

**TRABZON ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MODELLEME BECERİLERİNİN  
BELİRLENMESİ, BU BECERİLERE YÖNELİK BİLGİSAYAR  
TABANLI ETKİNLİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ,  
UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Sinan BÜLBÜL**

**TRABZON  
Nisan, 2019**

**TRABZON ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**  
**FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MODELLEME BECERİLERİNİN  
BELİRLENMESİ, BU BECERİLERE YÖNELİK BİLGİSAYAR  
TABANLI ETKİNLİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ,  
UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Sinan BÜLBÜL**

**Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nce Doktora Unvanı  
Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı**  
**Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI**

**TRABZON**  
**Nisan, 2019**

**Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü'ne**

**Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 30 / 04 / 2019**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI .....**

**Üye : Prof. Dr. Salih ÇEPNİ .....**

**Üye : Doç. Dr. Çiğdem ŞAHİN ÇAKIR .....**

**Üye : Doç. Dr. Sibel ER NAS .....**

**Üye : Dr. Öğr. Üyesi Muhammet BERİGEL .....**

**Onay**

**Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.**

**Prof. Dr. Emin AŞIKKUTLU  
Enstitü Müdürü**

## ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Trabzon niversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir Şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

Sinan BÜLBÜL

30 / 04 / 2019



## ÖN SÖZ

Ankara'da başladığım lisansüstü öğrenimime, araştırma görevlisi olarak atandığım Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde ve yeni adıyla Trabzon Üniversitesi'nde bana hem yüksek lisans tezimi bitirmeme yönelik verdiği motivasyondan, hem de doktora sürecinde beni yönlendiren, derslerde yol gösteren, hem eğitim anlamında hem de sosyal anlamda yardım ve desteğini esirgemeyen, tarafıma manevi destek sağlayan, akademik anlamda kendisinden pek çok şey öğrendiğim kıymetli danışmanın Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez sürecimin başından itibaren, yardım ve desteklerini esirgemeyen, tezimin her aşamasında katkı sağlayan, bu süreç içerisinde fikirlerine başvurduğum hocalarım Doç. Dr. Sibel ER NAS ve Dr. Öğr. Üyesi Muhammet BERİGEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon'a geldiğim ilk günde beri bana her alanda yardımcı olan, güzel dostlukları sayesinde nice anılar birikmesini sağlayan, Dr. Kadir GÜROY'a, Arş. Gör. Mustafa GÜLER'e ve eşi Arş. Gör. Maşide Güler'e, Arş. Gör. Onurhan GÜVEN'e ve eşi Arş. Gör. Ebru MAZLUM GÜVEN'e, Arş. Gör. Bahar CANDAŞ'a, Arş. Gör. Zeynep KIRYAK'a, Arş. Gör. Ayşe Durmuş'a, Dilek ÖZBEK'e, Öğr. Gör. Gürhan BEBEK'e ve diğer tüm hocalarıma, arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatları boyunca gayeleri beni iyi bir insan olarak yetiştirmeyi kendilerine gaye edinmiş, bunu sağlamak için maddi manevi her türlü desteği koşulsuz bana sağlayan, kendilerinden esirgeyip bana her türlü katkıda bulunun, kendilerini ne kadar ihmal etsem de gönül koymayan, beni hep seven ve sırtımı korkmadan yaslayabildiğim canım annem Sevilay BÜLBÜL'e, canım babam Kenan BÜLBÜL'e ve canım kardeşim Taha Yasin BÜLBÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bu süreçte beni gece gündüz fark etmeksizin destekleyen, aramızdaki hasrete son vermek için tezi bitirme sürecinde benimle ağlayıp benimle gülen, hayat arkadaşım ve yoldaşım canım eşim Dr. Öğr. Üyesi Buket Özüm BÜLBÜL'e ve bu süreçte kokusuna bile hasret kaldığım ama bir gülüşüyle bana enerji ve motivasyon veren bir tanecik oğlum Atlas Eymen BÜLBÜL'e sonsuz teşekkür ederim.

