunu açabilmektedir. Modeller ve modelleme ile gösterilebilen birçok konu, öğretmen rehberliği ve öğrenci yönlendirmeleri sayesinde somut olarak öğrenilebilmektedir (Türk, 2015).

## **2.8. Fen Öğretim Programında Model ve Modellemenin Yeri**

Modeller, ilk olarak yapılandırmacı yaklaşım etrafında şekillendirilmiş 2005 yılı Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı'nda karşımıza çıkmaktadır. Programda her ne kadar model kazanımı yer almasa da öğretmenlerden gerek video ve simülasyon gibi bilgisayar tabanlı modellerin ders içi kullanımı gerekse ölçme değerlendirme boyutunda modellerden yararlanmaları beklenmektedir. Alternatif ölçme ve değerlendirme tekniklerinden kavram haritaları, tanılayıcı dallanmış ağaç, drama, rol yapma gibi farklı model türlerinin kullanılması gerekliliği örtük biçimde bu programda yer almaktadır (MEB, 2005). 2013 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ise, her öğretim basamağında model kazanımları yer almakta; modellerin genel olarak somut modeller olarak sınıflandırılan harita, diyagram ve ölçekli modellerin oluşturulmasına yönelik olduğu göze çarpmaktadır (MEB, 2013). 2018 yılına gelindiğinde ise, güncel Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda açıklama yapma, argüman oluşturma gibi araştırmaya ve sorgulamaya dayalı bir öğretimin esas alındığı göze çarpmaktadır (Ayvacı & Bülbül, 2021). Fen okuryazarlığı kavramına dikkat çeken program, fen okuryazarı olarak nitelendirilecek bireylerin araştıran, sorgulayan, yaratıcı düşünen bireyler gibi yetkinliklere sahip olması gerekliliğini vurgulamaktadır. Fen eğitimi bu yetkinlikleri *fen eğitimi alanına özgü beceriler* olarak adlandırmakta ve bilimsel süreç

becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik ve tasarım becerileri olarak üç gruba ayrılan bu beceriler, tıpkı bir bilim insanı gibi gözlem yapma, sınıflama, hipotez kurma, analitik düşünme, karar verme ve edinilen bilgileri kullanarak bir model oluşturma gibi eylemleri kapsamaktadır (MEB, 2018).

## **2.9. İlgili Çalışmalar**

Bu bölümde, bu çalışmanın kapsamı ile sınırlı tutulan fen eğitiminde model veya modellemeye ilişkin bilgi ve anlayışların incelendiği çalışmalar, çeşitli konulara ilişkin zihinsel modellerin incelendiği çalışmalar yer almaktadır. Model veya modellemeye ilişkin bilgi ve anlayışların incelendiği çalışmalar, örneklemini öğretmen ve öğretmen adaylarının oluşturması bakımından incelenmiştir.

### **2.9.1. Öğretmen veya öğretmen adayları ile yapılan çalışmalar**

Örneklemini öğretmen adayları veya öğretmenlerin oluşturduğu çalışmaların büyük bir çoğunluğu, modeller ve modelleme hakkındaki bilgi ve anlayışları incelemeye odaklanmıştır.

Buradan hareketle, Van Driel & Verloop (1999), yaptıkları çalışma ile 15 fen bilimleri öğretmenin bilimde model ve modellemeye yönelik bilgilerini hem teorik hem de pratik bakış açısı ile incelemeyi amaçlamışlardır. Bunun için model ve modellemeye ile ilgili 7 açık uçlu madde içeren bir anket ve Likert tipi ölçekte 32 maddeden oluşan bir başka anket kullanılarak veriler toplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, deneyimli fen bilimleri öğretmenlerinin, her ne kadar modelleri referans sistemin basitleştirilmiş bir temsili olarak tanımladıkları belirgin olsa da bilimde model ve modellemeye ilişkin birbirlerinden farklı anlayışlara sahip oldukları görülmüştür.

Aynı araştırmacılar diğer bir çalışmalarında, deneyimli öğretmenlerin, modelleri öğretim etkinlikleri içerisinde nasıl kullandığına odaklanmıştır. Van Driel & Verloop (2002) çalışmalarını 74 deneyimli fizik, kimya ve biyoloji öğretmenleri ile gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar, deneyimli öğretmenlerin model ve modellemeye yönelik pratikte kullandıkları bilgilerinin çeşitliliğini öğrenmek amacıyla bir dizi yarı-yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmiştir. Daha sonra tasarladıkları 30 maddeden oluşan Likert tipi ölçekte, fen biliminde model ve modelleme öğretimini konu alan bir anket kullanılarak bilgi

toplamlışlardır. Görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre, bir alt grubun çoğunluğunun, öğretmenlere yönelik öğretim etkinliklerini uygulayarak modellerin içeriğine yöneldiği göze çarpmaktayken, diğer alt grupta modellerin doğasına, tasarımına ve geliştirilmesine önem verildiği belirtilmiştir. Anketteki sonuçlara göre de model ve modelleme içeren öğretim etkinliklerinin kullanım sıklığının, öğretmenlerin deneyimi ile ilgili olmadığı, model ve modellemeye dayanan öğretim faaliyetleri söz konusu olduğu zaman, öğrenci merkezli bir stratejinin benimsenmediği görülmüştür.

Fen eğitiminde modellerin rolüne odaklanan Justi & Gilbert (2002a), çalışmalarında 6-14 ve 15-17 yaş gruplarına eğitim veren 39 Brezilyalı fen bilimleri öğretmeninin model ve modellemeye ilişkin bilgi ve tutumlarını incelemiştir. Veriler yarı-yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin %90'ının modellerin, kompleks referans sistemi daha somut hale getirebildiği, görselleştirebildiği ve referans sistemin doğasının mikroskobik düzeyde de hayal edebilmesini kolaylaştırdığını; kavramsal değişimin desteklenmesine yardımcı olduklarını ve bilimin doğasını öğretimde etkili olduklarını belirtmişlerdir. Ancak modellerin sınıflandırılması konusunda, sınıfta var olabilecek ve kullanabilecekleri modellerden emin olmadıkları görülmüştür.

Ders içi model kullanımlarını belirledikleri 3 kategoriye göre incelemek amacıyla Werner, Förtsch, Kotzebue, Neuhaus & Boone (2019) tarafından yürütölen çalışmada ise, 9 Alman biyoloji öğretmeninin ders anlatımları video kaydına alınarak, modellerin özelliklerine, ders içi kullanım şekillerine ve bilimsel akıl yürütmeyi teşvik ediciliğine göre incelenmiştir. Belirlenen 3 kategoriye göre öğretmen adaylarının ders anlatımlarının videoları içerik analizi yapıldıktan sonra, 68 ders içerisinde 112 farklı modelin kullanıldığı belirlenmiştir. Derinlemesine analiz ile elde edilen sonuçlara göre, biyoloji öğretmenlerinin ders içinde modelleri sadece çeşitli yönler arasındaki ilişkilerin ayrıntılı bir tanımını vermek amaçlı kullanılan yapısal ve fonksiyonel modeller olarak adlandırılan model türü ile yürüttüğu ve bu modelleri derslerinde örnek verme amaçlı kullandığını tespit edilmiştir. Bilimsel akıl yürütmeyi teşvik edici modellerin kullanım sıklığının çok nadir olduğu da sonuçlar arasında yer almıştır.

Örneklemini öğretmen adaylarının oluşturduğu çalışmalar incelendiğinde ise, Berber ve Güzel'in (2009) model ve modellemenin doğası konusunda öğretmen adaylarının yeterliliğini ölçmek amacıyla 435 öğretmen adayı ile gerçekteştirdikleri çalışmada VOMMS

(My Views of Models and Modelling in Science) ölçeği kullanılmış ve öğretmen adaylarına ölçeğin son bölümünde verilen model örnekleri verilerek bunlardan hangi ya da hangilerini model olarak nitelendirilebileceği sorulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, öğretmen adayları bilimsel olguları açıklamak için çok sayıda model oluşturulabileceğini, bilimsel modellerin bilim insanları tarafından teoriyi destekleyen gerçeklere göre kabul gördüğünü ve bir modelin kabulünün sonuçları açıklamadaki başarısına ve toplumdan aldığı desteğe bağlı olduğunu düşündükleri görülmüştür. Çalışma sonuçları genel olarak öğretmen adaylarının modellerin fen eğitimindeki öneminin farkında olduklarını göstermiştir.

elik (2015)'in çalışması da Berber & Güzel (2009)' in çalışmasının sonuçları ile paralellik göstermektedir. Çalışma 91, birinci sınıf fen bilimleri öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiş ve veri toplama aracı olarak; orijinali Treagust vd. (2002) tarafından öğrencilerin bilimsel modeller ile ilgili anlayışlarını tespit etmek için geliştirilmiş olan "Students' Understanding of Models in Science" (SUMS) ölçeği kullanılmıştır. 27 adet beşli Likert tipi maddeden oluşan ölçeğin analizi sonucu, modellerin doğası ile ilgili anlayışlar; çoklu temsiller, gerçeğin kopyaları olarak bilimsel modeller, açıklama araçları, bilimsel modeller nasıl kullanılır ve modellerin değiştirilmesi olmak üzere beş kategori altında toplanmıştır. Fen bilimleri öğretmen adaylarının çoğunluğunun literatürdeki sonuçların aksine, bilimsel modelleri gerçeğin birebir kopyası olarak görmedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Aktan'ın (2013) alışmasında, fen bilimleri öğretmen adaylarının modeller ve modelleme hakkındaki görüş ve bilgilerinin incelenmesi amaçlanmış; bu doğrultuda, çalışmaya katılan 7 öğretmen adayı ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılarak ve açık uçlu soruların yer aldığı anket kullanılarak veriler toplanmıştır. Elde edilen bulguların sonuçları, Berber ve Güzel (2009) ve elik' in (2015) alışma sonuçlarının aksine, öğretmen adaylarının modeller hakkındaki görüşlerinde farklılıklar ve sınırlılıklar olduğunu ortaya koymuş ve öğretmen adaylarının bilimsel modellerin kendine has özelliklerini belirlemede sıkıntı yaşadıklarını göstermiştir. Ek olarak bulgular, öğretmen adaylarının modellerin dış görünüşüne, içeriğine ve kullanılabilirliğine dikkat ettiklerini göstermiştir.

Bu çalışmaya benzer bir diğer çalışma da Yenilmez-Türkoğlu ve Öztekin (2016) tarafından bilimsel modellere ilişkin anlayışları incelemek amacıyla, 14 fen bilimleri öğretmen adayı ile gerçekleştirmiştir. Çalışmanın verileri, ilk olarak Treagust,

Chittleborough ve Mamalia (2004) tarafından geliştirilen ve Yenilmez-Türkoğlu (2013) tarafından Türkçe 'ye uyarlanan 'My View of Model and Modeling in Science (VOMMS)' ölçme aracı ve yarı-yapılandırılmış görüşmelerle toplanmıştır. Ölçme aracı, bilimsel modellerin *temsil olarak modeller, modellerin çeşitliliği ve modellerin değişebilir doğası* hakkındaki anlayışlarını içermektedir. Ölçeğin uygulanması ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler sonucunda, Berber & Güzel (2009) ve Çelik (2015)' in çalışma sonuçlarının aksine, öğretmen adaylarının modelleri referans sisteme yakın olan temsiller olarak gördükleri, referans sistemi somutlaştırma durumunu baskın olarak ele aldıkları ve model kavramını kavramada sıkıntı yaşadıkları tespit edilmiştir.

Yakın sonuçlara farklı üniversitelerin eğitim fakültelerinde öğrenim gören fen bilimleri öğretmen adaylarının model ve modelleme hakkındaki düşüncelerini analiz etmek amacıyla gerçekleştirilen Özdemir' in (2017) çalışmasında da rastlanmaktadır. 4 farklı üniversiteden 292 öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği ilişkisel tarama modelindeki çalışmasında veriler; demografik, açık uçlu ve Likert tipi sorulardan oluşan anket yoluyla toplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, modellerin temsil ettiği nesneyi veya durumu ne derece yansıttığı ve nelerin model olarak nitelendirilebileceği gibi model ve modellemenin doğası ile ilgili sorular karşısında model ve referans sistem arasındaki ilişkiye ya da bilimsel bir araştırmada modellerin yerine yönelik eksikliklerinin olduğu tespit edilmiştir.

Yakın zamanda yapılan çalışmalara bakıldığında ise Ceğer (2018), çalışmasında fen bilimleri öğretmenlerinin modelleme eğilimini belirlemek ve buna etki eden durumların neler olduğunun tespit etmek amacıyla 30 bilim öğretmeni (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji) ile 6 sorudan oluşan yarı-yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmiş ve çalışma sonucuna göre, fen bilimleri öğretmenlerinin model ve modelleme sürecine ilişkin olumlu düşünceye sahip olmalarına rağmen ders içi sürenin kullanımında yaşanan sıkıntılar, konuların yoğun olması, öğrencilerin konulara yönelik isteksiz olması gibi durumlardan dolayı bazı olumsuz düşüncelere de sahip oldukları tespit edilmiştir.

Fen eğitiminde model ve modellemeye ilişkin öğretmen adayları ve öğretmenlerin anlayışlarını incelemeye odaklanan çalışmaların sonuçları özetlenecek olursa, genel anlayışların olumlu ve kısmen tatmin edici olmasına rağmen, model kavramını ifade etme, neyin model olup olmadığını ayırt etme ve modelleme etkinliklerinin uygulanması yönünde bu iki örneklem grubunun da birtakım sıkıntılar yaşadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca

Çalışmaların büyük bir kısmının nicel araştırma deseninde gerçekleştirildiği, nitel çalışmaların yoğunluğunun az olduğu göze çarpmaktadır.





### 3. YÖNTEM

Bu bölümde, çalışmanın deseni, katılımcıları, veri toplama araçları, veri toplama araçlarının uygulaması, verilerin analizi, geçerlik ve güvenilirlik başlıkları yer almaktadır.

#### 3.1. Çalışmanın Deseni

Bu çalışma, FBÖA' nın model oluşturma ve kullanmaya yönelik öğretim etkinliklerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen nitel bir çalışmadır. İnsan davranışları ve bunların altında yatan nedenleri esnek ve kapsayıcı bir yaklaşımla irdelemek için bireyi kendi içinde bulunduğu doğal ortamında çok yönlü şekilde inceleyerek, bireylerin görüş ve deneyimlerini ön plana taşıyan çalışmalar, genel anlamda nitel çalışmalar olarak adlandırılır (Creswell, 2007; Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu çalışmalar, davranışın nasıl ve neden ortaya çıktığını anlamak için davranışın gerçekleştiği sürece yoğunlaşan çalışmalardır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2018). Berg ve Lune (2017)' e göre, nitel süreçlerle ilgilenen araştırmacılar, durumları nicel bir ortalamaya indirgmeden olaylar arasında örüntü ararlar. Böylelikle bireylerin kendilerini ve çevrelerini nasıl anlamlandırdıklarını; nasıl öğrendiklerini incelemiş olurlar. Bu bağlamda, nitel çalışmalarda amaç, konuyu derinlemesine ve olası tüm ayrıntıları ile incelerken genelleme yapmadan konuyla ilgili bütüncül bir resim elde etmektir (Yıldırım & Şimşek, 2018).

Bu çalışmanın deseni ise, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasıdır. Durum çalışmaları, bir olgu ve bu olguya ait içeriğin net sınırlarının olmadığı durumları, gerçek yaşam çerçevesinde ele alan çalışmalardır (Yin, 2003). *Örnek olay çalışması*, *vaka çalışması* veya *olay inceleme* gibi farklı isimlerle de anılabilen durum çalışmaları (Kaleli-Yılmaz, 2014), karmaşık konuların keşfedilmesine ve anlaşılmasına olanak tanıdığı gibi, özellikle bütüncül ve derinlemesine bir araştırma gerektiğinde sağlam bir araştırma yöntemi olarak kabul edilebilirler (Zainal, 2007). Bu çalışma, tek bir analiz birimi (birey, kurum, kuruluş) ile derinlemesine çalışıldığı için durum çalışması desenlerinden *bütüncül tek durum çalışması*dır. Bütüncül tek durum çalışmaları, iyi formülize edilmiş bir kuramın işleyip işlemediğini test etmek amacıyla, standart dışı aykırı durumları çalışmak amacıyla veya daha önce kimsenin ulaşamadığı durumları çalışmak amacıyla kullanılabilirler (Yıldırım & Şimşek, 2018). Çalışmanın bütüncül tek durumu fen bilimleri öğretmen adayları (FBÖA) dır.

Yin (2003), durum çalışmalarını *keşfedici*, *açıklayıcı* ve *betimleyici* olmak üzere üç kategoriye ayırmaktadır. Bu çalışma ise, doğal ortamında meydana gelen durumlarda ‘nasıl’ sorusuna cevap arayan ve bir durumu birden fazla veri seti ile tasvir etmeye çalışan *betimleyici durum çalışması*dır. FBÖA’ nın model oluşturma ve model kullanımına yönelik öğretim etkinliklerinin nasıl olduğu, betimlenmek istenen durumu ifade etmektedir.

### 3.2. Katılımcılar

Çalışmanın katılımcılarını 2019-2020 eğitim-öğretim yılında Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı’nda öğrenimine son sınıfta devam eden toplam 40 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Tablo 3.1.’de katılımcıların cinsiyetlere göre dağılımı gösterilmektedir.

**Tablo 3.1.** Katılımcıların cinsiyete göre dağılımı.

Cinsiyet	Öğretmen Adayı (f)
Kadın	33
Erkek	7

Nitel çalışmalar, genel olarak bir gerekçe ile belirlenmiş az sayıda örneklerle yürütülürler (Baltacı, 2018). Tablo 3.1’de de belirtildiği gibi katılımcılarını 33 kadın ve 7 erkek öğretmen adayının oluşturduğu bu çalışmanın örnekleme belirlenirken seçkisiz olmayan amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Seçkisiz olmayan örnekleme yöntemi, katılımcıların veya durumun temsili veya rastgele olması gerekmediği, ancak katılımcı veya durumun çalışmaya dâhil edilmesi için açık bir gerekçeye ihtiyaç duyulan yöntemdir (Taherdoost, 2016). Amaçsal örnekleme, nitel çalışmalarda sıklıkla kullanılan bir durum hakkında deneyimi olduğu düşünülen bir bireyi ya da grubu kasıtlı olarak seçme yöntemidir. Ölçüt örnekleme yöntemi ise, çalışmaya dahil olan katılımcıları belirlerken araştırmacılar tarafından ortaya koyulan kriter ya da kriterlerin dikkate alınarak seçimin yapıldığı yöntemdir (Palinkas vd., 2015) .

Bu çalışma için belirlenen ölçütler, FBÖA’ nın son sınıfta öğrenim görmeleri, Özel Öğretim Yöntemleri-2 dersini alıyor olmaları ve çalışmaya katılmak için gönüllü olmalarıdır. Katılımcılar, 2018 yılında güncellenen Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programları içeriğine dâhil olmadıkları için 2007 yılı programına göre öğrenim görmektedirler. Yükseköğretim

Kurumu (2007), Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programları'nda, öğretmen adaylarının 6 ve 7. yarıyıl öğrenimlerinde almak üzere Özel Öğretim Yöntemleri derslerini almalarını öngörmüştür. Özel Öğretim Yöntemleri derslerinin içeriğine, Tablo 3.2'de yer verilmektedir.

**Tablo 3.2.** Özel öğretim yöntemleri ders içeriği (YÖK, 2007).

Dersin Adı	İçeriği
Özel Öğretim Yöntemleri-1	Fen öğretiminin amaçları, fen okuryazarlığı, kavram öğretimi, 4.- 8. sınıflara ait temaların, kazanımların, değerlendirme tekniklerinin incelenmesi, ders kitaplarının incelenmesi.
Özel Öğretim Yöntemleri-2	Öğretmen adaylarının ders planı hazırlayıp ortam araç- gereç ve ders esnasında kullanılacak materyalleri düzenleyerek sunmaları, sunum yaptıkları konuların öğretmenlik becerisi açısından değerlendirilmesi.

Tablo 3.2' de görüldüğü gibi, Özel Öğretim Yöntemleri-2 ders içeriği mikro öğretim uygulamalarını kapsamaktadır. Bu nedenle, bu dersin FBÖA' nın model oluşturma ve kullanımına yönelik öğretim etkinliklerinin incelenmesine olanak tanıdığı düşünülmüş ve bu çalışmanın örneklem seçiminde ilgili dersi alıyor olmak ölçüt olarak belirlenmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının çalışmaya katılmak için fiziksel veya psikolojik baskı olmaksızın gönüllülük esasına dayalı olarak seçilmeleri de çalışmanın bir diğer ölçütüdür.

### 3.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, FBÖA'nın Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model oluşturma ve kullanma kazanımlarına yönelik öğretim etkinliklerinin incelenmesi amacına uygun olarak dört farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Bunlar, öğretmen adaylarının ilgili kazanımlara yönelik hazırladıkları ders planları, ders sunumlarının gözlemi, araştırmacılar tarafından tutulan alan notları ve öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerdir. Veri toplama araçları ile ilgili detaylı bilgiler devam eden başlıklarda yer almaktadır.

### 3.3.1. Öğretmen adaylarının ders planları

FBÖA' nın model oluşturma ve kullanma etkinliklerini incelemek amacıyla Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan bazı kazanımlara yönelik hazırladıkları ders planları, doküman olarak, bu çalışmanın veri toplama araçları arasında yer almıştır. Doküman analizi çalışmalarında birincil kaynak dokümanlar ve ikincil kaynak dokümanlar olmak üzere iki tip doküman kullanılmaktadır. İncelenmesi istenen durumu veya davranışı direkt olarak deneyimleyen kişiler tarafından üretilen kaynaklar, birincil kaynak dokümanlar adını alırken, olay yerinde bulunmayan ancak belgeleri düzenlemek için olayı veya davranışı deneyimleyen kişilerin ifadelerini almış veya bu ifadeleri okumuş kişiler tarafından üretilen kaynaklara ise ikincil kaynak dokümanlar denilmektedir (Bailey, 1994; Balcı, 2006). Bu çalışmada veri olarak toplanan dokümanlar birincil kaynak dokümanlardır.

Öğretmen adaylarının ders planları; 'Fen Bilimleri' dersinin 1 ders saati (45 dakika) süresini kapsayan, 3. sınıf seviyesinden 8. sınıf seviyesine kadar farklı öğrenim seviyelerine yönelik kazanımları içeren ve 5E Öğrenme Yöntemi esas alınarak hazırlanması beklenen ders planlarıdır. Ayrıca, bu çalışmada öğretmen adaylarının 5E Öğrenme Yöntemi' ni esas alarak hazırladıkları ders planlarının yanı sıra, ders sunumları esnasında kullandıkları Microsoft Office PowerPoint sunumları da model oluşturma ve kullanma etkinliklerini incelemek amaçlı doküman olarak nitelendirilen veri toplama araçları arasında yer almaktadır.

### 3.3.2. Ders gözlemi ve alan notları

Gözlem, çalışma yapılacak ortamda olan bitenlerin farkında olma ve bunları kaydetme sürecidir. Bir ortamın tüm özelliklerini gözlemlemek hiçbir zaman mümkün olmayacak olsa da gözlem sayesinde çalışılmak istenen veya aranan özellikler, ayrıntılara yakından dikkat edilerek ve tekrarlanan benzer durumlar göz önüne alınarak etkili şekilde tespit edilebilir (Moen & Middelthon, 2015).

Bu çalışmanın amacına uygun olarak, FBÖA' nın öğretim programı içerisinde seçmiş oldukları kazanımlara yönelik hazırladıkları ders sunumlarının gözlemi, iki araştırmacı tarafından katılımcı olarak gözlemci rolü ile yapılmıştır. Katılımcı olarak gözlemci, gözlenen durumun içinde rol almadan durumu ayrıntılı tanımlamak üzere gözlem yapar (Büyüköztürk vd., 2018). Gözlem süresi, bir öğretmen adayının ders anlatımı için 1 ders saati (45 dakika) olarak belirlenmiştir. Ders süresince araştırmacılar, FBÖA' nın ders sunumlarını model ve

model kullanımlarına yönelik gözlem ile incelemiş ve gözlemlerini alan notları ile yazılı kayıt altına almıştır. Alan notları içerik yönünden tanımlayıcı (betimleyici) alan notları ve yansıtıcı alan notları olarak iki kısma ayrılmaktadır. Tanımlayıcı kısımda araştırmacı, konuların ve ortamların katılımcıların davranışlarını nasıl etkilemiş olabileceğini belirlemek için bunların ayrıntılı açıklamaları yapar. Katılımcıların gerçek diyaloglarına, olayların ve etkinliklerin açıklamalarına yer verir. Alan notlarının yansıtıcı kısmında ise, örüntüler, yöntemler, verilerin nasıl analiz edilebileceği hakkındaki düşünceler, etik kaygılar ve hatta o sırada kendi zihinsel durumu hakkında fikirler de ekleyebilir. Bu çalışmadaki alan notları içerik yönünden tanımlayıcı alan notlarıdır (Bogdan & Biklen, 2007).

### 3.3.3. Yarı-yapılandırılmış görüşmeler

Yanıtlayıcıların karmaşık, bazen hassas konularla ilgili algılarını ve görüşlerini araştırmaya ve bu konularla ilgili daha ayrıntılı bilginin elde edilmesine olanak tanıyan yarı-yapılandırılmış görüşmelerde (Barriball & While, 1994), araştırmacı sabit sorularının dışında ilgili alanda derinlemesine bilgi için yanıtlayıcıya ek sorular (sonda) da yönelir. Böylelikle, yanıtlayıcıya kendini daha ayrıntılı ifade etme olanağı tanınmış olur (Büyüköztürk vd., 2018). Bu çalışmanın amacına uygun olarak ders sunumlarını tamamlayan FBÖA ile bir dizi yarı-yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

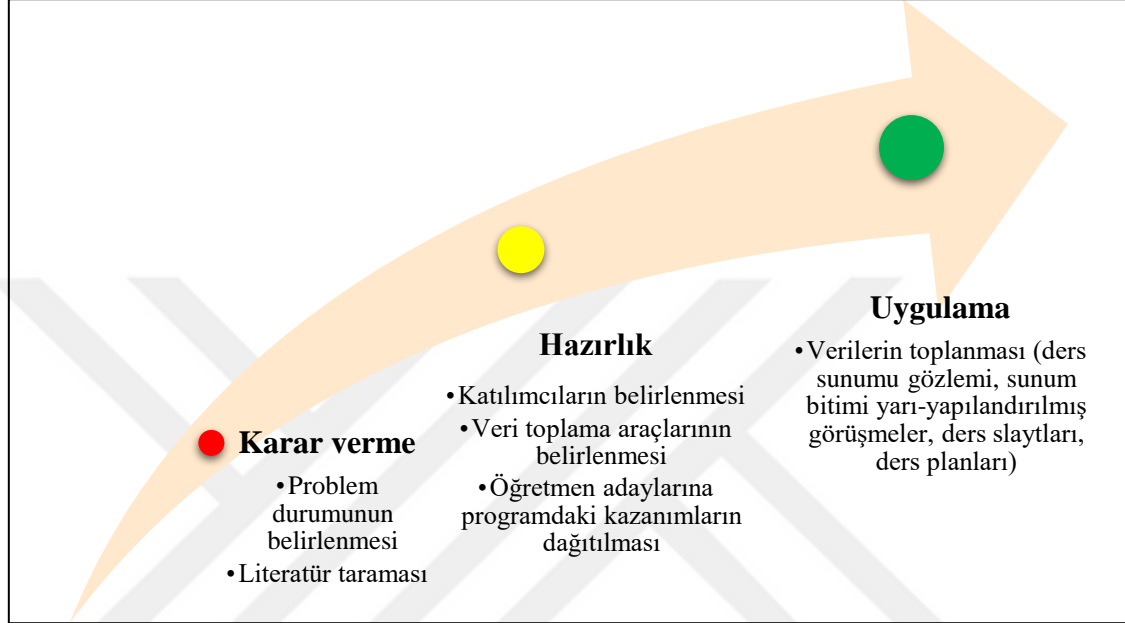
Araştırmacılar tarafından hazırlanan görüşme formu, kontrol edildikten sonra pilot uygulama olarak bir öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir (EK-1). Pilot uygulama sonucu, görüşmeden elde edilen verinin, çalışmanın amacına uygunluğu üzerinde tartışılarak ve soruların dil uygunluğu için uzman görüşü<sup>1</sup> alınarak görüşme formu üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmış ve form son halini almıştır (EK-2). Görüşme formu, öğretmen adaylarının model ve model kullanımına ilişkin görüşlerini veri olarak elde etme amacıyla kolay cevaplanabilir, açık uçlu 7 soru ve ihtiyaç görülmesi halinde öğretmen adaylarına yöneltilen sonda soruları da içermektedir.

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Nilgün Tatar, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen ve Matematik Alanları Eğitimi A.B.D. Öğretim Üyesi.

### 3.4. Çalışmanın Uygulama Süreci

Çalışmanın uygulama öncesi ve uygulama sürecindeki basamaklar Şekil 3.1.'de yer almaktadır.



Şekil 3.1. Çalışmanın uygulama öncesi ve uygulama süreci basamakları

Çalışma ile ilgili karar verme kısmında, araştırmacı tarafından problem durumu ve ilgili literatürdeki boşluk saptandıktan sonra fen eğitiminde model ve modellerin kullanımına ilişkin literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra çalışmanın katılımcıları ve veri toplama araçları belirlenmiştir.

Çalışma 2019-2020 eğitim öğretim yılı güz döneminde, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi'nde öğrenimlerine son sınıfta devam eden 33 kadın, 7 erkek olmak üzere toplam 40 fen bilimleri öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Öğretim Yöntemleri-2 dersini almakta olan 40 fen bilimleri öğretmen adayına dönemin başında Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) 'ndan kazanımlar dağıtılmıştır. FBÖA, kazanımların konularını seçmekte özgür bırakılmıştır. Kazanımların toplam sayısı 69, dağıtılan kazanımlarda model kullanma ve oluşturma etkinliklerini kapsayan kazanım sayısı ise 30'dur. Geriye kalan 39 kazanımda herhangi bir model kullanma ve oluşturma kazanımı yer almamaktadır. Tablo 3.3' te ilköğretim 3. sınıf seviyesinden 8. sınıf seviyesine kadar öğretmen adaylarına dağıtılan kazanımların dağılımı yer almaktadır.

**Tablo 3.3.** FBÖA' na dağıtılan kazanımların dağılımı

Sınıf seviyesi	Model kullanma veya model oluşturma içeren kazanımların sayısı	Model kullanma veya oluşturma içermeyen kazanımların sayısı	Toplam kazanım sayısı M= 69
3. sınıf	2	3	5
4. sınıf	-	-	-
5. sınıf	8	16	24
6. sınıf	12	18	30
7. sınıf	6	2	8
8. sınıf	2	-	2

Tablo 3.3.' te FBÖA' na 3. sınıf seviyesinden 8. sınıf seviyesine kadar verilen kazanımların model kullanma veya oluşturma kazanımı içerip içermeme durumları yer almaktadır. FBÖA' na verilen kazanımlar içerisinden derste sunmak üzere seçtikleri kazanımlardan en fazla model kazanımı içeren 6. sınıf seviyesiyken, 4. sınıf seviyesinde herhangi bir kazanım seçilmemiştir. İlköğretim 3, 5, 6, 7 ve 8. sınıf seviyelerinde seçilen fen bilimleri dersi ünite, konu alanı ve kazanımların içeriği Tablo 3.4' te gösterilmektedir.

**Tablo 3.4.** Fen bilimleri dersi için seçilen ünite, konu alanı ve kazanımların içeriği.

Sınıf Seviyesi	Ünite Adı	Konu Alanı Adı	Konu Adı	İlgili Kazanım
3	Gezegelimizi Tanıyalım	Dünya ve Evren	Dünya'nın Yapısı	F.3.1.2.1.Dünya'nın yüzeyinde karaların ve suların yer aldığı kavrar. F.3.1.2.2.Dünya'da etrafımızı saran bir hava katmanının bulunduğunu açıklar. F.3.1.2.3.Dünya yüzeyindeki kara ve suların kapladığı alanları model üzerinde karşılaştırır.
5	Güneş, Dünya ve Ay	Dünya ve Evren	Güneşin Yapısı ve Özellikleri Güneş, Dünya ve Ay'ın Birbirlerine Göre Hareketleri	F.5.1.1.1.Güneşin özelliklerini açıklar. F.5.1.1.2.Güneşin 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.

**Tablo 3.4.** Fen bilimleri dersi için seçilen ünite, konu alanı ve kazanımların içeriği (Devam).

Kuvvetin Ölçülmesi	Fiziksel Olaylar	Kuvvetin Büyüklüğünün Ölçülmesi	F.5.3.1.1.Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer (kuvvet birimi olarak Newton kullanır). F.5.3.1.2.Basit araç-gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar.
Madde Değişim	ve Madde Doğası	Maddenin Hal Değişimi	F.5.4.1.1.Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine yönelik yaptığı deneylerden elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur.
		Maddenin Ayırt Edici Özellikleri	F.5.4.2.1.Yaptığı deneyler sonucunda saf maddelerin erime, donma, kaynama noktalarını belirler.
		Isı Maddeleri Etkiler	F.5.4.4.1.Isı etkisiyle maddelerin genişip büzüleceğine yönelik deneyler yaparak deneylerin sonuçlarını tartışır. F.5.4.4.2.Günlük yaşamdan örnekleri genişme ve büzülme olayları ile ilişkilendirir.
Işığın Yayılması	Fiziksel Olaylar	Işığın Yayılması	F.5.5.1.1.Bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle gösterir.
		Işığın Madde ile Karşılaşması Tam Gölge	F.5.5.3.1.Maddeleri, ışığı geçirme durumuna göre sınıflandırır. F.5.5.4.1.Tam gölgenin nasıl oluştuğunu gözlemler ve basit ışın çizimleri ile gösterir.
İnsan ve Çevre	Canlılar ve Yaşam	İnsan ve Çevre İlişkisi	F.5.6.2.1.İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini ifade eder. F.5.6.2.2.Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin öneriler sunar. F.5.6.2.3.İnsan faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunur. F.5.6.2.4.İnsan çevre etkileşiminde yarar ve zarar durumlarını örnekler üzerinde tartışır.
		Yıkıcı Doğa Olayları	F.5.6.3.1.Doğal süreçlerin neden olduğu yıkıcı doğa olaylarını açıklar. F.5.6.3.2.Yıkıcı doğa olaylarından korunma yollarını ifade eder.
Elektrik Devre Elemanları	Fiziksel Olaylar	Elektrik Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları	F.5.7.1.1.Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir. F.5.7.1.2.Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.



**Tablo 3.4.** Fen bilimleri dersi için seçilen ünite, konu alanı ve kazanımların içeriği (Devam).

6	Güneş Sistemi ve Tutulmalar	Dünya ve Evren	Güneş Sistemi	F.6.1.1.2.Güneş sistemindeki gezegenleri, Güneş'e yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur.
			Güneş ve Ay Tutulmaları	F.6.1.2.1.Güneş tutulmasının nasıl oluştuğunu tahmin eder. F.6.1.2.2.Ay tutulmasının nasıl oluştuğunu tahmin eder.
	Vücudumuzdaki Sistemler	Canlılar ve Yaşam	Solunum Sistemi	F.6.2.4.1.Solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.
			Sindirim Sistemi	F.6.2.2.1.Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model üstünden açıklar.
			Boşaltım Sistemi	F.6.2.5.1.Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları model üzerinde göstererek görevlerini özetler.
			Destek ve Hareket Sistemi	F.6.2.1.1.Destek ve hareket sistemine ait yapıları örneklerle açıklar.
			Sinir Sistemi	F.6.6.1.1.Sinir sistemini, merkezi ve çevresel sistemini model üzerinde açıklar.
			Duyu Organları	F.6.6.2.1.Duyu organlarına ait yapıları model üzerinde göstererek açıklar.
			Dolaşım Sistemi	F.6.6.2.3.Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model kullanarak açıklar.
	Kuvvet Hareket	ve Fiziksel Olaylar	Sabit Hareket	F.6.3.2.1.Sürati tanımlar ve birimini ifade eder. F.6.3.2.2.Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir.
		Bileşke Kuvvet	6.3.1.1.Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir. 6.3.1.2.Bileşke kuvveti açıklar. 6.3.1.3.Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyle ve çizimle gösterir. 6.3.1.4.Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır.	
Madde ve Isı	Madde ve Doğası	Maddenin Tanecikli Yapısı	F.6.4.1.1.Maddelerin; tanecikli boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu ifade eder.(hareketli yapı ile ilgili titreşim, öteleme ve dönme kavramlarına değinilir.) F.6.4.1.2.Hal değişimine bağlı olarak maddenin tanecikleri arasındaki boşluk ve taneciklerin hareketliliğini değiştirdiğini deney yaparak karşılaştırır.	
		Yoğunluk	F.6.4.2.1.Yoğunluğu tanımlar. F.6.4.2.2.Tasarladığı deneyler sonucunda çeşitli maddelerin yoğunluklarını hesaplar.	

**Tablo 3.4.** Fen bilimleri dersi için seçilen ünite, konu alanı ve kazanımların içeriği (Devam)

				F.6.4.3.1.Maddeleri, ısı iletimi bakımından sınıflandırır. F.6.4.3.3.Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir. F.6.4.3.3.Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir. F.6.4.3.4. Binalarda ısı yalıtımının önemini, aile ve ülke ekonomisi ve kaynakların etkili kullanımı bakımından tartışır.
			Yakıtlar	F.6.4.4.1.Yakıtları, katı, sıvı ve gaz yakıtlar olarak sınıflandırıp yaygın şekilde kullanılan yakıtlara örnekler verir.
	Ses Özellikleri ve Fiziksel Olaylar		Sesin Yayılması	F.6.5.1.1.Sesin yayılabildiği ortamları tahmin eder ve tahminlerini test eder.
	Sistemlerin Sağlığı	Canlılar ve Yaşam	Bilinçsiz İlaç Tüketiminin Zararları	F.6.6.3.1.Sistemlerin sağlığı için yapılması gerekenleri araştırma verilerine dayalı tartışır. F.6.6.3.2.Organ bağışının toplumsal dayanışma açısından önemini kavrar.
	Elektriğin İletimi	Fiziksel Olaylar	Elektriksel Direnç ve Bağlı Olduğu Faktörler	F.6.7.2.1.Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini dener.
	Güneş Sistemi ve Ötesi	Dünya ve Evren	Gökyüzü Gözlem Araçları	F.7.1.1.5.Teleskobun gök bilimin gelişimindeki önemine yönelik çıkarımda bulunur. F.7.1.1.6.Basit bir teleskop modeli hazırlayarak sunar.
	Hücre ve Bölünmeler	Canlılar ve Yaşam	Hücre	F.7.2.1.1.Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır.
	Hücre Bölünmesi		Mayoz	F.7.2.3.1.Mayozun canlılar için önemini açıklar. F.7.2.3.2.Üreme ana hücresinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde inceler. F.7.2.3.3.Mayoz ve mitoz arasındaki farkları karşılaştırır.
	Saf Madde ve Karışımlar	Madde ve Doğası	Maddenin Tanecikli Yapısı	F.7.4.1.3.Aynı veya farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade eder. F.7.4.1.4.Çeşitli molekül modelleri oluşturarak sunar.
8	DNA ve Genetik Kod	Canlılar ve Yaşam Fiziksel Olaylar	DNA ve Genetik Kod	F.8.2.1.2. DNA'nın yapısını model üzerinde gösterir.

**Tablo 3.4.** Fen bilimleri dersi için seçilen ünite, konu alanı ve kazanımların içeriği (Devam)

8	Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi	Fiziksel Olaylar	Enerjisinin Dönüşümü	F.8.7.3.2.Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüşümünü temel alan bir model tasarlar.
---	---------------------------------------	------------------	----------------------	--

Tablo 3.4.' te görüldüğü gibi, bu çalışmada 3. sınıf seviyesinden 8. sınıf seviyesine kadar farklı ünite, konu ve kazanımlara yer verilmiştir. FBÖA, 4. sınıf seviyesinde herhangi bir kazanımı seçmemiştir.

Model kazanımı olarak belirlenen kazanımların ‘..model üzerinde gösterir, .. model üzerinde inceler, ..model kullanarak açıklar, ..model üzerinde karşılaştırır, .. bir model hazırlar, .. model tasarlar, .. model oluşturur, .. model üzerinden sunar’ şeklinde model kazanımı olduğu açık şekilde belirgin cümleler içermesinin yanı sıra, ‘..çizerek gösterir, ..grafik üzerinde gösterir, .. şema kurar’ gibi kazanımlar da model çeşitlerinin kullanılmasını hedeflediğinden *örtük* olarak model kullanımını içermektedir.

Daha sonra FBÖA’ ndan bu kazanımlara uygun ders planlarını, 5E Öğretim Yöntemi’ ni kullanarak hazırlamaları ve Microsoft Office PowerPoint sunumu olarak da ders esnasında sunmaları istenmiştir. 5E Öğretim Yöntemi, 5 aşamadan oluşan (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, değerlendirme), öğrenenleri ders içinde aktif tutan ve araştırma ve sorgulama yapmalarına olanak sağlayan, yapılandırmacı yaklaşım etrafında şekillenmiş bir öğretim modelidir (Biological Science Curriculum Study, 2006). FBÖA, ders sunumları esnasında kazanımlarının içeriği gerektirsin ya da gerektirmesin model kullanma ve oluşturma etkinliklerinde serbest bırakılmıştır. Öğretmen adaylarına çalışma öncesinde model oluşturma veya kullanmaya yönelik herhangi bir ön bilgi verilmemiştir. Ders sunumları bitiminde, hazırladıkları Microsoft Office PowerPoint slaytların dijital formları, öğretmen adaylarının ders sunumu esnasında kullandığı modeller ve ders planlarının yazılı dokümanları veri olarak toplanmıştır.

Ek olarak, öğretmen adaylarının ders sunumları esnasında araştırmacılar tarafından ders gözlemi yapılarak, öğretmen adaylarının model ve model oluşturma etkinlikleri, bu etkinlikleri 5E Öğretim Yöntemi’ nin hangi basamağında kullandıkları ve varsa kullandığı modeller, alan notları olarak yazılı kayda alınmıştır. Ders gözlemi esnasında araştırmacılar tarafından ortama ilişkin geliştirilen yapı, yapılandırılmış gözlem çalışmasıdır. Bailey’ e (1994) göre, bu tür gözlemin yapıldığı ortamda araştırmacılar dışarıdan gözlemci

konumundadır. Gözlenen durumu doğal ortamında incelemeye fırsat veren gözlem türüdür. Bu çalışmada doğal ortam olarak belirlenen yapı sınıf ortamıdır.

Son olarak, ders sunumlarını bitiren öğretmen adayları ile 7 maddelik açık uçlu soruya ek olarak gerektiğinde kullanılmak üzere oluşturulan sonda sorular yardımı ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme formunda yer alan sorular ve sonda sorular sorulmadan önce, çalışmaya dâhil olan öğretmen adaylarının her birine görüşme ile ilgili gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır. Görüşmenin seyri boyunca ve daha sonrası için isimlerinin gizli tutulacağı bildirilmiş, soruları hiçbir baskı altında kalmadan model ve model kullanımına ilişkin var olan bilgileri, deneyimleri ile cevaplamaları istenmiştir. Her bir görüşme, ortalama 15 dakika sürmüştür ve ses kayıt cihazı ile araştırmacı tarafından kayıt altına alınmıştır. Görüşmelerin dökümü, dijital ortama aktarıldıktan sonra yazılı metin olarak analize hazır hale getirilmiştir. Çalışmanın veri toplama bölümü 8 haftalık bir süre içerisinde gerçekleştirilmiştir.