Sinan BÜLBÜL

Nisan, 2019

## İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	X
ABSTRACT .....	XII
TABLolar LİSTESİ .....	XIV
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	XVII
KISALTMALAR LİSTESİ .....	XXIV
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1. 1. Araştırmanın Amacı .....	6
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi .....	7
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	9
1. 4. Araştırmanın Varsayımları .....	9
1. 5. Tanımlar.....	10
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI .....</b>	<b>11</b>
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi .....	11
2. 1. 1. Araştırmada Yer Alan Kavramlar .....	11
2. 1. 1. 1. Modellemeye Dayalı Fen Öğretimi .....	11
2. 1. 1. 1. 1. Model ve Model Türleri.....	11
2. 1. 1. 1. 2. Fen Eğitiminde Modelleme ve Modelleme Süreci .....	16
2. 1. 1. 1. 2. 1. Modelleme Döngüleri.....	20
2. 1. 1. 1. 2. 1. 1. Clement'in Modelleme Döngüsü .....	20
2. 1. 1. 1. 2. 1. 2. Justi ve Gilbert'in Modelleme Döngüsü.....	22
2. 1. 1. 1. 2. 1. 3. Hestenes'in Modelleme Döngüsü .....	23
2. 1. 1. 1. 2. 1. 4. Halloun'un Model Öğrenme Döngüsü.....	25
2. 1. 1. 1. 2. 1. 5. Nunez-Oviedo'nun Modelleme Döngüsü .....	26
2. 1. 1. 1. 3. Modellemeye Dayalı Öğretimin Üstün ve Zayıf Yönleri.....	29
2. 1. 1. 2. Fen Eğitiminde Beceriler.....	31
2. 1. 1. 2. 1. Eleştirel Düşünme Becerisi .....	32
2. 1. 1. 2. 2. Yaratıcı Düşünme Becerisi.....	33
2. 1. 1. 2. 3. Bilimsel Süreç Becerileri .....	33

2. 1. 1. 3. Bilgisayar Tabanlı Etkinlikler ve Modelleme .....	36
2. 1. 2. Konu ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	37
2. 1. 2. 1. Fen Eğitiminde Modelleme ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	37
2. 1. 2. 2. Modellemede Bilgisayar Tabanlı Etkinliklere Yönelik Yapılan Çalışmalar .....	41
2. 1. 2. 3. Fen Eğitiminde Becerilere Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	44
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu.....	46
<b>3. YÖNTEM .....</b>	<b>49</b>
3. 1. Araştırma Modeli.....	49
3. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi .....	51
3. 1. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi.....	52
3. 1. 3. MBYBTE'lerin Uygulanması .....	53
3. 2. Araştırmanın Tasarımı ve Yürütülmesi.....	54
3. 2. 1. Pilot Çalışmalar .....	57
3. 2. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine Yönelik Pilot Çalışma .....	57
3. 2. 1. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine Yönelik Pilot Çalışma Kapsamında Gerçekleştirilen Düzenlemeler .....	60
3. 2. 1. 2. MBYBTE'lere Yönelik Pilot Çalışma .....	60
3. 3. Araştırma Grubu .....	61
3. 3. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Grubu.....	61
3. 3. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Grubu.....	61
3. 3. 3. MBYBTE'leri Uygulama Grubu .....	62
3. 4. Veri Toplama Araçları ve Veri Kaynakları .....	62
3. 4. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Sürecinde Kullanılan Ölçme Araçları ve Özellikleri .....	64
3. 4. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine Yönelik Mülakat Soruları .....	64
3. 4. 1. 2. Modelleme Becerilerini Belirlemeye Yönelik Alan Notları .....	65
3. 4. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Sürecinde Kullanılan Ölçme Araçları ve Özellikleri .....	65
3. 4. 2. 1. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Sürecindeki Mülakat Soruları .....	65
3. 4. 2. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Sürecinde Araştırmacı Alan Notları .....	66
3. 4. 3. MBYBTE'lerin Etkliliğinin Değerlendirilmesi Sürecinde Kullanılan Ölçme Araçları ve Özellikleri.....	66