### **3.5. Verilerin Analizi**

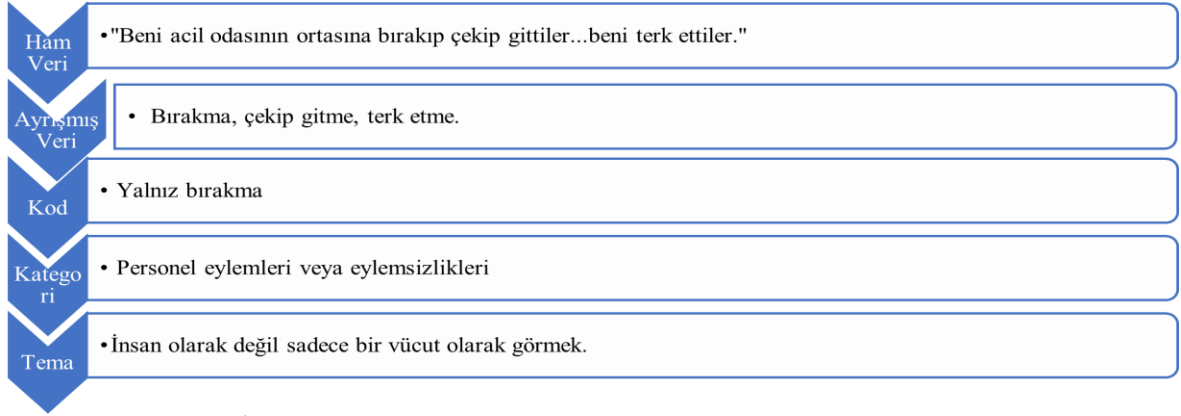
Çalışmanın veri setini, FBÖA' nın ders sunumları, araştırmacı ve tez danışmanı tarafından tutulan alan notları, öğretmen adaylarının ders planları ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler oluşturmaktadır. Analize hazır hale getirilen veri setlerinde yer alan verilerin analizi için farklı analiz yöntemlerine başvurulsa da çalışmanın genel analizinde bütüncül yaklaşım benimsenmiştir. Nitel çalışmalarda, nicel çalışmadan farklı olarak, bir durumun sahip olduğu birimler, birbirinden bağımsız değil de daha çok o duruma ait birimlerin birlikteliği ön plana çıkarılarak incelenir. Bu bağlamda, eğer incelenen bir öğretim yöntemi ise, öğrenciler açısından ortaya çıkardığı sonuçları incelerken bunu öğrenci davranışından, ortamdaki ayrı tutmadan bütüncül bir yaklaşım ile ele almak gerekmektedir (Yıldırım, 1999).

İlk olarak, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018)' nda yer alan model oluşturma ve kullanmayı kapsayan kazanımlar, FBÖA' na tanımlanan kazanımlarla ilgili öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları, ders sunumlarının Microsoft Office PowerPoint dijital formları ve gözlem esnasında araştırmacılar tarafından tutulan alan notları döküman analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Döküman analizi, doğrudan gözlem ya da görüşmeye olanak tanımayan veri setleri üzerinde, çalışmanın geçerliğini artırmak amacıyla çalışmadaki yazılı veyahut görsel materyallerin de çalışmanın analizine dâhil edilmesini

kapsayan bir yöntemdir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu yöntemde araştırmacı doküman olarak seçilen verileri detaylı inceler ve bir duruma ait temaları ortaya çıkarmak için verilerin özelliklerine dayalı olarak kodlama ve kategori oluşturma işlemini gerçekleştirir. Doküman analizi, çalışmada yer alan diğer analiz yöntemlerine tamamlayıcı rolde ise, önceden tanımlanmış kodlar kullanılabilir. Örneğin görüşme dökümlerinde kullanılan kodlar, belgelerin içeriğine uygulanabilir. Kodlar ve ürettikleri temalar, farklı yöntemlerle toplanan verilerin bütünleştirilmesine ışık tutar (Bowen, 2009). Bu çalışmanın araştırma sorusuna yanıt aramak amacıyla FBÖA'ndan doküman olarak toplanan verilerin doküman analizi, görüşmelerin içerik analizinde ortaya çıkan kodlar ve temalar etrafında analize tabii tutulmuştur.

Buradan hareketle, ders sunumlarını bitiren FBÖA ile sunumun bitimini takiben gerçekleştirilen yarı-yapılandırılmış görüşmelerin yazılı dökümleri, araştırmacılar tarafından içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. İçerik analizi hem nicel hem de nitel yaklaşımla çoğunluğunu yazılı metinlerin oluşturduğu, sözlü veya görsel verilerden amaca bağlı kalarak tekrarlanabilir, sistematik ve anlamlı çıkarımlar elde etmeye yarayan bir analiz tekniğidir (Cho & Lee, 2014; Krippendorff, 1989, 2018). Sözlü veya yazılı verilerin yorumlanması yoluyla sosyal gerçekliğin veya olguların daha kolay anlaşılmasını sağlayan içerik analizi yöntemi, aynı zamanda araştırmacıya büyük miktarda veriyi işleme noktasında da yardımcı olur (Cho & Lee, 2014).

Erlingsson & Brysiewicz'e (2017) göre içerik analizi, araştırmacıların elde ettiği uzun ve çok miktarda olan nitel verilerin organize edilmesine ve özlü bir özetini elde etmeye yardımcı olur. Elde edilen ham veriden, ortaya çıkan derin ve örtük anlamlara kadar içerik analizinde birtakım yollar izlenmektedir. Örneğin, hastaların gözünden sağlık personelleri tarafından acil servise kabul edilme deneyiminin içerik analizinde izlenen akış aşağıdaki gibidir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. İçerik analizi aşamalarını içeren bir örnek (Erlingsson & Brysiewicz, 2017).

Şekil 3.2.' te de görüldüğü üzere, içerik analizindeki ilk adım, bütünü anlamak amacı ile *ham verinin* araştırmacı tarafından olduğu haliyle defalarca okunmasıdır. Katılımcıların neyi ifade etmeye çalıştığını anladıktan sonra bütünü daha küçük anlam birimlerine bölmek için *ayrıştırma* yapılır. Metni anlamlı birimlere bölme işleminin ardından, bu birimlerin ne hakkında olduğunu tanımlayacak ve temsil edecek genellikle bir ya da iki kelime uzunluğunda olacak *kodlar* oluşturulur. Birbiri ile ilişkili kodların birleşmesi ile kim, ne, ne zaman, nerede sorularını yanıtlayan *kategoriler*, iki veya daha fazla kategoriye birlikte gruplayarak altta yatan anlamı, yani gizli içeriği ifade eden ve neden, nasıl, ne şekilde sorularına cevap veren *temalar* oluşturulur.

Bogdan ve Biklen (2007), nitel verileri oluşturan *kelimelerin* analizi için ön hazırlık amacıyla ham verilerin yazılı dökümlerinin, kodların yazılacağı büyük kenar boşluklarıyla bloklar halinde yazılmasını tavsiye etmektedir. Bu çalışmada, dökümlerin iki ayrı kopyası yanlarında bloklar halinde boşluklar bırakılarak araştırmacı ve tez danışmanın daha sonra karşılaştırmak üzere birbirinden bağımsız analiz yapması için hazır hale getirilmiştir. Bu çalışmanın görüşme verilerinin içerik analizinde izlenen yol da Şekil 3.3.' te sunulmuştur.



Şekil 3.3. Görüşme verilerinin içerik analizinde izlenen yol

Şekil 3.3.' te gösterildiği gibi ilk olarak araştırmacı ve tez danışmanı, birbirlerinden bağımsız şekilde görüşme dökümleri üzerinde, FBÖA tarafından her bir soruya verilen cevabı derinlemesine incelemiş, görüşmelerin yazılı dökümleri üzerinde tekrarlı okumalar gerçekleştirerek, çalışmanın amacına paralel ayırıştırımlar yapmışlardır. Daha sonra, kendi içerisinde anlamlı bir bütün oluşturması için ayırıştırılan kelime ve kelime gruplarıyla birlikte ilgili literatüre de sadık kalarak birtakım kodlar oluşturulmuştur. Model, model oluşturma ve model kullanmaya yönelik daha önceden literatür yardımı ile belirlenmiş kavramlara yönelik yapılan kodlamadan sonra, araştırmacılar bir araya gelerek oluşturdukları bu kodları karşılaştırmıştır.

### 3.6. Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel çalışmalarda, nicel çalışmalardan farklı olarak araştırmacı, izleyeceği yolda daha esnek; gerektiğinde araştırmasına ek sorular ekleyebilecek ya da yeni görüşmeler yapacak; elde ettiği veriyi teyit edebilecek yeni veri toplama araçlarına başvurabilecek konumda olduğundan araştırmanın geçerliği açısından avantajlı durumdadır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Araştırmacı, farklı yöntemlerle toplanan bilgileri analiz ederek, veri setleri genelinde bulguları doğrulayabilir ve böylece tek bir çalışmada bulunabilecek olası önyargıların etkisini azaltabilir (Bowen, 2009). Bu çalışmada iç geçerliğin (inandırıcılık)

sağlanması için FBÖA ile 8 haftalık uzun süreli etkileşim sonucu, FBÖA' na ait ders planlarının toplanması, alan notlarının tutulması, gözlemler ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler ile veri çeşitlemesi oluşturulmuş; bütüncül bakış açısı ile analiz edilmiş; dış geçerlilik (aktarılabirlik) içinse öğretmen adayları amaçlı örneklem yöntemi kullanılarak seçilmiş; ve FBÖA' dan elde edilen tüm veri setleri detaylı incelenerek betimlenmiş, analiz edilen veriler FBÖA' na ait örnek cümleler ile desteklenmiştir.

Creswell' e (2007) göre, nitel bir çalışmanın güvenilirliği birden fazla veri setini işleyecek olan kodlayıcı sayısının artırılması ve işlenen verilerden elde edilen kodların kodlayıcılar arasında tutarlı bir desen izlenene kadar tekrarlı okumaların yapılması ile mümkündür. Miles ve Hubermann' a (1994) göre, kontrol kodlaması sadece tanımsal netliğe yardımcı olmakla kalmamakta, aynı zamanda nitel çalışma için güvenilirlik sağlamaktadır. Aynı ayrı çalışan iki kodlayıcı, daha sonra kodlanabilir bir veri bloğunun yorumunu incelediklerinde ilk uyuşum yüzdeleri %70'ten daha iyi olamaz. Her kodlayıcının veri seti üzerindeki tercihi farklı olacağından, bu farklılıkların açıklığa kavuşturulmasının nitel çalışma için yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada araştırmacıların verilere ait kodlamalarının tutarlılığı için yapılan uyuşum yüzdesi hesabı, ilk olarak 0,72 olarak belirlenmiştir. Daha sonra veri setlerinden elde ettikleri kod, kategori ve temalar üzerinde fikir birliğine varana dek kodlar karşılaştırılmış, ikinci uyuşum yüzdesi 0,87 olarak belirlenmiştir.



## 4. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde, çalışmanın amacına paralel olarak iki durumun analizi sonucu elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Bölüm, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model oluşturma ve kullanma kazanımlarının analizi sonucu elde edilen bulgular ile FBÖA' nın ilgili kazanımlara yönelik öğretim etkinliklerinin nitel analizinden elde edilen bulguları içermektedir.

### 4.1. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda Yer Alan Model Oluşturma ve Kullanma Kazanımlarının İncelenmesi

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) 'nda yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımlar; sınıf seviyesi, ünite, konu alanı ve konulara, farklı disiplinlere ve model boyutlarına göre ayrı ayrı incelenmiştir.

Sınıf seviyesi, ünite, konu alanı ve konulara göre Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) 'nda yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımların içeriği Tablo 4.1.' de yer almaktadır<sup>2</sup>.

**Tablo.4.1.** Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımlar (MEB, 2018).

Sınıf Seviyesi	Ünite Adı	Konu Alanı Adı	Konu	İlgili Kazanım	Frekans
3	Gezegemimizi Tanyalım	Dünya ve Evren	Dünya'nın Şekli Dünya'nın Yapısı	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.	3
4	-	-	-	-	-

<sup>2</sup> Tablo 4.1.'de yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımlara 'model' kelimesi içeren kazanımlar dışında model kelimesi içermediği halde model kazanımı olan cümleler de dâhil edilmiştir. Örneğin; '...bir araç tasarlar, ...bir düzenek tasarlar, ... çizerek açıklar, ' gibi.

**Tablo.4.1.** Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımlar (MEB,2018) (Devam).

5	Güneş, Dünya ve Ay	Dünya ve Evren	Dünya ve Evren	Güneş'in Yapısı ve Özellikleri	F.5.1.1.2. Güneş'in büyüklüğünü Dünya'nın büyüklüğüyle karşılaştıracak şekilde model hazırlar.	7
	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Işığın Yayılması	Fiziksel Olaylar	Fiziksel Olaylar	Güneş, Dünya ve Ay Kuvvetin Ölçülmesi Işığın Yayılması	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.	
	Elektrik Elemanları	Devre Elemanları	Fiziksel Olaylar	Işığın Yansımaları	F.5.5.2.1. Işığın düzgün ve pürüzlü yüzeylerdeki yansımalarını gözlemleyerek çizimle gösterir.	
				Tam Gölge	F.5.5.4.1. Tam gölgenin nasıl oluştuğunu gözlemleyerek basit ışın çizimleri ile gösterir.	
				Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları	F.5.7.1.1. Bir elektrik devresindeki elemanları sembollerle gösterir. F.5.7.1.2.Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.	
6	Güneş Sistemi ve Tutulmalar	Dünya ve Evren	Dünya ve Evren	Güneş Sistemi	F.6.1.1.2. Güneş sistemindeki gezegenleri, Güneş'e yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur.	12
	Vücutumuzdaki Sistemler	Canlılar ve Yaşam	Canlılar ve Yaşam	Güneş ve Ay Tutulmaları	F.6.1.2.3. Güneş ve Ay tutulmasını temsil eden bir model oluşturur.	
				Sindirim Sistemi	F.6.2.2.1. Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.	
				Dolaşım Sistemi	F.6.2.3.1. Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model kullanarak açıklar.	
				Solunum Sistemi	F.6.2.4.1. Solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.	
				Boşaltım Sistemi	F.6.2.5.1. Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları model üzerinde göstererek görevlerini özetler.	

**Tablo.4.1.** Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımlar (MEB,2018) (Devam).

	Kuvvet ve Hareket	Fiziksel Olaylar	Bileşke Kuvvet	6.3.1.1.Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir. 6.3.1.3.Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyle ve çizimle gösterir.
			Sabit Süratli Hareket	F.6.3.2.1.Sürati tanımlar ve birimini ifade eder. F.6.3.2.2.Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir.
	Vücudumuzdaki Sistemler ve Sağlığı	Canlılar ve Yaşam	Sinir Sistemi	F.6.6.1.1. Sinir sistemini, merkezî ve çevresel sinir sisteminin görevlerini model üzerinde açıklar.
			Duyu Organları	F.6.6.2.1. Duyu organlarına ait yapıları model üzerinde göstererek açıklar.
7	Güneş Sistemi ve Ötesi Hücre ve Bölünmeler	Dünya ve Evren Canlılar ve Yaşam	Uzay Araştırmaları Mayoz	F.7.1.1.6. Basit bir teleskop modeli hazırlayarak sunar. F.7.2.3.2. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde gösterir.
	Kuvvet Enerji	Fiziksel Olaylar	Enerji Dönüşümü	F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar (Tasarımlar çizimle ortaya konulur, üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmez).
	Saf Madde Karışımlar	Madde ve Doğası	Maddenin Tanecikli Yapısı	F.7.4.1.4. Çeşitli molekül modelleri oluşturarak sunar.
	Işığın Madde ile Etkileşimi	Fiziksel Olaylar	Işığın Kırılması ve Mercekler	F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar (Öncelikle tasarımı çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir).
	Elektrik Devreleri		Ampullerin Bağlanma Şekilleri	F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar (Öncelikle tasarımı çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir).

**Tablo.4.1.** Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik kazanımlar (MEB, 2018) (Devam).

8	DNA ve Genetik Kod	ve Canlılar ve Yaşam	DNA ve Genetik Kod	F.8.2.1.2. DNA'nın yapısını model üzerinde gösterir.	3
	Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi	Fiziksel Olaylar	Elektrik Enerjisinin Dönüşümü	F.8.7.3.2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümü temel alan bir model tasarlar.	
	Basit Makineler	Fiziksel Olaylar	Basit Makineler	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).	

Tablo 4.1.' de yer alan model oluşturma ve model kullanmaya yönelik kazanımlar; sınıf seviyesi, ünite, konu alanı ve konu bakımından ayrı ayrı incelendiğinde, programda 4. sınıf seviyesinde model oluşturma ve kullanmaya yönelik herhangi bir kazanımın yer almadığı, model kazanımlarının ise en çok 6. sınıf seviyesinde olduğu görülmektedir. Model kazanımı olarak kabul edilen kazanım cümleleri içerisinde *model* kelimesi geçen ve *model* kelimesi geçmediği halde model oluşturmayı veya model kullanmayı gerektiren kazanımlar (örtük olarak model kullanımını içeren kazanımlar) da yer almaktadır. Bu kazanımların *model* kelimesini içerip içermeme durumlarına ve sınıf seviyesine göre dağılımı Tablo 4.2.' de yer almaktadır.

**Tablo 4.2.** Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan model kazanımlarının sınıf seviyesine göre dağılımı.

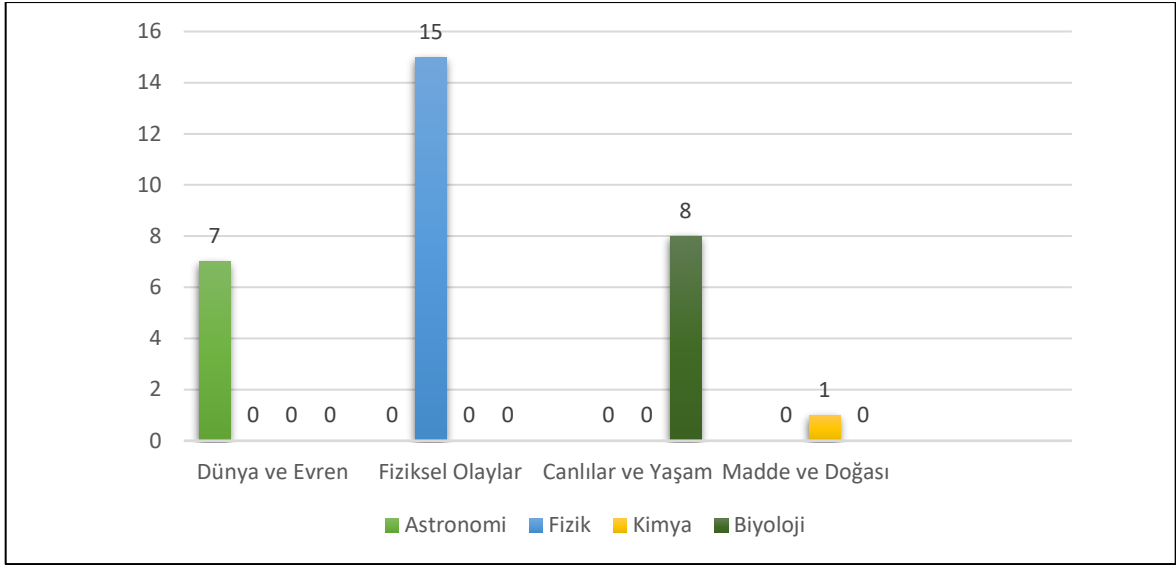
Seviye	Model kelimesi içeren kazanımlar (f)	Örtük olarak model kullanımı içeren kazanımlar (f)
3. sınıf	2	-
4. sınıf	-	-
5. sınıf	3	5
6. sınıf	8	4
7. sınıf	3	3
8. sınıf	2	1

Tablo 4.2’ de ‘... model üzerinde gösterilir, ...model üzerinden açıklar/oluşturur/ tasarlar/gösterir’ gibi model kazanımı olduğu açıkça belirtilen kazanımların sayısı 18’dir. Bunun yanı sıra, ‘...bir düzenek tasarlar, ...şema kurar, ... çizimle ifade eder, ... grafik üzerinde gösterir’ gibi model çeşitlerini içerdiğinden örtük model kazanımları olarak kabul edilen kazanımların sayısı ise 13’tür. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018)’nda 3. sınıf seviyesinden 8. sınıf seviyesine kadar model oluşturma ve kullanmayı gerektiren toplam 31 kazanım bulunmaktadır. Bu kazanımların programdaki konu alanlarına göre dağılımı Tablo 4.3.’ te yer almaktadır.

**Tablo 4.3.** Konu alanlarına ve sınıf seviyelerine göre model kazanımlarının 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

Tablo 4.3.’ te programın yapısında yer alan *Dünya ve Evren*, *Fiziksel Olaylar*, *Canlılar ve Yaşam* ve *Madde ve Doğası* konu alanlarının her birine ait model kazanımı sayısı incelendiğinde, 15 kazanım ile en fazla *Fiziksel Olaylar* konu alanında model kazanımının yer aldığı görülmektedir. *Canlılar ve Yaşam* konu alanında 8 model kazanımı varken, *Dünya ve Evren* konu alanından 7 model kazanımı yer almaktadır. *Madde ve Doğası* konu alanında ise sadece 1 model kazanımı yer almaktadır. Bu konu alanlarının ait olduğu disiplinler Şekil 4.1.’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Farklı disiplinlere göre model kazanımlarının dağılımı.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model oluşturma ve kullanmaya yönelik toplam 31 kazanımdan 15'inin fizik, 8'inin biyoloji, 7'sinin astronomi ve sadece 1'inin de kimya disiplinine ait olduğu göze çarpmaktadır.

Ayrıca, literatürde model ve referansı arasındaki ilişkiyi tanımlayan *temsil, açıklama* ve *tahmin* boyutlarının (Bokulich, 2009; Bryce vd., 2016; Chittleborough & Treagust, 2009; Contessa, 2011; Giere, 2004; Lee, 1999; Oh & Oh, 2011; Shen, 2006), güncel Fen bilimleri Öğretim Programı'nda yer alma durumu Tablo 4.4.' te verilmiştir.

Tablo 4.4. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model boyutlarının dağılımı.

Modellerin Boyutları	İlgili Kazanım	f
Temsil	F.3.1.1.2. Dünya'nın şekliyle ilgili <i>model hazırlar.</i> F.3.1.2.3. Dünya yüzeyindeki kara ve suların kapladığı alanları <i>model üzerinde karşılaştırır.</i> F.5.1.1.2. Güneş'in büyüklüğünü Dünya'nın büyüklüğüyle karşılaştıracak şekilde <i>model hazırlar.</i> F.5.1.4.1. Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre hareketlerini <i>temsil eden bir model hazırlar.</i> F.5.3.1.2. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre <i>modeli tasarlar.</i> 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 <i>çizimle gösterir.</i> F.5.5.4.1. Tam gölgenin nasıl oluştuğunu gözlemleyerek basit ışın çizimleri ile gösterir. F.5.7.1.1. Bir elektrik devresindeki elemanları <i>sembollerle gösterir.</i> F.5.7.1.2. <i>Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.</i> F.6.1.1.2. Güneş sistemindeki gezegenleri, Güneş'e yakınlıklarına göre sıralayarak <i>bir model oluşturur.</i>	24

**Tablo 4.4.** Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan model boyutlarının dağılımı (Devam).

	<p>F.6.1.2.3. Güneş ve Ay tutulmasını temsil eden <i>bir model oluşturur</i>.</p> <p>F.6.3.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü <i>çizerek gösterir</i>.</p> <p>6.3.1.3. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyle ve <i>çizimle gösterir</i>.</p> <p>F.6.3.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir.</p> <p>F.7.1.1.6. Basit bir teleskop modeli hazırlayarak sunar.<sup>3</sup></p> <p>F.7.2.3.2. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde gösterir.</p> <p>F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar (Tasarımlar <i>çizimle ortaya konulur</i>, üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmez).</p> <p>F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar (Tasarımlar <i>çizimle ortaya konulur</i>, üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmez).</p> <p>F.7.5.3.5. Ayna veya mercekle kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar (Öncelikle tasarımını <i>çizimle ifade etmesi istenir</i>. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir).</p> <p>F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar (Öncelikle tasarımını <i>çizimle ifade etmesi istenir</i>. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir).</p> <p>F.8.2.1.2. DNA'nın yapısını <i>model üzerinde gösterir</i>.</p> <p>F.8.5.1.2. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar (Öncelikle tasarımını <i>çizimle ifade etmesi istenir</i>. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir).</p> <p>F.8.7.3.2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümü temel alan <i>bir model tasarlar</i>.</p>	
Açıklama	<p>F.6.2.2.1. Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini <i>modeller kullanarak açıklar</i>.</p> <p>F.6.2.3.1. Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini <i>model kullanarak açıklar</i>.</p> <p>F.6.2.4.1. Solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.</p> <p>F.6.2.5.1. Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları <i>model üzerinde göstererek görevlerini özetler</i>.</p> <p>F.6.3.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder.</p> <p>F.6.6.1.1. Sinir sistemini, merkezî ve çevresel sinir sisteminin görevlerini model üzerinde açıklar.</p> <p>F.6.6.2.1. Duyu organlarına ait yapıları model üzerinde göstererek açıklar.</p>	7
Tahmin	-	-

Tablo 4.4.' te yer alan 31 model kazanımı, model boyutları açısından incelendiğinde, 24 kazanımın modellerin *temsil* boyutu ile ilgili olduğu göze çarpmaktadır. Bu kazanımlar referans sistemi herhangi ölçekte *bir benzerini tasarlama, çizerek gösterme, sembolle ifade etme, grafik üzerinde gösterme* şeklinde temsil etmektedir. Kazanımların 7'si modellerin referans sistemi *izah etme, basitleştirme, gerekçe sunma, özetleme* amacı ile kullanıldığı *açıklama* boyutunu içermektedir. Bu kazanımlarda, ... *model üzerinde tanımlar/ özetler/*

<sup>3</sup> Bu kazanım hem temsil, hem de açıklama boyutunda yer almaktadır.

*açıklar* şeklinde ifadeler yer almaktadır. Bilinen bir referans sistemden yola çıkarak bilinmeyeni açıklamak olarak tanımlanan modellerin *tahmin* boyutunu içeren herhangi bir model kazanımına program dâhilinde rastlanmamıştır.

## 4.2. FBÖA' nın Model Oluşturma ve Kullanmaya Yönelik Öğretim Etkinliklerine İlişkin Bulgular

FBÖA' nın sunmak üzere seçtiği kazanımların toplam sayısı 69; kazanımlarda model kullanma ve oluşturma etkinliklerini kapsayan kazanım sayısı ise 30'dur. Geriye kalan 39 kazanımda herhangi bir model kullanma ve oluşturma kazanımı yer almamaktadır. Kazanımların içeriği Bölüm 3'te Tablo 3.4.'te detaylı şekilde açıklanmıştır. Bu kazanımlara uygun olarak FBÖA tarafından hazırlanan ders planları, ders sunumlarının dijital formları ve araştırmacı tarafından tutulan alan notlarının analizinden elde edilen bulgulara ilerleyen başlıklarda yer verilmiştir.

### 4.2.1. FBÖA' nın ders planlarına ilişkin bulgular

FBÖA' nın DP1, DP2, DP3,... şeklinde numaralandırarak analiz edilen ders planlarında yer alan model etkinliklerinin, 5E Öğretim Yöntemi' nin giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme basamaklarının hangisinde ya da hangilerinde bulunduğu Tablo 4.5'te yer almaktadır.

**Tablo 4.5.** FBÖA' nın ders planlarında yer alan model etkinliklerinin 5E Öğretim Yöntemi basamaklarındaki dağılımı.

5E Öğretim Yöntemi Basamakları	Ders planları	f
Giriş	DP5, DP6, DP10, DP13, DP18, DP24, DP28, DP29, DP32, DP34, DP39, DP40	12
Keşfetme	DP1, DP4, DP5, DP6, DP8, DP9, DP10, DP12, DP13, DP15, DP17, DP18, DP19, DP21, DP23, DP24, DP27, DP28, DP29, DP32, DP34, DP40	22
Açıklama	DP1, DP2, DP3, DP8, DP12, DP14, DP21, DP23, DP27, DP29, DP32, DP35, DP36, DP40	14
Derinleştirme	DP2, DP3, DP4, DP5, DP6, DP8, DP9, DP12, DP14, DP21, DP22, DP23, DP28, DP30, DP33, DP35, DP36	17
Değerlendirme	DP2, DP5, DP17, DP30, DP32, DP35, DP36	7
Hiçbiri	DP7, DP11, DP16, DP20, DP26, DP31, DP37, DP38	8



5E Öğretim Yöntemi' ne uygun olarak FBÖA' nın hazırladığı ders planlarının içeriğinde yer alan model etkinlikleri her bir basamağa göre incelendiğinde, toplam 40 ders planından 22'sinde model etkinliklerinin öğrencilere gözlem yapma, araştırma yeteneklerini gösterme ve sorgulama fırsatı tanıyan *keşfetme* basamağında yer aldığı göze çarpmaktadır. Öğrenilen bilgilerin yeni durumlara uygulanmasına fırsat veren *derinleştirme* basamağında model etkinliklerine yer veren 17 ders planı; bilinmeyen kavram ya da olgunun tanımlandığı, toplanan bilgilerle yeni bilgiye ulaşılmaya çalışılan *açıklama* basamağında ise, model etkinliklerine yer veren 14 ders planı yer almaktadır. Derse katılımı sağlamak amacı ile dikkat çekmeyi gerektiren ve 5E Öğretim Yöntemi' nin ilk aşaması olan *giriş* basamağına ait model etkinliklerini kapsayan ders planı sayısı 12 iken, geri bildirim alındığı ve anlama seviyelerinin belirlendiği *değerlendirme* basamağında model etkinliklerinin sadece 7 ders planı ile sınırlı kaldığı göze çarpmaktadır. Ayrıca 8 ders planının içeriğinde herhangi bir model etkinliğine de rastlanmamıştır. Ders planlarında yer alan model etkinlik cümleleri, ders planı numarası, hangi öğretim basamağında yer aldığı ve hangi kazanıma ait olduğu örnekler ile aşağıda yer almaktadır:

'Öğretmen öğrencilerden her bir lego parçasını canlıları oluşturan küçük parçalarmış gibi olduğunu düşünmelerini ister.' (DP6, Giriş basamağı, F.7.2.1.1.Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır.).

Öğretmen derse ilk olarak ilgilerini çekebilecekleri 'elektrik korkusu' adlı kısa süreli elektriğin yokluğunda dönüşümlerin sağlanmadığı animasyon video içeriğini izlettirir. (DP28, Giriş basamağı, F.8.7.3.2.Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüşümünü temel alan bir model tasarlar.).

Öğretmenin seçtiği üç öğrenci tahtaya çağrılır. Güneş, Dünya ve Ay olmaları istenir. Öğretmen model olacak öğrencilere ne yapmaları gerektiğini sessizce söyler. (DP4, Keşfetme basamağı, F.5.1.4.1. Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre hareketlerini temsil eden bir model hazırlar.).

Dünya modeli küresinde Türkiye'nin yerini bulalım, oyuncak arabayı Türkiye'nin üzerine tutalım. (DP5, Keşfetme basamağı, F.3.1.1.1. Dünya'nın şeklinin küreye benzediğinin farkına varır.).

Yapmış olduğunuz 'Solunum Sistemi Modeli Oluşturalım' etkinliği ile soluk alıp vermede etkili olan soluk borusu ve akciğerlerin nasıl çalıştığını gözlemlediniz. Soluk alıp verme sırasında burun, yutak, gırtlak, soluk borusu ve akciğerler görevlidir. (DP1, Açıklama basamağı, F.6.2.4.1. Solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.).

Öğretmen sınıfa bir adet portakal getirir. Öğrencilere ‘‘Portakalın güneş ile benzerlikleri nelerdir?’’ diye sorar ve sınıfta beyin fırtınası yapmalarını ister. Bu etkinlik ile yapılan çalışma değerlendirilir. Bilgiler yanlış biliniyorsa doğruyu öğrenmesi sağlanır. Daha sonra konu anlatılmaya başlanır.’ (DP23, Açıklama basamağı, F.5.1.1.2. Güneş’in büyüklüğünü Dünya’nın büyüklüğüyle karşılaştıracak şekilde model hazırlar.).

Öğretmen "Dünya'nın şeklinin küreye benzediğini öğrendik peki biliyorsunuz ki küre içi dolu yuvarlak demektir, demek ki Dünya'nın içi de dolu acaba içinde ne olabilir?" diye sorar. Öğrencilerin cevapları alındıktan sonra bilgisayardan Dünya'nın katmanlarını gösteren bir fotoğraf gösterilir ve şu soru sorulur "Dünya'nın yüzeyinden merkezine doğru bir yolculuk yapabilseniz hangi katmanlarla karşılaşırdınız?" Öğrencilerden alınan cevaplar doğrultusunda öğretmen şu açıklamayı yapar." Dünya katmanlardan oluşmaktadır. Dünya'nın yüzey ve iç kısmında bulunan katmanların neler olduğunu daha iyi kavramak için 'Dünya'nın katmanları' isimli deneyi yapalım. (DP5, Derinleştirme basamağı, F.3.1.1.1. Dünya'nın şeklinin küreye benzediğinin farkına varır; F.3.1.1.2. Dünya'nın şekliyle ilgili model hazırlar.).

Renkli A4 kâğıtlarına devre elemanlarından bazılarını pil sayısı fazla, bazılarını da pil sayısı az, bazılarını ampul sayısı az ve bazılarını da ampul sayısı fazla olacak şekilde basit devre elemanları tek tek çizilir. Daha sonra bu kâğıtlar öğrencilere rastgele dağıtılır. Dağıtıktan sonra öğrencilerden o kâğıttaki devrenin parlaklıklarının nasıl olduğunu altlarına yazılması istenir.’ (DP22, Derinleştirme basamağı, F.5.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin ederek test eder.).

Öğretmen bu kısımda öğrencilere konuyu pekiştirmeleri amaçlı deney yaptırır. Öğrencilere 5’ er kişilik grup oluşturmaları istenir. Daha sonra öğretmen daha önceden getirdiği malzemeleri çıkarır (25 kişilik bir sınıf için) ve öğrencilere dağıtır Öğrencilere hazırladığı labirenti çözdürerek sürati hesaplamaları ve birimleri göstermesi istenir. (DP36, Değerlendirme basamağı, F.6.3.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder; F.6.3.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir.)

Öğretmen, Yıkıcı doğa olaylarından korunmak herhangi birinden korunmak için gruplara ayrılan öğrencilerden gelecek derse bir ev tasarlanması ister. (DP17, Değerlendirme basamağı, F.5.6.3.1. Doğal süreçlerin neden olduğu yıkıcı doğa olaylarını açıklar; F.5.6.3.2. Yıkıcı doğa olaylarından korunma yollarını ifade eder.)

FBÖA tarafından hazırlanan ders planlarında yer alan model etkinliklerindeki modellerin kullanım amaçlarına göre boyutları Tablo 4.6.’ da açıklanmaktadır.

**Tablo 4.6.** 5E Öğretim Yöntemi basamaklarına göre ders planlarındaki model boyutlarının dağılımı.

Modellerin boyutları	Boyutların açıklaması	5E Öğretim Yöntemi Basamakları				
		Giriş (f)	Keşfetme (f)	Açıklama (f)	Derinleştirme (f)	Değerlendirme (f)
Temsil	Temsil yoluyla referans sistemin yer tutuculuk görevini üstlenmesine karşın, referansın yapısal özelliklerini birebir yansıtmak zorunda değildir.	6	13	3	12	6
Açıklama	Referans alınan sistemi izah etme veya gerekçe sunma olarak görülmektedir. Aynı zamanda sözlü mesaj şeklinde kişi, olay veya nesne gibi etki alanlarını da temsil eder.	2	1	9	1	-
Tahmin	Bilinen referanslar veya süreçlerden, hayal edilen bir mekanizmaya benzerlik öne sürülerek ulaşmayı içerir.	4	8	2	4	1
Toplam		12	22	14	17	7

Tablo 4.6.' da yer alan bulgulara göre, FBÖA' nın hazırladığı 40 ders planında, 5E Öğretim Yöntemi' nin *Giriş* basamağında yer alan 12 model etkinliğinden 6'sının modellerin referans sistemin yer tutuculuk görevini üstlenmesine karşın, referansın yapısal özelliklerini birebir yansıtmak zorunda olmadığı *temsil* boyutunda olduğu göze çarpmaktadır. *Giriş* basamağında bilinen referanslar veya süreçlerden, hayal edilen bir mekanizmaya benzerlik öne sürülerek ulaşmayı içeren *tahmin* boyutunun 4 ders planında yer almaktadır. Yine bu basamakta FBÖA tarafından hazırlanan ders planlarında en az kullanılan model boyutu, referans alınan sistemi izah etme veya gerekçe sunma olarak görülen ve aynı zamanda sözlü mesaj şeklinde kişi, olay veya nesne gibi etki alanlarını içeren *açıklama* boyutu olmuştur. Ders planlarının Giriş basamağına ait model boyutlarını içeren cümlelere ilgili kazanımları ile aşağıda yer verilmektedir:

Öğretmen, devre elemanları sembollerini tahtada öğrencileri kaldırarak tablo şeklinde oluşturulur.’ (DP13, Giriş basamağı, Modellerin temsil boyutu, F.6.7.2.1 Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini dener.).

Birlikten kuvvet doğar atasözü, destek ve hareket sistemimizi çok güzel özetliyor. Çünkü resimlerini gördüğünüz destek ve hareket sisteminin üyeleri olan kaslarımız ve kemiklerimiz birlikte ve sistemli bir şekilde çalışır.’ (DP29, Giriş basamağı, Modellerin açıklama boyutu, F.6.2.1.1.Destek ve hareket sistemine ait yapıları örneklerle açıklar.).

Öğretmen öğrencilerine farklı yön ve doğrultuda kuvvetleri temsil eden resimler gösterir. Öğretmen, ‘Sizce neden bu resimleri gösterdim, ortak yönleri neler?’ diyerek öğrencilerin düşünmesini ister.’ (DP40, Giriş basamağı, Modellerin tahmin boyutu, 6.3.1.3. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyle ve çizimle gösterir.)

FBÖA’ nın keşfetme basamağında yer alan modellerin temsil boyutuna ait ders planlarının sayısı 13 iken, tahmin boyutuna ait ders planlarının sayısı 8 olarak bulunmuştur. Bu basamakta en az kullanılan model boyutu, 1 ders planı ile açıklama boyutu olarak karşımıza çıkmaktadır. Keşfetme basamağındaki modellerin temsil, açıklama ve tahmin boyutlarına ait örnek cümleler şöyle sıralanmaktadır:

Öğrencilerin tartışmaları sağlandıktan sonra öğrencilere çizgisiz A4 kâğıdı dağıtılarak kâğıdı ikiye katlamaları istenir. Kâğıdın bir tarafına temiz dünya, bir tarafına da kirli dünyayı çizmeleri istenir. (DP24, Keşfetme basamağı, Modellerin temsil boyutu, F.5.6.2.1. İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini ifade eder. ).

Sınıfın 8 kişilik gruplara ayrılması istenir ve her gruba gereken malzemeler (yapıştırıcı, renkli kâğıt, makas) verilerek mayoz bölünme evrelerini yapmaları ve altına açıklamaları istenir. Burada öğrenciler iş bölümü yaparak çalışmalarını tamamlar ve sınıfta arkadaşlarına sunar. Eksik noktalar tartışılır. (DP18, Keşfetme basamağı, Modellerin açıklama boyutu, F.7.2.3.2. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde inceler.)

Balon etkinliğinde öğrenciler 3-4 kişilik karma gruplar oluşturulur. Her gruba balon, el işi kâğıdı, makas, yapıştırıcı dağıtılır. Öğrencilerden bu malzemelerle dünyadaki kara ve suların dağılımının nasıl olabileceğini tahmin etmeleri ve göstermeleri istenir. (DP8, Keşfetme basamağı, Modellerin tahmin boyutu, F.3.1.2.1. Dünya’nın yüzeyinde karaların ve suların yer aldığını kavrar.)

5E Öğretim Yönetimi’nin açıklama basamağına gelindiğinde, FBÖA’ na ait 9 ders planının modellerin açıklama boyutunu içerdiği, temsil boyutunun 3 ders planında, tahmin

boyutunun ise sadece 2 ders planında yer aldığı görülmektedir. Ders planlarının açıklama basamağına ait model boyutlarını içeren etkinliklerdeki örnek cümleler ise şöyledir:

Gezegenlerin özelliklerinden sonra öğrencilere gezegenleri temsil eden bir kod verilir. **Meraklı Vedat Dünkü Maçta Jale' ye Sordu, Umut Nasıldı?** Merkür-Venüs-Dünya-Mars-Jüpiter-Satürn-Uranüs-Neptün. (DP14, Açıklama basamağı, Modellerin temsil boyutu, F.6.1.1.2. Güneş sistemindeki gezegenleri, Güneş'e yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur.).

Sindirim sistemi bölümlerini içeren animasyon video izletilerek konu özetlenir. Link: <https://www.youtube.com/watch?v=khOCW3EMvIw> (DP3, Açıklama basamağı, Modellerin açıklama boyutu, F.6.2.2.1 sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model üstünden açıklar.).

DNA şekli incelenerek nükleotitlerin yapısında dört çeşit organik baz bulunabilir. Bunlar; adenin(A), timin(T), sitozin(C) ve guanin(G) dir. Nükleotitlerin yapısında bulunan şeker çeşidi ise deoksiriboz şekeri (D) dir. DNA molekülünü oluşturan yapılar aşağıdaki tabloda verildiği gibi özel sembollerle gösterilir ve bu yapılar büyük harfler kullanılarak isimlendirilir. (DP27, Açıklama basamağı, Modellerin açıklama boyutu, F.8.2.1.2. DNA' nın yapısını model üzerinde gösterir.).

İskelet sistemini oluşturma etkinliğinde öğrenciden oynar eklemde yer alan raptiyeyi yeşil renk, oynamaz eklemde yer alan raptiye kırmızı renk, yarı oynar eklemde yer alan raptiyeyi turuncu renk raptiyeyle işaretlemesi istenir. Daha sonra raptiyelerin iskelet sistemindeki hangi yapıyı temsil ettiği öğrenciye sorulur.' (DP29, Açıklama basamağı, Modellerin tahmin boyutu, F.6.2.1.1.Destek ve hareket sistemine ait yapıları örneklerle açıklar.).

Derinleştirme basamağına ait bulgular incelendiğinde, 12 ders planının modellerin temsil boyutunda, 4 ders planının da tahmin boyutunda olduğu görülmektedir. Sadece bir ders planında modellerin açıklama boyutu ile ilgili model etkinlikleri yer almaktadır. Ders planlarının derinleştirme basamağına ait model etkinliklerinde yer alan örnek cümleler aşağıda yer almaktadır:

Tahtaya Güneş ve Dünya modelini temsil eden iki öğrenci çağrılır. Öğretmen ayın evreleri olan çizimler için 8 öğrenci çağırır. Öğrenciler arka arkaya dizilir. İlk önce yeni ay resmini alan öğrenci Güneş ve Dünya'nın arasına girer daha sonra tek tek evreler dizilir. Evreler dizildikten sonra Güneş kendi etrafında döner ve Ay Dünya'nın etrafında dolanır. Ve etkinlik sonlanır. (DP4, Derinleştirme basamağı, Modellerin temsil boyutu, F.5.1.4.1. Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre hareketlerini temsil eden bir model hazırlar.).

Öğrenciler rahat hareket edebilecekleri bir alanda ayakta dururlar. Oyunu yöneten kişi katılımcılara her birinin boşlukta gezinen birer atom olduklarını söyler. Hareketlerinin hızını belirleyen tek faktör ortamın sıcaklığı olduğunu açıklarlar. Sıcaklık yükseldikçe, atomların hareket etme hızı artar, sıcaklık düştükçe hızları düşer. Ayrıca atomlar başka atomlarla birleşerek molekül oluşturma eğilimindedir açıklamasını yaparlar'. (DP9, Derinleştirme basamağı, Modellerin açıklama boyutu, F.7.4.1.3.Aynı veya farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade eder.).

Öğretmen öğrencileri 6' şarlı gruplar halinde ayırır. Her gruba 1 kâğıt verir. Öğretmen öğrencilere "Eğer okul bir hücre olsaydı okuldaki her bir alan neye benzerdi ?" diye sorarak beyin fırtınası yapmalarını ister. Ve okuldaki bölgeleri hücredeki hangi kısma benzetiyorlarsa kâğıda benzettikleri organelin adını yazıp yapıştırmalarını ister.' (DP6, Derinleştirme basamağı, Modellerin tahmin boyutu, F.7.2.1.1.Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır.).