3. 4. 3. 1. MBYBTE'lerin Etkililiğinin Değerlendirilmesine Yönelik Mülakat Soruları .....	67
3. 4. 3. 2. MBYBTE'lerin Etkililiğine Yönelik Alan Notları .....	67
3. 4. 3. 3. Araştırma Kapsamında Uygulanan Mülakatların ve Alan Notlarının Analiz Güvenirliği.....	67
3. 4. 3. 4. Modelleme Süreçlerinin Değerlendirilmesine Yönelik Dereceli Puanlama Anahtarı .....	68
3. 4. 3. 4. 1. Dereceli Puanlama Anahtarının Geçerlik ve Güvenirlik Analizleri .....	72
3. 5. Veri Toplama Süreci.....	73
3. 5. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Süreci .....	73
3. 5. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Süreci.....	75
3. 5. 3. MBYBTE'lerin Uygulanması Süreci.....	79
3. 6. Verilerin Analizi .....	81
3. 6. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine Yönelik Mülakat ve Alan Notlarının Analizi.....	81
3. 6. 2. Ön Test ve Son Test Uygulamalarından Elde Edilen Verilerin Analizi ...	82
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>85</b>
4. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Sürecinden Elde Edilen Bulgular.....	85
4. 1. 1. Modelleme İçin Zihinsel Becerilere Ait Bulgular .....	85
4. 1. 1. 1. Uzamsal Becerilere Ait Bulgular .....	85
4. 1. 1. 2. Orijinal Fikir Üretme Becerisine Ait Bulgular .....	102
4. 1. 1. 3. Analogik Akıl Yürütme Becerisine Ait Bulgular .....	115
4. 1. 1. 4. Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisine Ait Bulgular .....	123
4. 1. 2. Modelleme İçin Süreçsel Becerilere Ait Bulgular.....	128
4. 1. 2. 1. Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisine Ait Bulgular .....	128
4. 1. 2. 2. Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisine Ait Bulgular .....	132
4. 1. 2. 3. Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisine Ait Bulgular.....	139
4. 1. 2. 4. Model Planı Hazırlama Becerisine Ait Bulgular .....	144
4. 2. MBYBTE'lerin Uygulanmasına Yönelik Bulgular.....	152
4. 2. 1. Modelleme İçin Zihinsel Becerilere Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular .....	155
4. 2. 1. 1. Uzamsal Becerilere Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular.....	155
4. 2. 1. 2. Orijinal Fikir Üretme Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular .....	182

4. 2. 1. 3. Analogik Akıl Yürütme Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular .....	195
4. 2. 1. 4. Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular .....	202
4. 2. 2. Modelleme İçin Süreçsel Becerilerin Geliştirilmesine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular .....	208
4. 2. 2. 1. Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular .....	208
4. 2. 2. 2. Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular .....	219
4. 2. 2. 3. Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular .....	233
4. 2. 2. 4. Model Planı Hazırlama Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular .....	240
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>249</b>
5. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Sürecine Yönelik Tartışma .....	249
5. 1. 1. Modelleme İçin Zihinsel Becerilerin Belirlenmesi Sürecine Yönelik Tartışma .....	249
5. 1. 2. Modelleme İçin Süreçsel Becerilerin Belirlenmesi Sürecine Yönelik Tartışma .....	257
5. 2. MBYBTE'lerin Uygulanmasına Yönelik Tartışma .....	260
5. 2. 1. Modelleme için Zihinsel Becerilere Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Tartışma .....	261
5. 2. 2. Modelleme için Süreçsel Becerilere Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Tartışma .....	273
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>279</b>
6. 1. Sonuçlar .....	279
6. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar .....	279
6. 1. 2. MBYBTE'lerin Uygulanması ve Etkililiğinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar .....	281
6. 2. Öneriler .....	283
6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler .....	284
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler .....	285
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>287</b>
<b>8. EKLER .....</b>	<b>302</b>