Değerlendirme basamağında yer alan model etkinlikleri incelendiğinde, toplam 7 ders planının 6'sında modellerin temsil boyutuna ait etkinliklere yer verildiği, 1 ders planında modellerin tahmin boyutunun yer aldığı görülmektedir. Modellerin açıklama boyutuna ait herhangi bir model etkinliğinin değerlendirme basamağında yer almadığı göze çarpmaktadır. FBÖA' na ait ders planlarının değerlendirme basamağına ait model etkinliklerinde yer alan örnek cümleler şöyledir;

Aşağıdaki resimde yer alan 1-2-3 şeklinde numaralandırılmış beyin bölümleri hangi organları temsil etmektedir?' (DP2, Değerlendirme basamağı, Modellerin temsil boyutu, F.6.6.1.1. Sinir sistemini, merkezi ve çevresel sistemini model üzerinde açıklar.).

Öğretmen, öğrencilerden Dünya'nın şeklini günlük hayatta nelere benzediğini tahmin etmelerini ister. Bu örneklerden hangilerinin dünyanın katmanını da oluşturabileceği sorar.' (DP5, Derinleştirme basamağı, modellerin tahmin boyutu, F.3.1.1.1. Dünya'nın şeklinin küreye benzediğinin farkına varır.).

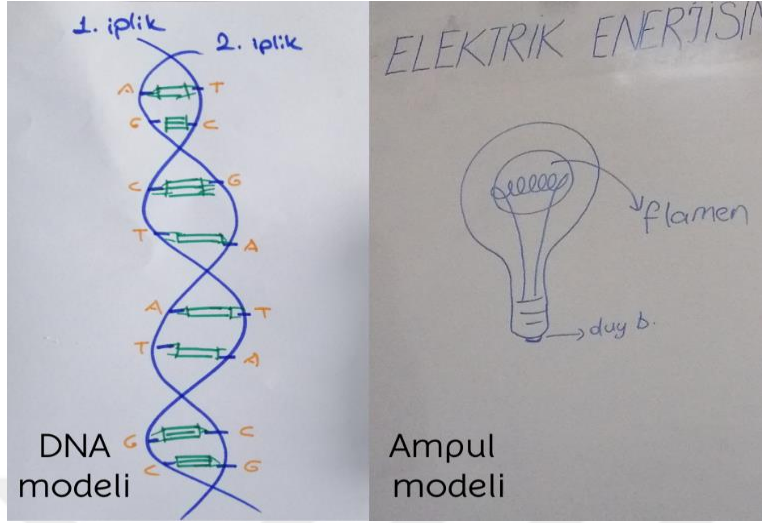
#### **4.2.2. FBÖA' nın ders sunumlarına ait bulgular**

Ders planlarını seçtikleri kazanımlara uygun olacak şekilde hazırlayan FBÖA' nın bir ders saati (45 dakika) süresi içerisinde gerçekleştirdikleri ders sunumları esnasında Microsoft Office PowerPoint sunumu ve ders içi etkinliklerinde yer alan model çeşitlerine ilişkin gözlem ve alan notlarından elde edilen verilere ait kodlama listesi Tablo 4.7.' de yer almaktadır. Bahsi geçen model çeşitleri, Bölüm 2' de detaylı şekilde sınıflandırılmış, ilgili tema, kategori, kod ve alt kodlar bu bölümdeki içerikler takip edilerek belirlenmiştir.

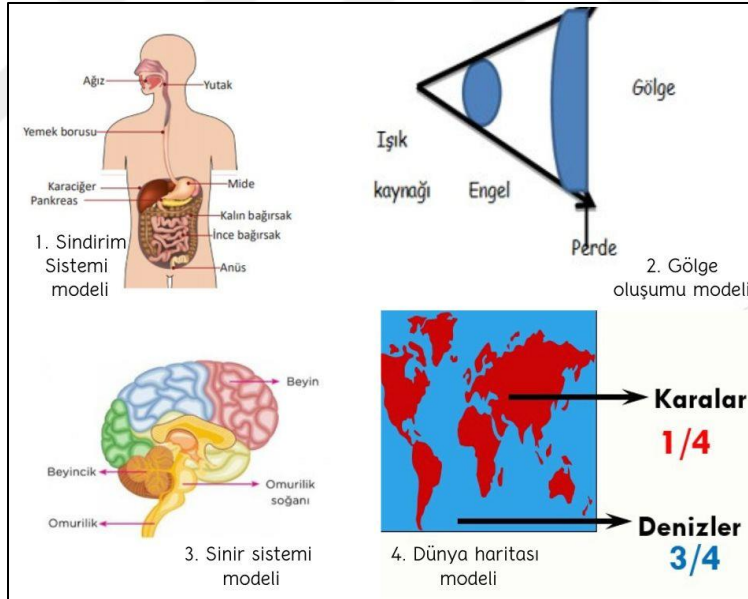
**Tablo 4.7.** FBÖA'nın ders sunumları esnasında kullandıkları model çeşitlerinin kodlanması ve frekans dağılımı.

<b>Tema</b>	<b>Kategori</b>	<b>Kod</b>	<b>Alt kod</b>	<b>Frekans</b> N=40	
Model Çeşitleri	Somut Modeller	Fonksiyonel modeller	3 boyutlu modeller	14	
			Rol oynama	5	
		Resimli modeller	2 boyutlu çizimler	18	
				2 boyutlu hazır resimler	14
		Diyagram modeller	Tablolar	7	
			Grafikler	2	
			Kavram Haritaları	4	
			Zihin haritaları	2	
		Zihinsel Modeller	Sözel-teorik modeller	Analojiler	15
		Matematiksel Modeller		Formüller/ Denklemler	2
			Semboller	3	
	Bilgisayar Tabanlı Modeller	Simülasyonlar	Animasyon videolar	6	

Tablo 4.7. incelendiğinde, FBÖA'nın ders sunumları sırasında en çok somut modelleri kullandıkları görülmektedir. Somut modeller olarak sınıflandırılan, kolayca yorumlayabildiğimiz, elle tutulur malzemelere dayanan modellerin alt basamağı olan resimli modeller iki boyutlu çizimleri ve iki boyutlu hazır resimleri kapsamakta ve bu modeller FBÖA'nın ders sunumlarında sıklıkla tercih ettiği model çeşidi olarak karşımıza çıkmaktadır. 18 öğretmen adayı, sunumlarında 2 boyutlu çizim modellerine başvurmuş, 14 öğretmen adayı da 2 boyutlu hazır resim modelleri kullanmıştır. Yalnız bir FBÖA hariç, diğer FBÖA ders sunumları esnasında resimli modelleri, *resim* ve *fotoğraf* olarak adlandırmış, bunların model olduğuna dair herhangi bir açıklama veya yorumda bulunmamıştır. FBÖA'nın ders sunumlarında kullandıkları resimli modellere örnekler Şekil 4.2a ve Şekil 4.2b.'de yer almaktadır.



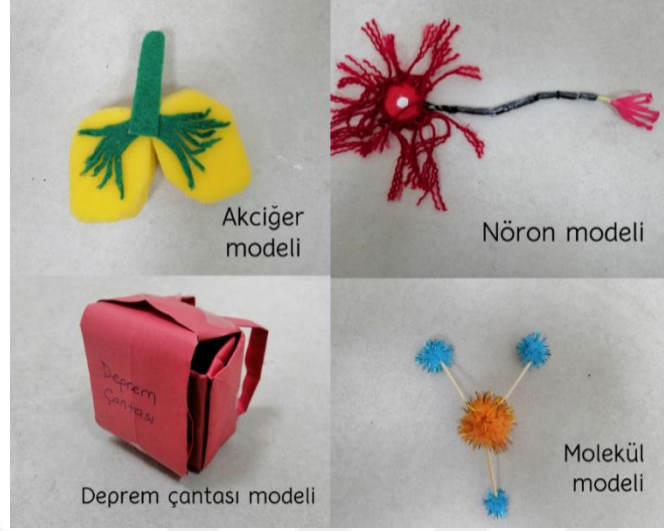
**Şekil 4.2a.** FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları resimli modellere örnek gösterimler (2 boyutlu çizimler).



**Şekil 4.2b.** FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları resimli modellere örnek gösterimler (2 boyutlu hazır resimler).

FBÖA' nın kullandıkları bir diğer somut model çeşidi de fonksiyonel somut modeller olmuştur. 14 öğretmen adayı ders sunumları esnasında 3 boyutlu modellerden faydalanmıştır. 5 öğretmen adayı da rol oynama etkinliği gerçekleştirmiştir. Şekil 4.3a. ve Şekil 4.3b.' de FBÖA' nın ders esnasında kullandıkları fonksiyonel somut modellere yer verilmektedir.



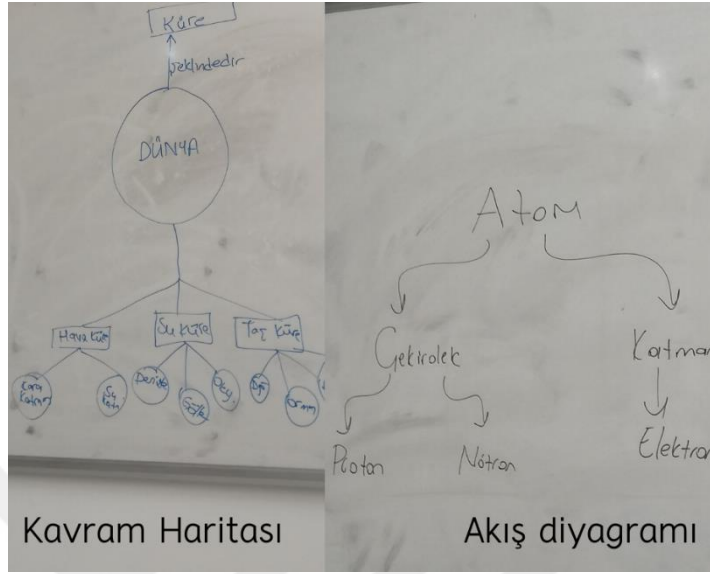


**Şekil 4.3a.** FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları fonksiyonel somut modellere örnek gösterimler (3 boyutlu modeller).



**Şekil 4.3b.** FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları fonksiyonel somut modellere örnek gösterimler (rol yapma etkinliği).

FBÖA tarafından kullanılan diğer model çeşidi de haritalar, şekiller, akış şemaları, kavram haritaları, zihin haritaları gibi iki boyutta olmaları sayesinde kâğıt veya ekran gibi farklı ortamlarda yer alabilen modelleri kapsayan diyagram modellerdir. Tablolar 7, grafikler 2, kavram haritaları 4 ve zihin haritaları 2 FBÖA tarafından kullanılmıştır. Şekil 4.4.'te FBÖA tarafından kullanılan diyagram modellere örnekler yer almaktadır.



**Şekil 4.4.** FBÖA' nın ders sunumu esnasında kullandıkları diyagram modellere örnek gösterimler.

FBÖA, ders anlatımlarında kelimelerin cümleye dönüştüğü yapılandırılmış sözel modellerden olan ve belirli açılardan birbirine benzeyen iki sistem arasındaki karşılaştırmayı içeren analogilere başvurmuşlardır. 15 FBÖA, kendi zihinsel modellerinden yararlanarak referans sistem hakkında bilgi vermek amacıyla analogi içeren cümleler kurmuşlardır. Öğretmen adaylarına ait analogik modellere örnek cümleler şöyledir;

Uzun ince bir yoldayım, gidiyorum gündüz gece' şarkısı ile ağızdan başlayan sindirimin yolculuğunu düşünebiliriz. (ÖA3, Sindirim Sistemi)

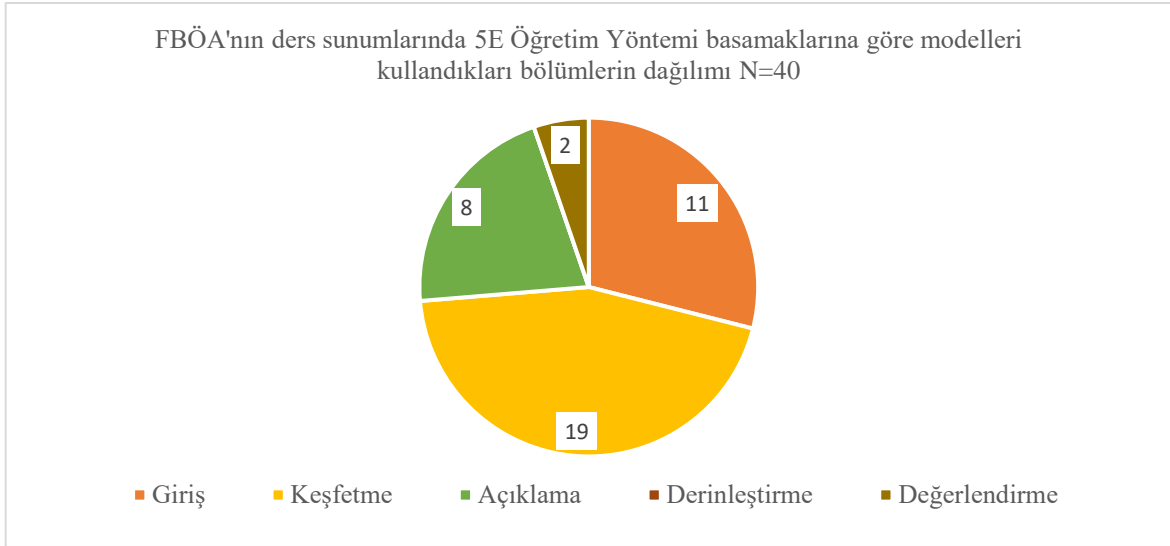
Eve gideceğiniz bir uzun bir de kısa yol olduğunu düşünün. Hangi yoldan giderken daha çok yorulursunuz? Geniş bir caddeden mi yoksa daha dar bir sokaktan geçerken mi rahat yürürsünüz? (ÖA13, Elektriğin İletimi, Tel uzunluğu- Ampul parlaklığı arasındaki ilişki; Kesit alanı- Ampul parlaklığı arasındaki ilişki)

Eğer okul bir hücre olsaydı, hangi bölüm hangi organeli temsil ederdi? (ÖA6, Hücre ve Hücrenin Organelleri)

Öğretmen adayları analogileri genel olarak soru cümlesi şeklinde kullanmışlar, öğrencilerden analogi kurdukları durum ile referans sistem arasında bir ilişki kurmalarını beklemişlerdir. Ancak her ne kadar benzetmelerden yararlanarak ilgili konuyu anlaşılır kılma çabasında olsa da kullandıkları yapının model olduğunun farkında olmadıkları görülmüştür.

Soyut fikirlerin formüller, denklemler, semboller şeklinde ifade edildiği matematiksel modeller ve referans sistemin çok yakın bir taklidi gibi kabul edilen bilgisayar temelli modellerden biri olan simülasyonlar, FBÖA tarafından en az kullanılan model çeşidi olmuştur. Ek olarak, öğretmen adaylarının ders sunumlarında somut modellerden ölçeklendirilmiş model; zihinsel modellerden de kavramsal model, dini-ilahi, edebi veya siyasi herhangi bir modele de rastlanmamıştır.

FBÖA' nın ilgili modelleri ders sunumunun hangi bölümünde kullandıklarına ilişkin bulgular Şekil 4.5' te yer almaktadır.



**Şekil 4.5.** FBÖA' nın ders sunumlarında 5E Öğretim Yöntemi basamaklarına göre modelleri kullandıkları bölümlerin dağılımı.

Şekil 4.5. incelendiğinde, FBÖA' nın tümünün 5E Öğretim Yöntemi basamaklarına göre hazırladıkları ders sunumları esnasında model oluşturma ve kullanma etkinliklerini gerçekleştirdiği ve bu etkinlikleri en çok *keşfetme* (f=19) basamağında kullandıkları görülmektedir. Keşfetme basamağını, *giriş* (f=11) ve *açıklama* (f=8) basamakları izlemektedir. Değerlendirme basamağında sadece 2 FBÖA model etkinliğine yer vermiştir. Ders sunumları esnasında, *derinleştirme* basamağına ait herhangi bir model oluşturma ve kullanmaya yönelik etkinliğe rastlanmamıştır.

FBÖA bu model etkinliklerini, ders sunumlarında model boyutları olan temsil, açıklama ve tahmin yapma amaçlarıyla kullanmışlardır. Tablo 4.8.' de ders sunumunda kullanılan model boyutlarına ait kodlar ve frekans dağılımı verilmiştir.

**Tablo 4.8.** FBÖA'nın ders sunumunda kullandıkları model boyutlarının kodlama planı ve frekans dağılımı (N=40).

Tema	Kategori	Kod	Açıklama	Alt kod	Frekans
Modellerin Boyutları	Kullanım Amacına Göre Modeller	Temsil	Temsil yoluyla referans sistemin yer tutuculuk görevini üstlenmesine karşın, referansın yapısal özelliklerini birebir yansıtmak zorunda değildir.	Çalışma prensibini somutlaştırma	7
				Referansı temsil etme	17
		Açıklama	Referans alınan sistemi izah etme veya gerekçe sunma olarak görülmektedir. Aynı zamanda sözlü mesaj şeklinde kişi, olay veya nesne gibi etki alanlarını da temsil eder.	Çalışma prensibini açıklama	3
				Referans sistemi tanımlama	6
		Tahmin	Bilinen referanslar veya süreçlerden, hayal edilen bir mekanizmaya benzerlik öne sürülerek ulaşmayı içerir.	Çalışma prensibi hakkında tahmin yürütme	3
				Referans sistemi tahmin etme	5

Tablo 4.8' e göre, FBÖA ders planlarında olduğu gibi ders sunumlarında da en çok referans sistemi *temsil* boyutuna başvurmuşlardır (Bkz. Tablo 4.6.). Modellerin temsil boyutunu kullanan öğretmen adayları bu temsili soyut, bilinmeyen veya anlatmak istedikleri olgunun çalışma prensibini somutlaştırmak amacıyla ya da sadece referansın yer tutuculuk görevini üstlenmesi amacıyla kullanmışlardır. Temsil amacıyla kullandıkları modeli öğrencilere sunarken *profil, şekil, simge, görsel, maket, materyal, tasarım, yapı* ve *şey* gibi sözel ifadelerle nitelendiren öğretmen adayları, *model* kelimesini nadir olarak ve çoğunlukla somut 3 boyutlu modeller için kullanmışlardır. Öğretmen adaylarının modellerin temsil boyutu ile ilgili örnek cümleleri şu şekildedir:

(Önceden hazırladığı 3 boyutlu çevre kirliliğini anlatan model üzerinde) ... Arkadaşlar bu tasarımda gördüğünüz gibi nüfus artışı ve sanayi ile birlikte çevre kirliliği hava, su, gürültü şeklinde olabilir. Bulutlar kararır, insanlar ağaçları keser, trafik sorunu oluşur (ÖA24, Modellerin temsil boyutu, çalışma prensibini somutlaştırma).

Şimdi biz de kendi dinamometremizi yapalım. Şuradaki şeye benzer (gerçek bir dinamometreyi işaret ederek) bir dinamometre oluşturacağız. (ÖA19, Modellerin temsil boyutu, referansı temsil etme).

FBÖA'ndan 3'ünün sunum esnasında açıklama boyutunda kullandıkları modelleri, referans sistemin çalışma şeklini açıklamak amacıyla kullandıkları görülmüştür. Bu kısımda temsili yapılan birimlerin tanımlarından ziyade işlevleri hakkında açıklamalara yer verilmiştir. Açıklama boyutunda referans sistemin birimlerine ait tanımlara yer verilen ders sunumu sayısı ise 6'dır.

Ben küçük bir maket hazırladım. Şekil üzerinden açıklamak gerekirse, Güneş ve Ay tutulmaları şu şekilde gerçekleşiyor. (ÖA32, Modellerin açıklama boyutu, referans sistemin çalışma prensibini açıklama)

Arkadaşlar ben bir şey (modeli göstererek) hazırladım. Bu bir boşaltım sistemi. Görmüş olduğunuz bu iki kısım da böbrekler. Böbrekler boşaltımın başladığı organdır. (ÖA10, Modellerin açıklama boyutu, referans sistemi tanımlama)

Bilinen referanslar veya süreçlerden, hayal edilen bir mekanizmaya benzerlik öne sürülerek ulaşmayı içeren *tahmin* boyutuna gelindiğinde, FBÖA'nın ders sunumu öncesi hazırladıkları 19 ders planında modellerin tahmin boyutunda model etkinliği (Bkz. Tablo 4.6.) yer almasına rağmen FBÖA'dan sadece 9'u ders sunumu esnasında modellerin tahmin boyutuna başvurmuştur. Tahmin boyutuna örnek cümleler aşağıda verilmiştir.

Suluk alıp verirken sizce ciğerlerde neler gerçekleşiyor? Bu model üzerinde (akciğer modelini işaret ederek) bunu anlatabilecek var mı? (ÖA1, Modellerin tahmin boyutu, referans sistemin çalışma prensibini tahmin etme).

Şu nöron modelini incelemenizi istiyorum. Modelde hangi kısımlar var? Nasıl bir yapıya benziyor? Saçaklı kısma ne diyoruz? (ÖA2, Modellerin tahmin boyutu, referans sistemi tahmin etme).

### **4.3. FBÖA ile Gerçekleştirilen Görüşmelere İlişkin Bulgular**

Model ve model oluşturmaya ilişkin anlayışlarını incelemek amacıyla, ders sunumlarını bitiren her bir FBÖA ile 7 maddelik ve gerektiğinde sorulmak üzere sonda soruları da içeren yarı-yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bir öğretmen adayı pilot uygulama, 1 öğretmen adayı da görüşmeye katılma konusunda istekli olmadığı için görüşmeler 38 FBÖA ile yürütülmüştür. Görüşme soruları, bir modelin ne olduğu, modellerin özellikleri, işlevleri, avantaj ve dezavantajları ve model etkinlikleri için yararlanılan

kaynaklar olmak üzere ayrı ayrı içerik analizine tabii tutulmuş, tablolar ve açıklamalarda kullanılmak üzere öğretmen adaylarının isimleri ÖA1, ÖA2, ÖA3,.. şeklinde kodlanmıştır.

FBÖA' na ilk olarak bir modelin ne olduğu, modeli nasıl tanımladıkları, ders içinde kullandığı modellerin olup olmadığı sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarının model tanımını kategorisine ait kod listesi ve frekans dağılımı Tablo 4.9.' da yer almaktadır.