9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ..... 319



## ÖZET

### **Ortaokul Öğrencilerinin Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi, Bu Becerilere Yönelik Bilgisayar Tabanlı Etkinliklerin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi**

Yaşadığı çevreyi tanıma ve değişen yaşam koşullarına ayak uydurma çabası insanoğlunun var olduğu günden bugüne doğayı ve bilimi anlamaya yöneltmiştir. Doğayı anlama çalışmaları da fen bilimlerinin doğmasını sağlamıştır. Fen eğitiminin asıl amaçlarından biri öğrencilere soyut gelen ifadeleri somutlaştırarak kavramsal boyutta öğrenmelerini sağlamaktır. Soyut kavramları somutlaştırmanın yöntemlerinden biri de derslerde modelleme çalışmalarına yer verilmesidir. Modelleme süreci de sanıldığı kadar kolay olmayıp, uzun soluklu çalışmalar gerektirmektedir. Öğretim programının yoğun olması, derslerde bu süreci yaşamayı engelleyebildiğinden bu araştırmada bu süreç doğru bir şekilde yansıtılmaya çalışılmıştır.

Bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri öncesinde sahip olmaları gereken becerilerin belirlenmesi, belirlenen bu becerilerin geliştirilmesine yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin tasarlanması ve bu etkinliklerin etkililiğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için araştırma üç basamakta yürütülmüştür. Birinci basamak olan ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesinde nitel desen; ikinci basamak olan belirlenen bu becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin geliştirilmesinde tasarım tabanlı araştırma deseni; üçüncü basamak olan bilgisayar tabanlı etkinliklerin bu becerilere etkisinin belirlenmesinde ise nicel desen kullanılmıştır. Araştırma, Trabzon il merkezine bağlı bir ortaokulda öğrenim gören ve “Seçmeli Bilim Uygulamaları” dersini seçen farklı derecedeki öğrencilerle yürütülmüştür. Yani araştırmanın birinci basamağında 17 beşinci sınıf, 22 altıncı sınıf, 18 yedinci sınıf öğrencileri, ikinci basamakta 11 yedinci sınıf öğrencisi ve üçüncü basamakta ise 23 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır.

Araştırmaya ait bulgular iki basamakta verilmiştir. Bunlardan ilki öğrencilerdeki modelleme becerilerinin belirlenmesine yöneliktir. Bu beceriler; uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama, uzamsal rotasyon, orijinal fikir üretme, analogik akıl yürütme, yapısal ilişki eşleştirme, malzeme-araç ilişkisi kurma, malzeme-model ilişkisi kurma, modele ilişkin araştırma yapma ve model planı hazırlama şeklindedir. Bulgulara ait ikinci kısım ise geliştirilen bilgisayar tabanlı etkinlikler ile yapılan modelleme çalışmalarının öğrencilerin modelleme becerileri üzerindeki etkisine yöneliktir. Bu bulgularda öğrencilerin genel olarak uygulama sonunda sahip olduğu modelleme becerilerinin başlangıçta sahip olduğu