**Tablo 4.9.** FBÖA' nın model tanımlarına ait kodlama listesi ve frekans dağılımı (N=38).

Kategori	Kod	Alt kod	Frekans
FBÖA' nın model tanımı	Somut temsiller	Elle tutulan gözle görülen temsiller (2 boyutlu ve 3 boyutlu)	16
		Soyut, ulaşılamayan durumların canlandırılması	7
		Referansın küçültülmüş hali	6
		Referansın büyütülmüş hali	2
	Öğrenmeyi kolaylaştıran her şey	Ders içi kullanılan araç-gereçler	6
		Ders içi etkinlikler	6
	Örnekler	Gerçek nesneden alınan kesit, parça	1
		Bir konuyu açıklamak için verilen örnek	1
	Bilgisayar tabanlı temsiller	Animasyon videolar	1
		Dijital resimler	1

Tablo 4.9. incelendiğinde FBÖA' nın model tanımları arasında en sık rastlanan söylemleri (f=16) modellerin elle tutulan gözle görülen temsiller olduğudur. Öğretmen adaylarının birçoğu modellerin referans sistemin yer tutuculuk görevini somut bir şekilde üstlendiğini vurgulamaktadır. Ders sunumlarında da etkinliklerinin çoğunu somut modellerle gerçekleştiren FBÖA, görüşmeler esnasında da fonksiyonel modeller ve ölçekli modellere vurgu yaparak model tanımına yönelik anlayışlarının, *elle tutulan, gözle görülen, beş duyu organı ile ifade edilen, belirli bir hacmi ve şekli olan, 2 veya 3 boyutlu, soyut konuları somuta çeviren, ulaşılamayan durumları somut şekilde aktaran ya da referans sistemin küçültülmüş/büyütülmüş hali* gibi somut temsillere dayandığını göstermektedir. Ayrıca öğretmen adayları modelleri tanımlarken cümlelerini *şey, nesne, materyal, araç-gereç,*

*malzeme* gibi somut anlam ifade eden kelimeler ile sonlandırmışlardır. Modelleri somut temsiller olarak ifade eden öğretmen adaylarına ait örnek cümleler şöyledir:

Soyut ve anlatılamayan şeyleri onların (öğrencilerin) zihninde canlandırmak için... ..daha basit yapılmış, yani elle tutulur 3 boyutlu olan şeylerdir. (ÖA4, Model tanımı, Somut temsiller)

Bir kavramı açıklayabilmem için oluşturduğum ya da hazır olarak getirdiğim malzeme. (...) örneğin sindirim sistemi için heykel olarak getirip bir insan vücudunu gösterebilirdim. (ÖA3, Model tanımı, Somut temsiller)

Model, aklımızda canlandırdığımız ya da direk o an sınıf ortamına getiremediğimiz şeyleri gösterebilmek amacıyla somut şekilde yaptığımız şeylerdir. (ÖA10, Model tanımı, Somut temsiller)

Gidip gözlemleyemediğimiz şeylerin maketini yaparak. Hani büyük olur ya genelde yapılan icatlar, büyük şeylere ait olduğundan onları küçülterek yapılmış şekline denir. (ÖA12, Model tanımı, Somut temsiller, Referansın küçültülmüş hali)

Mesela, hücreyi düşünürsek, onun içindeki kısımları, mesela ribozom gibi bu tarz şeyleri büyüterek (...) ben kendim yaparsam buna model derim. (ÖA15, Model tanımı, Somut temsiller, Referansın küçültülmüş hali)

Mimarlıkta falan soyut şeyi somutlaştırıyor ama bizdekiler (fen dersi konuları için) soyut daha çok. Bizde (fen bilimlerinde) küçük şeyleri büyüten, büyük şeyleri küçültür modeller. (ÖA31, Model tanımı, Somut temsiller, Referansın ölçeklendirilmiş hali)

FBÖA' dan bir kısmı da (f=12), öğrenmeyi kolaylaştıran her şeyin model olduğunu ifade etmiştir. Bu gruptaki öğretmen adayları modelleri *ders içi materyal* olarak kabul ederek, modellerin herhangi bir temsil boyutundan bahsetmeden ders içi kullanılan tüm araç-gereçler ve etkinlikleri, öğrencinin yeni bir bilgiyi öğrenmesine yardım edecek türden olduğu sürece tüm uygulamaları model kapsamına almaktadır. Bu gruptaki öğretmen adaylarına ait örnek cümleler ise şu şekildedir:

Ders içinde kullandığım tüm materyallere model diyebilirim. (...) dersi anlatabilmek için kullanılan her şey. (ÖA33)

Mesela sunumumda madeni para deneyi vardı (...) Maddenin genişmesini anlatan öyle küçük bir deney vardı, bunun gibi derste kalıcılığı sağlayacak her şeye model diyebilirim. (ÖA38)

Dersi anlatırken kullandığımız, nasıl desem? Öğrencinin anlamasını kolaylaştıran (...) daha kolay anlatmak için derse getirdiğim şeyler, araçlardır. (...) derste kullandığım her şey modeldir bana göre. (ÖA30)

Bir diğer model tanımı da modellerin *örnekler* olduğudur. Bir öğretmen adayı, modellerin referans sistemin içinden alınan bir *kesit, numune, parça anlamında* referansa ait örnek olduğunu; bir diğer öğretmen adayı da derste verdiği tüm örneklerin model olduğunu şu cümleler ile belirtmiştir:

İlkokulda soğan zarı incelemiştik mikroskopta. (...) Soğandan alıyoruz ya hani bir parça şeyin (lamel) içine koyuyoruz, onların içine koyduğumuz soğanın şeyi (parça) modeldir işte. (ÖA5).

Ders esnasında yeni bir konu ile ilgili günlük hayattan verdiğimiz örnekler birer modeldir mesela Günlük hayatta birleştirir öğrenci o konuyu hatırladığında ne anlama geldiğini bilir tanır onu. (ÖA16)

İki FBÖA, modellerin bilgisayar temelli yapılar olduğunu belirtmiş, ders sunumunda kullandıkları animasyon videoları ve yapay zekâ destekli dijital etkinlikleri model olarak değerlendirmiştir.

Bulgular arasında göze çarpan bir diğer durumsa, FBÖA' nın ders sunumları esnasında analogik modellerden sıkça yararlanmış (f=15) olmalarına karşın, görüşmeler esnasında analogiler, edebi modeller, dini- ilahi modeller, siyasi modeller gibi sözel-teorik modellere ait herhangi bir model tanımına yer vermemeleridir.

Kendi model tanımlarını yapan FBÖA' na daha sonra birtakım nesnelere gösterilmiş, bunlardan hangisini ya da hangilerini model olarak kabul ettiklerini, model olarak kabul ediyorlarsa gerekçelerini; model olarak kabul etmiyorlarsa da gerekçelerini belirtmeleri istenmiştir. Bu nesnelere; 3 boyutlu çiçek maketi, çiçek çizimi, kuş biblosu, Dyojen heykeli gibi somut model olan nesnelere ve canlı çiçek, pet şişe, kitap gibi model olmayan referans sistemleri kapsamaktadır. FBÖA' nın model olarak kabul ettiği ve etmediği nesnelere frekans dağılımı Tablo 4.10.' da yer almaktadır.



**Tablo 4.10.** FBÖA' nın model olarak kabul ettiği ve etmediği nesnelere frekans dağılımı (N=38).

Nesneler	FBÖA'na gösterilen örnek nesnelere	FBÖA' nın model olarak ettikleri (f)	Yüzde %	FBÖA'nın model olarak etmedikleri (f)	Yüzde %
Model olan nesnelere	3 boyutlu çiçek maketi	37	97	1	3
	2 boyutlu çiçek çizimi	20	53	18	47
	Kuş biblosu	31	82	7	18
	Dyojen heykeli	31	82	7	18
Model olmayan nesnelere	Canlı çiçek	23	61	15	39
	Pet şişe	17	45	21	55
	Defter	16	42	22	58

FBÖA' nın Tablo 4.10.'da yer alan ve somut modeller olan nesnelere yönelik cevapları incelenecek olursa, öğretmen adaylarının %97'sinin 3 boyutlu maket çiçeğin, %82'sinin kuş biblosunun ve yine aynı şekilde %82'sinin Dyojen heykelinin model olduğu yönünde görüş bildirdikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bu üç modeli, model olarak nitelendirirken, *3 boyutlu olma, gerçeğine benzeme, elle tutulur gözle görülür olma ve derste kullanıma uygun olma* gibi gerekçelerle bu modelleri model olarak kabul ettikleri gözlenmiştir. Ancak, FBÖA' nın %47'si gibi büyük bir bölümünün, 2 boyutlu çiçek çizimi modelini model olarak kabul etmediği ve *çizimlerin model olmadığını, sadece şekil olduğunu, 2 boyutlu nesnelere model olamayacağını* belirttikleri görülmüştür. Model olan nesnelere yönelik FBÖA' nın kullandıkları cümleler şu şekildedir:

3 boyutlu çiçek maketi modeldir. Çünkü bunun üzerinde dersi anlattığımda gerçeği gibi ben bunun gövdesini, taç yaprağını gösterebilirim. (ÖA23)

Kuş biblosu modeldir. Hani, bir kuş bu, tabi biblosu ama canlı değil sadece kuşa benzetilmiş, kanatları var elle tutabiliyorum sonuçta 3 boyutlu. Evet modeldir. (ÖA12)

Dyojen heykeli model midir ? (...) Bence modeldir küçük ve yani gerçeğine de benziyor.(ÖA9)

2 boyutlu çiçek çizimi (...) Bence ders kapsamında bir model sayılmaz bu şekilde değil de kartondan yapılırdı olabilirdi (ÖA33)

Çiçek çizimi model değil, çizim bu sadece. 3 boyutlu değil. Maket ile karşılaştırınca 2 boyutlu bu, o yüzden model olamaz. (ÖA8)

FBÖA' nın canlı çiçek, pet şişe, defter gibi model olmayan referans sistemlerin model olup olmadığına yönelik cevapları şaşırtıcıdır. Öğretmen adaylarının %61'i gibi büyük bir çoğunluğu canlı çiçeği model olarak kabul etmiş ve canlı çiçek için *gerçek model, canlı model* gibi tanımlamalarda bulunmuşlardır. Ayrıca pet şişe (%42) ve defteri (%45) model olarak kabul eden öğretmen adayları derste kullanabilecekleri *materyaller* oldukları için bu nesnelere model olarak tanımladıklarını belirtmişlerdir. Canlı çiçek, pet şişe ve defter nesnelere model olarak kabul etmeyen öğretmen adayları da bu nesnelere bir *sistemi temsil etmediğini, bir sisteme benzer olmadığını* belirtmişlerdir. FBÖA' nın model olmayan referans sistemlere ait örneklerle ilişkin verdikleri yanıtlar şu şekildedir:

Bence canlı çiçek modeldir ..gerçek bir model. Yapay değil ..bitki konusunu anlatırken çiçekli ve çiçeksiz bitkileri anlatırken kullanabilirim. (ÖA25, Model olmadığı halde model olarak kabul ettikleri nesne)

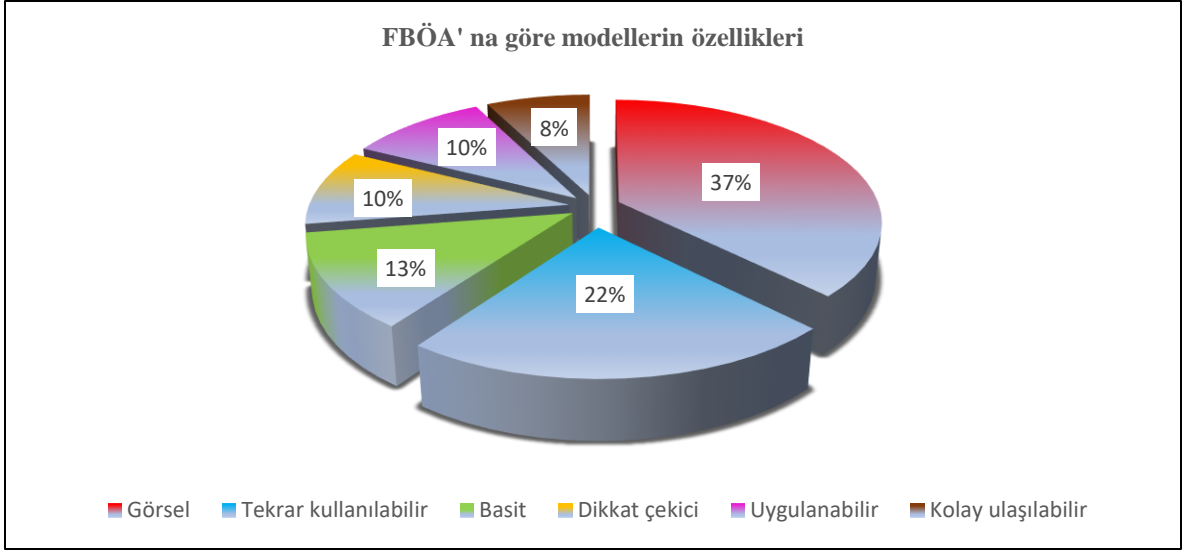
Evet, bu çiçek (canlı çiçeği işaret ederek) bir modeldir, somut ve dokunabilirim, (...) Bir çiçeğin özelliğini gösterebileceğim gerçekçi bir model. (ÖA29, Model olmadığı halde model olarak kabul ettikleri nesne)

Evet, canlı çiçek bir modeldir (...) (canlı çiçeği göstererek) bu çünkü canlı bir modeldir, çiçek dediğimde onların (öğrencilerin) kafasında tasarladıkları ile birebirdir. Hani maket gibi değil de gerçek bir modeldir. (ÖA32, Model olmadığı halde model olarak kabul ettikleri nesne)

Pet şişe de bir model. Çünkü pet şişe dendiğinde aklıma ilk gelen bu. Derste sıvılar konusunda kullanabilirim (ÖA20, Model olmadığı halde model olarak kabul ettikleri nesne)

Defter bir modeldir, derste kullanabilirim, elle tutulur somut bir şey sonuçta, modeldir. (ÖA23, Model olmadığı halde model olarak kabul ettikleri nesne)

FBÖA' na görüşme esnasında yöneltilen bir diğer soru da modellerin özelliklerinin ne olduğudur. Öğretmen adaylarının modellerin özelliklerine yönelik verdiği yanıtların dağılımı Şekil 4.6.' da yer almaktadır.



**Şekil 4.6.** FBÖA' na göre modellerin sahip olduğu özellikler

Şekil 4.6. incelendiğinde, FBÖA' na göre, modellerin sahip olduğu özelliklerin başında modellerin görsel yapılar (%37) oldukları gelmektedir. Öğretmen adayları, bir modelin referans sistemi görsel olarak temsil etmesi ve referansın dış görünümündeki unsurların modelde de yer alması gerektiğini belirterek model özelliklerinin de somut olduğuna atıfta bulunmuştur. Ayrıca modellerin elle tutulan gözle görülen nesnelere olduğu tanımlanmasına modellerin özelliklerinde de rastlanmıştır. Yine FBÖA' na göre modeller, sınıf ortamında birden fazla kez kullanılabilir (%22) yapıdadırlar. Bu gruptaki FBÖA modellerin kolay bozulmayan somut formda nesnelere olduğunu ve sınıf ortamında defalarca kullanabileceğini belirtmişlerdir. Basit (%13), dikkat çekici (%10), uygulanabilir (%10) ve kolay ulaşılabilir (%8) olmaları da öğretmen adayları tarafından ifade edilen model özelliklerindedir.

Bir diğer görüşme sorusunda FBÖA' na model oluşturma ve kullanımının avantaj ve dezavantajlarının neler olduğu sorulmuştur. Ders içi model oluşturma ve kullanmanın avantaj ve dezavantajları hem öğretmen hem de öğrenci açısından değerlendirilmiştir. FBÖA' na göre ders içi model oluşturma ve kullanımının avantaj ve dezavantajları Tablo 4.11' de yer almaktadır.

**Tablo 4.11.** FBÖA' na göre ders içi model oluşturma ve kullanımının avantaj ve dezavantajlarına ait kod listesi ve frekans dağılımı (N=38).

Tema	Kategori	Kod	Alt kod	Frekans (f)
Modellerin Avantajları	Öğretmen açısından derste kullanımının avantajları	Öğretim faaliyetlerinde kolaylık sağlama	Somutlaştırma	17
			Dikkat çekme	6
			Çoklu zekâya hitap etme	6
			Karmaşık olguyu basitleştirme	2
Öğrenci açısından derste kullanılmasının avantajları	Öğrenim faaliyetlerinde kolaylık sağlama	Akılda kalıcılık	16	
		Çıkarımda bulunabilme	2	
Modellerin dezavantajları	Öğretmen model kullanımının dezavantajları	Maliyetli olma		5
			Zaman yönetiminde yaşanan sorunlar	6
Öğrenci açısından model kullanılmasının dezavantajları	Öğrenci açısından model kullanılmasının dezavantajları	Kavram yanılgıları	Modele ait yapısal özelliklerden kaynaklı kavram yanılgıları	16
			Öğretmen kaynaklı kavram yanılgıları	15
			Maliyetli olma	4
			Güvenli olmama	3

Tablo 4.11.'a göre FBÖA modellerin avantajlarını değerlendirdiklerinde, soyut konuları somutlaştırma, derse dikkati çekme, birden fazla duyuya yönelik oldukları için çoklu zekâya hitap etme ve karmaşık durumları basitleştirerek öğretim etkinliklerinde öğretmenlere kolaylık sağlama gibi avantajlara dikkat çekmişlerdir. Öğrenci açısından da, model etrafında yapılandırılan ders içeriklerinin, yeni bilgilerin öğrenci zihninde kalma sürelerine olumlu yönde etki edeceğini düşünmektedirler. Ayrıca öğrencilerin model üzerinden yeni bir konu hakkında tahminde bulunma, ön bilgi sahibi olma gibi avantajları olduğunu belirtmişlerdir. FBÖA' na ait örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır:

Mesela bir sınıfta yeni bir konu anlatacağım diyelim ki elimde bir modelle sınıfa girdim. Bir defa kesinlikle dikkat çeker, öğretmene yardımcı olur, öğrencinin öğrenmesine katkı sağlar (...) bir defa modeli görünce hatırlar öğrenci, kalıcı olur. (ÖA37)

Anlatacağımız konuyu göz önünde canlandırmak için yani soyut şeyleri somut yapar, başka basitleştirir yani konuyu, öğretmenin yükünü azaltır (...) farklı öğrenen öğrenciler oluyor bazen sınıflarda, modeller buna kolaylık sağlar, birden fazla duyu organına yönelimler. (ÖA7)

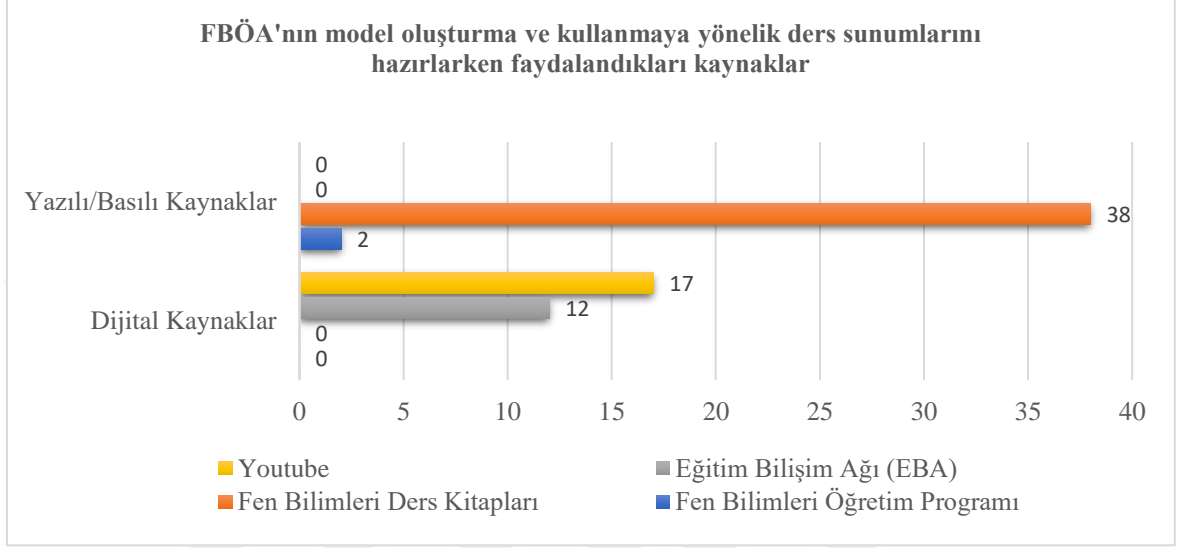
FBÖA, modellerin dezavantajlarını değerlendirdiklerinde ise öğretmen açısından model oluşturma etrafında yapılandırılacak bir dersin zaman alacağını (f=6) ve ders süresini ve sınıf yönetimini sağlamada öğretmenin birtakım sorunlarla karşılaşabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, modelleri oluşturma süreçlerinde kullanacakları materyallerin ekonomik yönden maliyetli olacağı, bu nedenle de her konu için ayrı model oluşturma öğretmen (f=5) bütçesine zarar vereceği öğretmen adaylarının söylemleri arasında yer almaktadır. FBÖA, modellerin dezavantajlarını öğrenci açısından değerlendirdiklerinde, en sık rastlanan yanıtın, modellerin dış görünümü veya çalışma şekli itibariyle yapısından kaynaklı olumsuz, eksik yanların (f=16) ve öğretmenin modeli öğrenciye aktarımında yaşanacak sıkıntıların (f=15) öğrenci için ileride değişmesi zor olan kavram yanlışlarına zemin hazırlayacağını belirtmektedirler. Öğretmenler açısından olduğu gibi model oluşturma öğretmen (f=4) bütçesine zarar vereceği de öğretmen adaylarının söylemleri arasında yer almaktadır. Ek olarak, 2 öğretmen adayı da modelleri deneyler olarak nitelendirdiklerini belirterek, model oluşturma sürecinde yanıcı, yakıcı, delici, kesici gibi kullanılan malzemedeki kaynaklı güvenlik sorunları oluşturabileceğini söylemişlerdir. FBÖA'nın model oluşturma ve kullanımının dezavantajları hakkında söylemlerine örnek ifadeler şu şekildedir:

Modelin üzerinde kullanılan renkler, mesela göz modeli, gerçeğinden farklı kullanılıyorsa ya da kornea diyelim sert malzemedeki yaptık diyelim yumuşak olmalıydı (...) çocuk buna (göz modeli üzerinde) dokunduğunda, gördüğünde onu (referans: gözün bileşenleri) sert sanacak. Yanlış öğrenmeye yol açar yani daha sonra bu (referans: göz) sertti diye savunabilir. (ÖA35, modele ait yapısal özelliklerden kaynaklı kavram yanlışlığı)

Güneş sistemi olsun diyelim ki biz onu sınıfta model ile küçültmüş oluyoruz. Eğer bunun küçük olduğunu, bu sistemin modelidir diye öğrenciye açıklamazsak daha önce hiç görmemiş öğrenci, onu (referans: güneş sistemi) küçük bir şey sanabilir, kavram yanlışlığı oluşur çocukta. (ÖA24, öğretmen kaynaklı kavram yanlışlığı)

Modellerin derste değil de maliyet belki olabilir, öğrenci o şeye ulaşamıyordur mesela malzemesine. Bunu (modele ait malzemeler) almak maliyet açısından ona zor gelebilir. (ÖA21, öğrenci açısından maliyetli olma)

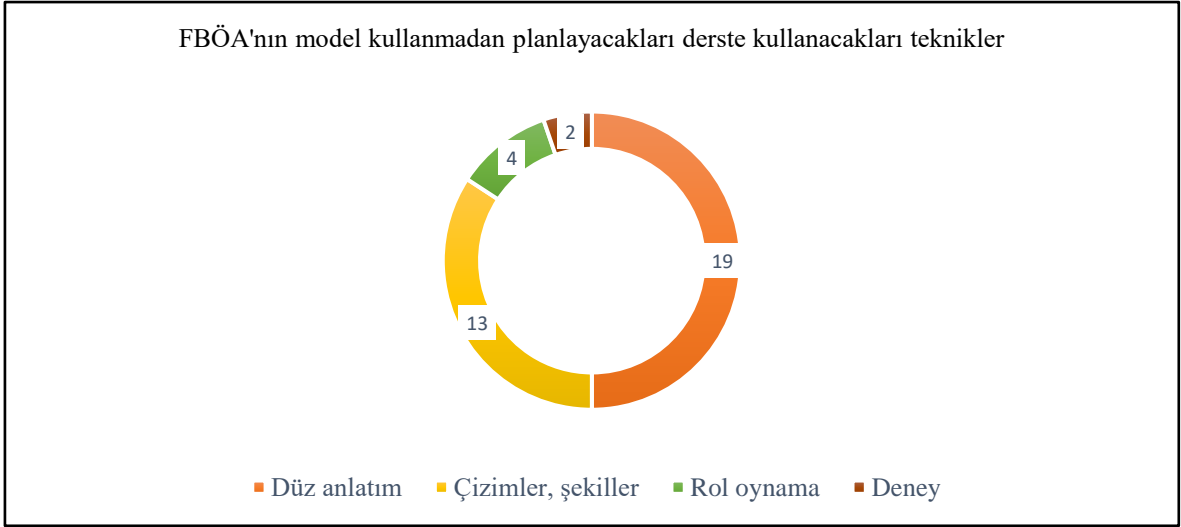
FBÖA' na yöneltilen bir diğer görüşme sorusu ise ders sunumlarını planlarken hangi kaynaklardan faydalandıkları olmuştur. Şekil 4.7' de FBÖA tarafından ders sunumlarını planlarken kullandıkları kaynakların dağılımı yer almaktadır.



**Şekil 4.7.** FBÖA' nın model oluşturma ve kullanmaya yönelik ders sunumlarını hazırlarken faydalandığı kaynakların dağılımı.

FBÖA, ders sunumu öncesi ders planlarını ve ders planlarında yer alan etkinlikleri hazırlamak amacıyla en fazla yazılı/basılı kaynaklardan faydalandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının tamamı (f=38), ilgili kazanımlara yönelik ders etkinliklerini Millî Eğitim Bakanlığı tarafından dağıtılan fen bilimleri ders kitaplarından oluşturduklarını belirtmiştir. Ders kitaplarının yanı sıra, 2 FBÖA kazanımların içeriğini anlamak amacıyla Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018)' na başvurduğunu söylemiştir. Dijital kaynaklara gelindiğinde ise, 17 FBÖA Youtube uygulaması içerisinde yer alan videolar arasından ilgili kazanımlara ait etkinlikleri izleyerek model örneklerini planladıklarını, 12 FBÖA da eğitim fakültesi öğrencilerinin içeriklerinden yararlanabildiği Eğitim Bilişim Ağı (EBA) olarak adlandırılan ve Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan sosyal eğitim platformunda, hizmet içi öğretmenlerin hazırladıkları geçmiş model etkinliklerinden faydalandıklarını belirtmişlerdir.

Görüşmelerin son sorusu olan, ders sunumlarınızı herhangi bir model kullanmadan gerçekleştirecek olsaydınız nasıl bir ders anlatımı planlardınız? sorusuna yönelik FBÖA' nın cevapları Şekil 4.8' de yer almaktadır.



**Şekil 4.8.** FBÖA'nın model kullanmadan planlayacakları bir derste kullanmayı tercih ettikleri tekniklerin dağılımı.

Şekil 4.7. incelendiğinde, 19 öğretmen adayının fen bilimleri dersini model kullanmadan yapılandıkları takdirde dersi sadece öğretmenin bilgiyi sözel ifadelerle öğrenciye aktardığı *düz anlatım* tekniğini kullanacağını belirttiği görülmektedir. 2 öğretmen adayı da fen dersinin içeriğine uygun olduğu takdirde konu ile ilgili *deneyle* başvuracağını belirtmektedir. FBÖA'nın arasında azımsanmayacak bir kısmının model kullanmadığı takdirde, çizimler-şekiller (f=13) ve rol oynama (f=4) gibi model çeşitlerini derste kullanmak üzere seçeceklerini belirttikleri görülmektedir.

## 5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın bu bölümü, FBÖA' nın model oluşturma ve kullanmaya yönelik öğretim etkinliklerinden ve görüşmelerden elde edilen bulgular ile ilgili tartışma, sonuç ve önerileri içermektedir.

### 5.1. Tartışma ve Sonuç

Çalışmanın alt problemlerinden biri olan Fen Bilimleri Öğretim Programı (MEB, 2018)'nda yer alan model oluşturma ve kullanma kazanımlarının içeriği nasıldır? sorusuna ait bulgular değerlendirildiğinde, programda yer alan 31 model kazanımından 18' inde kazanım cümlesinde *model* sözcüğünün yer aldığı, 13 kazanımda ise *model* sözcüğü geçmese dahi model çeşitlerinin kullanılması vurgulandığından model kullanımının yer aldığı görülmektedir. Programda, en fazla model kazanımı içeren sınıf seviyesi 6. Sınıf iken, en az model kazanımı 8. sınıf seviyesinde yer almaktadır. Öğretim programında konu ve sınıf düzeylerinde bütünsel ve öğrencilere bir defada kazandırılması hedeflenen çıktılar sağlamak için her öğretim basamağında tekrar eden kazanımlara ve açıklamalara yönelik sarmal bir yaklaşım benimsenmiştir (MEB, 2018). Programın sarmal yapısı gereği, alana özgü beceriler içerisinde yer alan ve bilimsel süreç becerilerinin önemli bir bileşeni olan model oluşturma yetkinliklerine ait kazanımların her öğretim basamağında artması beklenirken, programdaki model kazanımlarının 4. sınıf seviyesinde yer almaması ve fen bilimlerinin son öğretim basamağı olan 8. sınıf seviyesinde sadece 3 model kazanımının olması bu çalışmanın çarpıcı sonuçlarından. 8. sınıf seviyesinde model etkinliklerinin azalan bir seyir izlemesinin nedeni, 2013 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan model kazanımlarını inceleyen Ayvacı ve Bebek (2017)' e göre öğrencilerin bu öğretim basamağından hemen sonra liseye yerleştirilmek için girecekleri sınavdır. Bu nedenle güncel programda (MEB, 2018) da model kazanımları sayısı düşük tutulmuş olabilir.

Programdaki model kazanımlarının çoğunun fizik ve biyoloji disiplinine ait konular etrafında yapılandırıldığı, kimya disiplinine ait model etkinliklerinin sayıca en az olduğu belirlenmiştir. Bu durum, programdaki tüm kimya kazanımlarının sayısının diğer disiplinlere göre az yer tutması ve kimya disiplinine ait derslerin içeriğinin çoğunluğunun deney ortamında referans sistemlerin kendisiyle oluşturulan etkinliklere dayanması ile açıklanabilir. Ayrıca modellerin temsil, açıklama ve tahmin boyutları açısından programdaki



kazanımlar incelendiğinde, kazanımların en çok temsil boyutunda kullanıldığı, bilinen bir referans sistemden yola çıkarak bilinmeyi açıklemek olarak tanımlanan modellerin tahmin boyutunu içeren herhangi bir model kazanımına program dâhilinde rastlanmadığı göze çarpan bulgular arasındadır. Programda modellerin temsil boyutunun daha baskın şekilde kullanılması, modellerin daha çok yer tutuculuk görevi yapması; ya da modellerin fizik disiplininde daha fazla yer alması, onların yalnızca somut nesnelere olarak görülmesi şeklinde yorumlanabilir. Güncel programda ve ders kitaplarında yer alan modellerin çeşitlerine çalışmalarında yer veren araştırmacılar, programdaki model kazanımlarının daha çok harita, diyagram, grafik gibi diyagram modellere ya da fonksiyonel somut modellere yer verdiğini belirtmişlerdir (Aktan, Kaynak, Abdüsselam & Ardoğan, 2019; Altay, 2020). Programda modelin ne olduğu ve sınırları belirtilmediğinden öğretmenlerin ve öğrencilerin modelleri kendi model anlayışlarına göre yapılandırması da olasıdır.

FBÖA' nın ders planı hazırlayıp ortam, araç-gereç ve ders esnasında kullanılacak materyalleri düzenleyerek sunmaları, sunum yaptıkları konuların öğretmenlik becerisi açısından değerlendirilmesi gibi esaslara dayanan Özel Öğretim Yöntemleri-2 dersi için hazırladıkları ders planları, model oluşturma ve kullanmaya yönelik etkinlikler kapsamında değerlendirildiğinde, en fazla model etkinliğinin öğrencilere gözlem yapma, araştırma yeteneklerini gösterme ve sorgulamaya fırsat tanıyan *keşfetme* basamağında yer aldığı göze çarpmaktadır. Bunu, öğrenilen bilgilerin yeni durumlara uygulanmasına fırsat veren *derinleştirme* basamağındaki model etkinlikleri takip etmektedir. Ders planları içerisinde en az model etkinliğinin geri bildirim alınacağı ve anlama seviyelerinin belirlendiği *değerlendirme* basamağında olduğu çalışmanın bulguları arasındadır. FBÖA' nın ders sunumlarına gelindiğinde ise, ders planlarında olduğu gibi, sunum esnasında da model etkinlikleri en çok *keşfetme* basamağında kullanılmıştır. Öğretmen adayları ders sunumunda öğrencilere model üzerinden soru sorarak düşünmelerini sağlamak ve öğrencilerin bu problem durumuyla nasıl başa çıkacaklarını gözlemlemek istemiştir. Ancak 17 ders planında model oluşturma ve kullanma etkinlikleri derinleştirme basamağında olmasına rağmen ders sunumu esnasında bu basamağa ait herhangi bir model etkinliği olmadığı görülmüştür.

FBÖA' nın hem ders planları hem de ders sunumlarında modellerin en çok temsil boyutunu kullandıkları bulgular arasında yer almaktadır. Bu çalışmanın bulgularının aksine, yakın zamanda Altay (2020)' in, ders kitaplarındaki modeller ve hizmet içi öğretmenlerin

modeller hakkındaki değerlendirmelerini kapsayan çalışmasında, katılımcı fen bilimleri dersi retmenlerinin modellerin en çok açıklama boyutunu kullandıkları ve elik (2015)' in çalışmasında ise retmen adaylarının modellerin bilimdeki en önemli boyutunun açıklama olduğunu vurguladıkları tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise FBA, açıklama boyutunda öğrencinin ilgili kazanıma ait konuya ilişkin sorunların çözümünde nasıl bir strateji izlediğini, hangi yöntemleri kullandığını, problemin çözümünde yararlandığı bilgileri öğretmene sunmasını beklemek yerine, kazanıma ait konuyu kendileri açıklama eğiliminde bulunmuş, ğrenci pasif dinleyici konumuna geçmiştir. Modellerin temsil, açıklama ve tahmin boyutlarının, bilimsel modellerin ve model temelli görüşlerin fen eğitiminde sıklıkla uygulanması gerektiği araştırmacılar tarafından önerilmekte ve bunun nedeni olarak da zihinsel modellerin, dış temsil olan modeller ile ifade edildiği takdirde, eleştirilme, sınıf içi etkileşim ve paylaşım gibi bilginin öğrenilmesine aracılık eden ortak aşamaları da tecrübe edileceği belirtilmektedir (Oh & Oh, 2011).

Çalışmanın son alt problemi olan FBA' nın model oluşturma ve kullanımına ilişkin anlayışları nelerdir? sorusuna yanıt aramak için 38 FBA ile gerçekleştirilen yarı-yapılandırılmış görüşmelere ait bulgular bir bütünlük içinde değerlendirildiğinde, FBA' nın model tanımına yönelik cevaplarının ders planları ve ders sunumları ile paralellik gösterdiği, ve retmen adaylarının modelleri, elle tutulan, gözle görülen, beş duyu organı ile ifade edilen, belirli bir hacmi ve şekli olan, 2 veya 3 boyutlu, soyut konuları somuta eviren, ulaşılamayan durumları somut şekilde aktaran ya da referans sistemin küçültülmüş/büyütülmüş hali şeklinde tanımlayarak, tanımlarını genellikle somut temsillere dayandırdığı görülmektedir (Bkz. Tablo 4.9.). Ek olarak, FBA' nın ders sunumları esnasında analogik modellerden sıklıkla yararlanmış olmasına karşın, görüşmeler esnasında analogilere veya sözdizimsel benzetmeler olan sözel-teorik modellere ait herhangi bir model tanımına rastlanmamıştır. Literatürde, retmenler tarafından ders içinde kullanılan analogilerin, öğrenciler tarafından oluşturulan analogik modellerden daha yaygın olduğunu vurgulayan çalışmalar yer almaktadır (Lee, 2015). Ancak her ne kadar retmen adayları ders sunumlarında analogik sözel ifadelere başvurmuş olsalar da model tanımlarının çoğunun somut sistemler olduğundan yola çıkarak analogileri model olarak kabul etmedikleri ve analogilerin model olduğunun farkında olmadıkları sonucuna varılmıştır.

Yine ek olarak, öğretmen adaylarına gösterilen birtakım nesnelere ve bunların model olup olmadığıyla ilgili söylemleri değerlendirildiğinde, kendi model tanımlarına uygun cevaplar verdikleri ve modellerin çoğunlukla somut nesnelere oluşturdukları anlayışında oldukları savı desteklenmiştir. Modellerin 3 boyutlu olması gerektiğini savunan FBÖA, harita, grafik, akış şeması gibi somut modellerin alt basamağında olan diyagram modelleri model olarak kabul etmemişlerdir. Ayrıca 3 boyutlu nesnelere 'gerçek model' olduğu ile ilgili kavram yanlışlığı olan FBÖA sayısı azımsanmayacak seviyededir. Referans sistemi gerçek model, referans sistemin kopyalarını da 'yapay model' olarak düşünen bu gruptaki FBÖA'nın model kelimesini deney, örnek, materyal ve sınıfa getirebilecek her türden araç-gereç olarak düşündükleri görülmüştür. Bu bulguların, Özdemir' in (2017) 292 öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği tarama modeline dayanan nicel araştırmasında, öğretmen adaylarının modellerin doğasına ait sınırlı ve yanlış bilgilere sahip olduğu, neyin model olup neyin olmadığı konusunda karışıklık yaşadıkları sonuçları ve Grosslight vd.' nin (1991) öğrencilerin büyük çoğunluğunun modellerin referans sistemin temsili değil de gerçeğin kopyası olduklarını belirttikleri araştırmasının sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

FBÖA'nın tümü, ders sunumu esnasında Microsoft Office PowerPoint sunum programı kullanmasına ve sunum içerisinde dijital resim modellerden yararlanmasına rağmen, 2 FBÖA hariç bilgisayar tabanlı modelleri, model tanımlarına dâhil etmemiştir. Bu durum teknolojik çağın getirisi olarak günlük yaşamda kullandıkları pek çok aracın hangi kavram ve süreçlere dayandığına ilişkin sınırlı bilgiye sahip olduklarını göstermektedir. Noström (2013)' e göre, bireyler referans sistemlere ait nedenlerden çok, günlük hayatta hangi işlevi yerine getireceğine ve hangi nedenle kullanılacağına odaklanmayı tercih etmektedirler. Modellerin özellikleri söz konusu olduğunda FBÖA tarafından modellerin görsel yapılar oldukları sıklıkla dile getirilmiştir. Ayrıca modeller, birden fazla kez kullanılabilir, basit, dikkat çekici, uygulanabilir ve kolay ulaşılabilir yapıdadırlar. Bu görüşler araştırmacıların tanımladıkları model özellikleri ile paralellik göstermektedir (Gardner, 1993; Gilbert & Ireton, 2003).

FBÖA modellerin avantajlarını değerlendirdiklerinde, soyut konuları somutlaştırma, derse dikkat çekme, birden fazla duyuya yönelik oldukları için çoklu zekâyâ hitap etme ve karmaşık durumları basitleştirerek öğretim etkinliklerinde öğretmenlere kolaylık sağlama

gibi avantajlara değinmekte; öğrenci açısından ise, yeni öğrenilen bilgilere yönelik ön bilgi sahibi olmaya olanak tanıma, çıkarım yapma, kalıcılık sağlama gibi avantajlardan bahsetmektedirler. Dezavantaj olarak ise, FBÖA, modellerin doğru bir biçimde ifade edilmediği yani temsil ettiği referans sistem ile yapısal, anlamsal benzerlik taşıdığı ve taşımadığı noktalar doğru vurgulanmadığı takdirde, öğrencilerinde kavram yanılgısına neden olabileceğini belirtmişlerdir. Ancak FBÖA bu dezavantajın farkında olmalarına rağmen kendi model tanımlarında yer alan *gerçekliğin kopyası, sadece somut nesnelere, ders içinde yapılan tüm etkinlikler* gibi sınırlı bilgilere ve kavram yanılgılarına sahip olduğu görülmektedir. Walsh' a (2019) göre, modeller, kavram yanılgılarına meydan okumak ve yeni bir olgu hakkındaki düşünceyi değiştirmek için kullanılabilir, ancak doğru biçimde kullanılmadıkları takdirde var olan kavram yanılgılarını güçlendirebilir ve hatta yeni yanılgılar yaratabilirler. Araştırmacılar, doğru model kullanımının karmaşık bir sistemde saklı olan anahtar mekanizmaları görselleştirmede kullanılabilecek güçlü yapılar olduğunu düşünmekte (Gilbert, 2004; Harrison & Treagust, 2000; Vo, Forbes, Zagori & Schwarz, 2015) ve modellerin öğrenenleri gözlemden yorumlamaya ve hatta yeni iddialar oluşturmaya teşvik edebileceğini belirtmektedirler (Windschitl, Thompson & Braaten, 2008). FBÖA' nın modellerin özellikleri, ders içi kullanımları ve fen eğitimindeki önemi hakkında belli bir seviyede bilgiye sahip oldukları söylenebilir. Ancak modelin ne olduğuna dair kavramsal bir çerçeve çizmekte sorun yaşadıkları da görülmektedir. Ayrıca modellerin sınırlarının da öğretim programında net bir biçimde çizilmediği görülmektedir. Bu konuda çalışan araştırmacılar da fen eğitiminde modellere yönelik tanımlamaların geniş, net olmayan ve kavramsal olarak kötü olduğunu vurgulamaktadır (Van Driel & Verloop, 1999; Morgan & Morrison, 1999; Windschitl, Thompson, Braaten, & Stroupe, 2012; Belarmino, 2017).

## 5.2. Öneriler

Öğretim programında yer alan model kazanımlarına ait bulgulardan yola çıkılarak, araştırmacılar tarafından fen eğitimi alanında çağın gerekliliklerini karşılamada önemli rol oynadıkları belirtilen (Gilbert & Boulter, 1998; Passmore & Stewart, 2002; Ramadas, 2009) modellerin program dâhilinde az yer aldığı söylenebilir. Öğretim programlarında, modellerin ne olduğu ne gibi işlevlerle kullanılması gerektiği ve oluşturulma süreçlerine etki eden davranışların neler olduğu açıklayıcı biçimde belirtilmelidir. Bir modelin ne olup ne olmadığı

ve model tabanlı oluşturulacak diğer teknolojik altyapılı sistemlerin kullanımı hakkında geleceğin öğretmenlerinin kapsamlı bilgi sahibi olmaları için eğitim fakültelerinin öğretim programlarının içeriği, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın gereklilikleri de göz önünde bulundurularak oluşturulabilir, modellere ait pedagojik bilginin sınırları çizilebilir. Modellerin yalnızca 3 boyutlu yapılardan ve temsil boyutundan oluşmadığı, öğretmen adaylarına farklı model çeşitleri ile karşılaşma, deneme, uygulama imkânı sağlanarak fark ettirilebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının model oluşturmada en çok yazılı/basılı kaynaklara yöneldiği bulgusundan yola çıkarak, fen bilimleri ders kitapları içerisinde yer alan model etkinlikleri sayısı artırılabilir, somut modeller dışındaki modellerle ilgili etkinliklere de yer verilerek hem öğretmen hem de öğrencilerin modellerin farklı boyutlarını tanımalarına imkân yaratılabilir. Öğretmen adaylarının model ile ilgili sınırlı anlayışları ve kavram yanılgılarını, kendi deneyimleri sonucu eski yaşantılarından edindikleri düşünülürse, öğretimin erken basamaklarında hizmet içi öğretmenlerin de model etrafında şekillendirdikleri ders içeriğini öğrencilere öğretirken modelin dış yapısı ve temsil ettiği referans sistemin de ötesine geçerek modele ait epistemolojik anlayışı da aşılması gerektiği düşünülmektedir.

Araştırmacılar, bu çalışmada ortaya çıkan model tanımına ait kavram yanılgılarını düzeltmek amacıyla; öğretmen adayları, hizmet içi öğretmenler veya ilköğretim öğrencileri ile eylem araştırmaları yürütebilirler. Model oluşturma ve model kullanımının, yakın zamanda ülkemizde birçok araştırmaya konu olan fen, teknoloji ve matematik disiplinlerini mühendislik becerileri ile birbirine bağlayan ve çoklu disiplinleri içeren bir eğitim yaklaşımı olarak kabul edilen STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)'in etkinliğini artırdığı ve gerçek yaşam temelli problem senaryoları oluşturmada rol oynadığı araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır (Turnbull, 2002; Rau, 2017; France, 2018; Ünal-Çoban & Büber, 2021). Bu noktada, her bir disipline ait farklı model çeşitlerinden yararlanma fırsatını sunan STEM yaklaşımı ile model ve modelleme süreçlerinin bir arada değerlendirildiği çalışmalar yürütülebilir. Ayrıca bu çalışmadan elde edilen FBÖA'nın model anlayışlarına ve model kullanımlarına ait bulguların, katılımcıların yaşadığı sosyal, kültürel ve ekonomik durumlardan kaynaklı değişiklik gösterebileceği düşünülmekte, araştırmacılara farklı bölgelerdeki katılımcılarla paralel çalışmalar yürütmeleri önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abrantes, P. (1999). Analogical reasoning and modeling in the science. *Foundation of Science*, 4(3), 237-270.
- Ajayi, K., & Lawani, A. (2015). Speaking mathematically. N.P. Ololube, P.J. Kpolovie & L.N. Makewa (Ed.), *Handbook of research on enhancing teacher education with advanced instructional technologies* içinde, (ss.304-318). Information Science Reference.
- Aktan, M. B. (2013). Pre-service science teachers' views and content knowledge about models and modeling. *Education & Science / Eğitim ve Bilim*, 38(168), 398–410.
- Aktan, M. B. , Kaynak, S. , Abdüsselam, Z. & Ardoğan, E. (2019). Güncel fen öğretim programları ve ders kitaplarında model ve modelleme kavramlarının analizi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 8 (1) , 44-69. doi: 10.30703/cije.450242.
- Altay, E. (2020). *İlköğretim fen bilimleri öğretim programı, ders kitapları ve öğretmenlerin model kullanım yaklaşımlarının araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Ayaş, A., Özmen, H., & Coştu, B. (2002). Lise öğrencilerinin buharlaşma kavramı ile ilgili anlamalarının belirlenmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 74-84.
- Ayvacı, H. Ş., & 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., & Bülbül S. (2021). Fen eğitiminde modelleme becerileri ve geliştirilmesi. H. Ş. Ayvacı (Ed.), *Fen eğitiminde model ve modelleme* içinde, (ss. 62-82). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bailey, K. D. (1994). *Methods of social research*. (4. Baskı). New York: The Free Press.
- Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 231-274.
- Barbour, I. G. (1976). *Myths, models, and paradigms: A comparative study in science and religion*. New York: Harper & Row.
- Barke H. D., Hazari, A. & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education*. Berlin: Springer.
- Barriball, K. L., & While, A. (1994). Collecting data using a semi-structured interview: a discussion paper. *Journal of Advanced Nursing-Institutional Subscription*, 19(2), 328-335.
- Belarmino, J. J. (2017). *Exploring the nature of models in science, philosophy of science, and science education*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, University of Illinois at Urbana-Champaign.

- Berber, C. N. & Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fendeki rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 87-97.
- Berg, B. L., & Lune, H. (2017). *Qualitative research methods for the social sciences*. (9. Baskı). England: Pearson Education.
- Biological Science Curriculum Study (2006). *The bscs 5e instructional model: Origins and effectiveness*. BSCS.
- Black, M. (1962). *Models and metaphors*. Cornell University Press.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education: an introduction to theory and methods*. (4. Baskı). United States of America: Pearson Education.
- Bokulich, A. (2009). *How scientific models can explain*. *Synthese*, 180(1), 33–45. doi:10.1007/s11229-009-9565-1
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40.
- 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. doi: 10.1525/abt.2016.78.1.35
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. (24. Baskı). 1-360. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çeğer, B. (2018). *Öğrencilerin model oluşturmalarına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerini etkileyen faktörlerin araştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi. Ankara.
- Çelik, S. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1): 9-26.
- Chittleborough, G. D., & Treagust, D. F. (2009). Why models are advantageous to learning science. *Educación Química*, 20(1), 12–17. doi: 10.1016/s0187-893x(18)30003-x.
- Cho, J. Y., & Lee, E. H. (2014). Reducing confusion about grounded theory and qualitative content analysis: Similarities and differences. *The Qualitative Report*, 19(64), 1-20.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053.
- Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183–198. doi:10.1080/0950069042000276712
- Contessa, G. (2011). *Scientific models and representation. The continuum companion to the philosophy of science*. S. French & J. Saatsi (Eds.), Continuum Press, London
- Craik, K. J. W. (1943). *The nature of explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Davies, T., & Gilbert, J. (2003). Modelling: Promoting creativity while forging links between science education and design and technology education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3(1), 67-82.

Eğitim Bilişim Ağı [EBA]. <https://www.eba.gov.tr/>.

Erlingsson, C., & Brysiewicz, P. (2017). A hands-on guide to doing content analysis. *African Journal of Emergency Medicine*, 7(3), 93-99.

France, B. (2018). Modeling in technology education: A route to technological literacy. M. J. Vries (Ed.), *Handbook of Technology Education* içinde. Dordrecht: Springer.

Frigg, R. (2010). Models and fiction. *Synthese*, 172(2), 251. <https://doi.org/10.1007/s11229-009-9505-0>.

Frigg, R., & Hartmann, S. (2006). Models in science. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://stanford.library.sydney.edu.au/archives/sum2013/entries/models-science/>. (Erişim tarihi: 27.05.20)

Giere, R. N. (1999). *Using models to represent reality. Model-based reasoning in scientific discovery*. L. Magnani, N. Nersessian ve P. Thagard (Eds.). Kluwer Academic/ Plenum Publishers: New York. 41–57. doi:10.1007/978-1-4615-4813-3\_3

Giere, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of Science*, 71(5), 742–752. doi: 10.1086/425063.

Gilbert, J. K. (1997). The study of student misunderstanding in the physical sciences. *Research in Science Education*. 7, 165-171.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115–130. doi: 10.1007/s10763-004-3186-4

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. doi: 10.1080/0950069980200106

Gilbert, J. K., & Ireton, S. W. (2003). *Understanding models in earth and space science*. NSTA Press. America.

Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2001). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11. doi.org/10.1080/095006900289976.

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & 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.

Gülçiçek, Ç., & Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: Modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve analogiler. *Eğitim ve Bilim*. 29 (134), 36-48.



- Güneş, B., Gülçiçek, Ç., & 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.
- Halloun, I. (2006). *Modeling theory in science education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer
- Hallström, J., & Schönborn, K. (2019). Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument. *International Journal Of STEM Education*, 6(1). doi: 10.1186/s40594-019-0178-z.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?. *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429. Doi: 10.1111/j.1949-8594.1998.tb17434.x.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84(3), 352-381.
- Hawking, S. (1988). *A brief history of time*. (B. Gönülşen, Çev.) İstanbul: Alfa Yayıncılık.
- Heefer, A. (2017). *Springer handbook of model-based science*. Part E. L. Magnani & T. Bertolotti, (Eds.). Springer. doi: 10.1007/978-3-319-30526-4.
- Hestenes, D. (1997). Modeling methodology for physics teachers. *AIP Conference Proceedings*. doi:10.1063/1.53196.
- Hestenes, D. (1996). Modeling methodology for physics teachers. *International Conference on Undergraduate Physics*, College Park, MD. doi: 10.1063/1.53196
- Hestenes, D. (2006). Notes for a modeling theory. *2006 GIREP conference: Modeling in physics and physics education*, (31), 27. Amsterdam: University of Amsterdam.
- Hestenes, D. (2010). Modeling theory for math and science education. *Modeling students' mathematical modeling competencies*. Springer US.
- Johnson-Laird, P. N. (2004). The history of mental models. *Psychology of reasoning: Theoretical and historical perspectives*, (8), 179-212.
- Jones, D. M. B. (2002). *Models, metaphors and analogies*. In *the blackwell guide to the philosophy of science*. P. Machamer & M. Silberstein (Eds.), Blackwell Press. 108-127 doi:10.1002/9780470756614.ch6
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002a). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002b). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of science education*, 24(12), 1273-1292.

- Kaleli-Yılmaz, G. (2014). *Kuramdan uygulamaya eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri*. M. Metin (Ed.), 261-285. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Keenan, M. (2020). *Simulation*. Salem Press Encyclopedia.
- Kenyon, L., Schwarz, C., & Hug, B. (2008). The benefits of scientific modeling. *Science and Children*, 46(2), 40-44.
- Krippendorff, K. (1989). Content analysis. E. Barnouw, G. Gerbner, W. Schramm, T. L. Worth, & L. Gross (Ed.), *International encyclopedia of communication* içinde (403-407. ss.). New York: Oxford University Press.
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology*. (4. Baskı). California: Sage Publications.
- Kwok, S. (2018). Science education in the 21st century. *Nature Astronomy*, 2(7), 530-533.
- Lee, M. H. (1999). On models, modelling and the distinctive nature of model-based reasoning. *AI Communications*, 12(3), 127-137.
- Lee, Y. C. (2015). Self-generated analogical models of respiratory pathways. *Journal of Biological Education*, 49(4), 370-384. doi: 10.1080/00219266.2014.967275.
- Lehrer, R., Horvath, J., & Schauble, L. (1994). Developing model-based reasoning. *Interactive Learning Environments*, 4(3), 218-232.
- Loeb, S., Dynarski, S., McFarland, D., Morris, P., Reardon, S., & Reber, S. (2017). Descriptive analysis in education: A guide for researchers. NCEE 2017-4023. *National Center for Education Evaluation and Regional Assistance*.
- Mahr, B. (2009). Die informatik und die logik der modelle. *Informatik-Spektrum*, 32(3), 228-249. doi: 10.1007/s00287-009-0340-y.
- Maienschein, J. (1998). Scientific literacy. *Science*, 281(5379), 917-917. doi:10.1126/science.281.5379.917.
- Mashhadi, A. (1999). Enhancing students' understanding of the nature of science. *Teaching and Learning*, 19(2), 84-89.
- Metz, S. (2016). Editor's corner: What is a scientific model?. *The Science Teacher*, 83(5), 6-6.
- Miles, B. M., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Newbury Park: Sage.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2005). *Fen ve teknoloji dersi öğretim programı: 4 ve 5. sınıflar*. Ankara.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı: 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı: İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

- Moen, K., & Middelthon, A.-L. (2015). *Research in medical and biological sciences*. (2. Baskı). 321–378. Academic Press. doi:10.1016/b978-0-12-799943-2.00010-0.
- Morgan, M., & Morrison, M. (Eds.). (1999). *Models as mediators: Perspectives on natural and social science*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511660108.
- 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.
- National Science Teachers Association [NSTA]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts and core ideas*. Washington: The National Academies Press.
- Next Generation Science Standarts. (2013). *Next generation science standards: For states, by States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nersessian, N.J., & MacLeod, M. (2017) *Models and simulations*. Magnani L., Bertolotti T. (Ed.) *Springer Handbook of Model-Based Science* içinde. Springer Handbooks. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-30526-4\_5.
- Newby, T. J., & Stepich, D. A. (1987). Learning abstract concepts: The use of analogies as a mediational strategy. *Journal Of Instructional Development*, 10(2), 20-26. doi: 10.1007/bf02905788.
- Noström, P. (2013). Engineers' non-scientific models in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(2), 377–390. doi:10.1007/s10798-011-9184-2
- Nöth, W. (2018). The semiotics of models. *Sign Systems Studies*, 46(1), 7–43. doi: 10.12697/SSS.2018.46.1.01
- 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. doi: 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. Kahramanmaraş.
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and policy in mental health and mental health services research*, 42(5), 533-544.
- Plantinga, E. (1987). Mental models and metaphor. *Proceedings of the 1987 workshop on Theoretical issues in natural language processing* içinde, (185-193 ss.). Association for Computational Linguistics.

- 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. doi: 10.1002/tea.10020
- Ramadas, J. (2009). Visual and spatial models in science learning. *International Journal of Science Education*, 31(3), 301-318.
- Rau, M. A. (2017). Conditions for the effectiveness of multiple visual representations in enhancing STEM learning. *Educational Psychology Review*, 29(4), 717-761.
- Rook, L. (2013). Mental models: a robust definition. *The Learning Organization*, 20(1), 38–47. doi:10.1108/09696471311288519.
- Rothman, M. A. (1992). *The science gap: dispelling the myths and understanding the reality of science*. Buffalo, N.Y: Prometheus Books.
- Rumelhart, D. E., Norman, D. A., & Anderson, J. R. (1981). *Analogical processes*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rutherford, F. J., Ahlgren, A. (1994). *Science for all americans*. New York: Oxford University Press.
- 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.
- Schwarz-Plaschg, C. (2018). The Power of Analogies for Imagining and Governing Emerging Technologies. *Nanoethics*, 12(2), 139-153. doi: 10.1007/s11569-018-0315-z.
- Srinivasan, N.K. (2001). Computer based modelling and simulation. *Resonance*, 6, 46–54. doi: 10.1007/BF02837671.
- Svetozar, N., & Nemanjic, B. (2013). *Computer simulations: Technology, industrial applications and effects on learning*. Nova Science Publishers, Inc.
- Taber, K. S. (2017). *Science education. new directions in mathematics and science education*. B. Akpan & K. S. Taber (Ed.). SensePublishers. doi: 10.1007/978-94-6300-749-8\_19.
- Taherdoost, H. (2016). Sampling methods in research methodology; how to choose a sampling technique for research. How to choose a sampling technique for research. *International Journal of Academic Research in Management*. 5(2), 18-27.
- Thicke, M. (2019). Evaluating formal models of science. *Journal For General Philosophy Of Science*. doi: 10.1007/s10838-018-9440-1.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.

- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2004). Students' understanding of the descriptive and predictive nature of teaching models in organic chemistry. *Research in Science Education*, 34, 1-20.
- Turnbull, W. (2002). The place of authenticity in technology in the New Zealand curriculum. *International Journal of Technology and Design Education*, 12(1), 23-40.
- Türk, C. (2015). *Modellerle astronomi öğretiminin etkililiği*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Samsun.
- Ünal-Çoban, G. (2021). STEM ile modelleme ve fen eğitimindeki örnekleri. H. Ş. Ayvacı (Ed.), *Fen eğitiminde model ve modelleme içinde*, (2-41 ss.). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Ünal-Çoban, G., & Büber, A. (2021). Fen öğretiminde model ve modellemenin önemi. . H. Ş. Ayvacı (Ed.), *Fen eğitiminde model ve modelleme içinde*, (126-157 ss.). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141–1153. doi: 10.1080/095006999290110.
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255–1272. doi: 10.1080/09500690210126711.
- 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.
- Vosniadou, S. (1991). Conceptual development in astronomy. S.M. Glynn, R.H. Yeanny & B. K. Britton (Ed.). *The psychology of learning science içinde*, (149-177 ss.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and instruction*, 11(4-5), 381-419. doi: 10.1016/S0959-4752(00)00038-4.
- Walsh, H. (2019, Mayıs 29). *Reflect on your use of models*. Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/feature/reflect-on-your-use-of-models/3010509.article>.
- Werner, S., Förtsch, C., Boone, W., von Kotzebue, L., & Neuhaus, B. J. (2019). Investigating how German biology teachers use three-dimensional physical models in classroom instruction: a video study. *Research in Science Education*, 49(2), 437-463.
- Willard, T., Roseman, J. E., & Marriott, P. D. (2010, March). Probing students' ideas about models using standards-based assessment items. In *83rd NARST Annual International Conference*, Philadelphia, PA, USA

- Winsberg, E. (2019). Computer simulations in science. Edward N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* içinde, URL: <<https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/simulations-science/>>.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941–967.
- 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. 10.1002/sc.21027.
- Yenilmez-Türkoğlu, A. (2013) . *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Anlayışlarının ve Modelleri Kullanımının İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara: Türkiye.
- Yenilmez-Türkoğlu, A., & Öztekin, C. (2016). Science teacher candidates' perceptions about roles and nature of scientific models. *Research in Science & Technological Education*, 34(2), 219-236. doi: 10.1080/02635143.2015.1137893.
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112).
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (11.Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. K. (2003). *Case study: design and methods*. (3. Baskı). United Kingdom: Sage Publications.
- Zainal, Z. (2007). Case study as a research method. *Jurnal Kemanusiaan*, 5(1). 1-6.
- Zu Belzen, A. U., Krüger, D., & Van Driel, J. (2019). *Towards a competence-based view on models and modeling in science education*, A. U. Zu Belzen, D. Krüger, & J. Van Driel (Ed.), Springer içinde. doi: 10.1007/978-3-030-30255-9.

## EKLER

### EK-1

#### GÖRÜŞME SORULARI (Pilot Uygulama)

Tarih: .././....

Başlangıç Saati/Bitiş Saati: .... /....

Merhaba, ben Seçil Serttaş. Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Programı'nda yüksek lisans öğrencisiyim. Çalışmam fen bilimleri öğretmen adaylarının model, model oluşturma ve kullanmaya yönelik anlayışlarını incelemeyi de amaçladığı için sizlerle yapacağım görüşmedeki fikirlerinizin çalışma için önemli olduğunu düşünmekteyim. Yapacağımız görüşme yaklaşık 15 dakika sürecektir. Sizlerle ilgili kişisel bilgiler görüşme esnasında ve daha sonra çalışmanın içerisinde gizli tutulacaktır. Bu sebeple sorulara cevap verirken kendinizi baskı altında hissetmeden, o an ne biliyor ya da düşünüyorsanız ona göre cevap vermenizi rica ediyorum. Görüşmemiz ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınacaktır. Şimdiden katkılarınız için teşekkür ediyorum. Dilerseniz ilk soru ile başlayalım.

1. Model dediğimizde aklınıza ne geliyor?

SONDA: Siz nelere model dersiniz?

2. Modellerin amaçları nelerdir?

3. Modellerin özellikleri nelerdir?

4. Bugün ders anlatımında kullandığın modelleri nereden faydalanarak hazırladın?

5. Modellerin avantajları var mıdır?

6. Modellerin dezavantajları var mıdır?

7. Herkes model oluşturabilir mi? Nasıl?

## EK-2

### GÖRÜŞME SORULARI (Revize edilmiş hali)

Tarih: .././.....

Başlangıç Saati/Bitiş Saati: .... /.....

Merhaba, ben Seçil Serttaş. Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Programı'nda yüksek lisans öğrencisiyim. Çalışmam fen bilimleri öğretmen adaylarının model, model oluşturma ve kullanmaya yönelik anlayışlarını incelemeyi de amaçladığı için sizlerle yapacağım görüşmedeki fikirlerinizin çalışma için önemli olduğunu düşünmekteyim. Yapacağımız görüşme yaklaşık 15 dakika sürecektir. Sizlerle ilgili kişisel bilgiler görüşme esnasında ve daha sonra çalışmanın içerisinde gizli tutulacaktır. Bu sebeple sorulara cevap verirken kendinizi baskı altında hissetmeden, o an ne biliyor ya da düşünüyorsanız ona göre cevap vermenizi rica ediyorum. Görüşmemiz ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınacaktır. Şimdiden katkılarınız için teşekkür ediyorum. Dilerseniz ilk soru ile başlayalım.

1. Bir modeli nasıl tanımlarsınız?

Sonda: Size göre model nedir?

Nelere model dersiniz?

Ders sunumunda kullandığınız modeller nelerdi?

2. Bu nesnelere hangisi ya da hangileri modeldir? Neden?

(Canlı çiçek, maket çiçek, çiçek çizimi, kuş biblosu, Dyojen heykeli, pet şişe, kitap)

Sonda: Model olmayanlar varsa neden model değiller?

3. Modellerin özellikleri nelerdir?

4. Modellerin avantajları nelerdir?

Sonda: Öğretmen açısından model kullanımının avantajları nelerdir?

Öğrenci açısından model kullanımının avantajları nelerdir?



**EK-2 (devam ediyor)**

5. Modellerin dezavantajları nelerdir?

Sonda: Öğretmen açısından model kullanımının dezavantajları nelerdir?

Sonda: Öğrenci açısından model kullanımının dezavantajları nelerdir?

6. Bu derse hazırlanırken, model olarak nitelendirdiğiniz şeylere hangi kaynaklardan ulaştınız?

Sonda: Model etkinliklerini nasıl planladınız?

7. Ders sunumunuzu model kullanmadan anlatacak olsaydınız nasıl bir sunum yapardınız?

## ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı: Seçil SERTTAŞ

### Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2018-2022, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı, Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı
- 2008-2014, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği (Almanca), Fen ve Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
- 2003-2007, Sakarya Atatürk Süper Lisesi

### Yayınları ve Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

- Serttaş, S., & Yenilmez-Türkoğlu, A. (Nisan, 2019). Fen bilimleri 7. sınıf öğrencilerinin temel astronomi kavramlarına yönelik anlayışlarının kavram karikatürleri yoluyla incelenmesi. *10. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Derneği (ULEAD)*. Alanya: Antalya.
- Serttaş, S., & Yenilmez-Türkoğlu, A. (2020). Diagnosing students' misconceptions of astronomy through concept cartoons. *Participatory Educational Research*, 7(2), 164-182.
- Serttaş, S., & Yenilmez-Türkoğlu, A. (Mayıs, 2021). Sosyobilimsel konulara ilişkin argümanların kavram karikatürü yoluyla incelenmesi: İlaç kullanımı örneği. *14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK)*. Burdur.

### Yabancı Dil Bilgisi:

- İngilizce: B1
- Almanca: B1