modelleme becerilerine göre geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu kapsamda öğrencilerin en çok uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve uzamsal rotasyon becerilerinin geliştiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak bu araştırmada öğrencilerin modelleme sürecinde sahip olması gereken beceriler belirlenmiş ve bu becerilerin gelişimine yönelik bilgisayar tabanlı etkinlikler geliştirilmiştir. Dolayısıyla fen eğitimi derslerinde yer alan soyut konuların öğretiminin daha etkili ve kalıcı olması, öğrencilerin bir bilim insanı gibi düşünmelerinin sağlanması, fen derslerinden zevk alması ve öğrencilerin derslerde aktif katılımı isteniyorsa, araştırmada geliştirilen bilgisayar tabanlı etkinliklerinin derslerde kullanılması önerilmektedir. Ayrıca ğrencilerin modelleme sürecindeki gelişimlerinin farkında olmak için de modelleme becerileri kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Modelleme Becerileri, Modelleme Becerilerinin Gelişimi, Fen Eğitiminde Bilgisayar Tabanlı Etkinlikler, Modelleme Süreci



## **ABSTRACT**

### **Identification of Modeling Skills of Secondary School Students, Development, Implementation and Evaluation of Computer-Based Activities for These Skills**

From the beginning of the humanity, people have tried to know their surroundings and keep up with the changing living conditions, which direct them to understand nature and science. The efforts to understand nature have also led to natural sciences. One of the main aims of science education is to provide student conceptual learning by embodying abstract concepts. One method to do so is to include modeling processes in science education classes. But modeling process is not easy as it might seem, it needs long-term studies. Due to a heavy science curriculum, this process may not be implemented into courses. Therefore, in this study, an ideal implementation of this process is presented.

The purpose of this study is identification of modeling skills of secondary school students and development, implementation and evaluation of computer-based activities for these skills. To achieve this purpose, this research was carried out in three steps. Qualitative design is used in the first step which is the determination of modeling skills of secondary students. Design research is used in the second step in which computer-based activities have been developed to enhance these skills. Quantitative design is used in the last step in which effect of the developed computer-based activities on these skills is determined. This study was carried out with students from different grade level and from three different secondary schools in Trabzon who took the "Elective Sciences Practices" course. 17 fifth grade, 22 sixth grade and 18 seventh grade students participated in the first step, 11 seventh grade students participated in the second step and 23 seventh grade students participated in the last step.

Research findings are given in two steps. In the first one, it is aimed at determining the modeling skills of students. These skills are: spatial visualization, spatial perception, spatial rotation, produce an original idea, analogical reasoning, matching structural relationship, relationship building to material and tool, relationship building material and model, model research and preparation model plan. The second part of the findings focuses on the effect of modeling processes with developed computer-based activities on students' modeling skills. It is observed that modeling skills of students at the end of the implementation are developed than modeling skills of students in the beginning. So, it is

observed that spatial visualization, spatial perception and spatial rotation skills of the students developed most.

In conclusion, necessary skills for modeling process are identified and computer-based applications to enhance these skills were developed. Hence, it is suggested that these applications can be implemented into classes to make teaching of abstract concepts in the science classes more effective and permanent, students think like scientists, enjoy from the science classes and actively participate during classes. Besides, those modeling skills can be used to be aware of the development of the students in the modeling processes.

**Keywords:** Modeling Skills, Development of Modeling Skills, Computer Based Activities in Science Education, Modeling Process

## TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda Yer Alan Modelleme Kazanımları ve Türleri .....	4
2.	Literatürde Yer Alan Bazı Model Sınıflandırmaları .....	14
3.	Fen Eğitiminde Yer Alan Beceriler.....	31
4.	Tek Grup Ön Test-Son Test Araştırma Deseni .....	53
5.	Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Sürecine İlişkin Pilot Çalışmaya Katılan Öğrenci Sayıları.....	58
6.	Modelleme Becerilerinin Tespitine Yönelik Pilot Çalışmanın Uygulama Süreci .....	58
7.	Modelleme Becerilerini Belirlemeye Yönelik Asıl Uygulamaya Katılan Öğrenciler.....	61
8.	MBYBTE'lerin Geliştirilmesine Yönelik Uygulamaya Katılan Öğrencilerin Özellikleri.....	62
9.	Modelleme Becerilerinin ve MByBTElere Geliştirilmesi Süresince Uygulanmış Veri Toplama Araçları Özellikleri ve Örnekleme .....	63
10.	Modelleme Becerilerine Ait Göstergeler .....	69
11.	Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine Aşamasında Model Geliştirme Basamakları .....	74
12.	Modelleme Becerilerin Belirlenmesi Sürecinde Yapılan Modeller .....	74
13.	MBYBTE'ler ve İlgili Modelleme Becerileri .....	79
14.	MBYBTE'lerin Uygulanması Süreci .....	80
15.	MBYBTE'lerin Ön Test ve Son Test Uygulamaları Sırasında Gerçekleştirilen Modelleme Çalışmalarına Ait Uygulama Basamakları.....	80
16.	Uzamsal Becerilere Yönelik Belirlenen Davranışlar .....	86
17.	Uzamsal Beceriler ve Göstergeleri .....	101
18.	Orijinal Fikir Üretme Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar .....	103

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
19.	Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Etkinliklerinde Öğrencilerin Kullandıkları Model Malzemeleri.....	107
20.	Orijinal Fikir Üretme Becerisi ve Göstergeleri.....	115
21.	Analojik Akıl Yürütme Becerisine Yönelik Belirlene Davranışlar .....	116
22.	Analojik Akıl Yürütme Becerisi ve Göstergeleri .....	122
23.	Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar .....	123
24.	Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisi ve Göstergeleri.....	126
25.	Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar .....	128
26.	Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisi ve Göstergeleri .....	131
27.	Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar .....	132
28.	Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisi ve Göstergeleri.....	138
29.	Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar .....	139
30.	Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisi ve Göstergeleri.....	144
31.	Model Planı Hazırlama Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar .....	145
32.	Model Planı Hazırlama Becerisi ve Göstergeleri .....	149
33.	Tanımlayıcı İstatistikler .....	152
34.	Normallik Testi Sonuçları.....	153
35.	Ön Test ve Son Test Puan İstatistikleri .....	154
36.	MBYBTE Ön Test ve Son Test Ortalama Puanlarının t-Testi Sonuçları .....	154
37.	Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Uzamsal Becerilerden Aldıkları Puanlar .....	155
38.	Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Uzamsal Becerilerden Aldıkları Puanlar .....	165
39.	Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Orijinal Fikir Üretme Becerisinden Aldıkları Puanlar.....	182

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
40.	Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Orijinal Fikir Üretme Becerisinden Aldıkları Puanlar.....	186
41.	Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Analojik Akıl Yürütme Becerisinden Aldıkları Puanlar.....	195
42.	Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Analojik Akıl Yürütme Becerisinden Aldıkları Puanlar .....	197
43.	Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisinden Aldıkları Puanlar.....	202
44.	Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisinden Aldıkları Puanlar.....	203
45.	Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisinden Aldıkları Puanlar .....	208
46.	Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisinden Aldıkları Puanlar .....	211
47.	Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisinden Aldıkları Puanlar.....	219
48.	Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisinden Aldıkları Puanlar.....	223
49.	Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisinden Aldıkları Puanlar .....	233
50.	Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisinden Aldıkları Puanlar.....	234
51.	Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Model Planı Hazırlama Becerisinden Aldıkları Puanlar .....	240
52.	Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Model Planı Hazırlama Becerisinden Aldıkları Puanlar .....	242

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Ünal (2005) tarafından yapılan modellerin örnek sınıflandırması.....	13
2.	Harrison ve Treagust (2000a) tarafından yapılan modellerin sınıflandırmasına ait kavram haritası.....	14
3.	Hestenes'in (1995) modelleme süreci .....	17
4.	Chamizo (2013) tarafından ifade edilen gerçek dünya model ve modelleme arasındaki ilişkiyi ifade eden modelleme süreci .....	18
5.	Clement'in (1989, 1993) modelleme döngüsü.....	21
6.	Justi ve Gilbert'in (2002) modelleme döngüsü .....	22
7.	Hestenes'in (2002) modelleme döngüsü .....	24
8.	Halloun'un (2004) model öğrenme döngüsü .....	25
9.	Makro döngüler.....	27
0.	Mikro döngüler .....	28
11.	Araştırma deseni .....	50
12.	Modelleme becerilerinin belirlenmesi uygulamalarından bir örnek.....	51
13.	Araştırmanın tasarlanması ve yürütülmesi süreci.....	55
14.	Malzeme model ilişkisi kurma ve malzeme araç ilişkisi kurma becerisini geliştirmeye yönelik taslak çizim .....	75
15.	Malzeme model ilişkisi kurma ve malzeme araç ilişkisi kurma becerisini geliştirmeye yönelik etkinliğin bilgisayar ortamındaki giriş sayfası.....	76
16.	Boya malzemesi içeriği.....	76
17.	Makas aracı içeriği.....	77
18.	Zimba aracı içeriği .....	78
19.	Yapıştırıcı malzeme içeriği .....	78
20.	Öğrencilerin hazırlamış oldukları bir model taslağı.....	82
21.	Ö5, Ö6, Ö7 ve Ö8 kodlu öğrencilerin sindirim sistemi için kullandıkları taslak ve oluşturdukları model .....	87

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
22.	Ö12, Ö13 ve Ö14 kodlu öğrencilerin sindirim sistemi modeli .....	89
23.	Yemek tuzu (NaCl) molekülü modeli .....	93
24.	Oksijen, flor ve lityum atom modelleri.....	95
25.	Oksijen atomu modeli .....	97
26.	Oksijen modeli için çizilen taslak .....	99
27.	Ö30, Ö31, Ö32 ve Ö33 kodlu öğrencilerin hazırladıkları solunum sistemi model taslağı .....	104
28.	Ö48, Ö49, Ö50 ve Ö51 kodlu öğrencilerin ulaştıkları atom modeli örnekleri.....	106
29.	Ö52, Ö53 ve Ö54 kodlu öğrencilerin yaptıkları su molekülü modeli .....	113
30.	Ö44, Ö45, Ö46 ve Ö47 kodlu öğrencilerin yaptıkları magnezyum atomu modeli .....	117
31.	Ö30, Ö31, Ö32 ve Ö33 kodlu öğrencilerin hazırladıkları solunum sistemi model taslağı .....	124
32.	Modelleme için zihinsel beceriler .....	127
33.	Ö22, Ö23, Ö24 ve Ö25 kodlu öğrencilerin modelleri için hazırladıkları taslak.....	146
34.	Ö30, Ö31, Ö32 ve Ö33 kodlu öğrencilerin hazırladıkları solunum sistemi model taslağı .....	147
35.	Modelleme için süreçsel beceriler .....	150
36.	Modelleme becerileri .....	151
37.	Normal dağılım grafikleri.....	153
38.	Cohen's d etki büyüklüğü hesaplama .....	154
39.	Ön test sürecinde Güneş Sistemi modeli için öğrencilerin çizmiş oldukları taslak ve oluşturdukları model .....	157
40.	Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ön test sürecindeki yapmış oldukları model .....	160
41.	Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test kapsamında oluşturdukları ses yalıtımı modeli .....	162
42.	Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde hazırladıkları ses yalıtımı model taslağı .....	163

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
43.	Son test sürecinde Güneş Sistemi modeli için öğrencilerin çizmiş oldukları taslak ve oluşturdukları model .....	166
44.	Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin son test sürecindeki yapmış oldukları model .....	168
45.	Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test sürecinde ses yalıtımı modeli .....	170
46.	Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı ses yalıtımı model taslağı.....	171
47.	Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde çizdikleri ağız modeli .....	183
48.	Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde oluşturdukları ağız modeli.....	184
49.	Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin son test sürecinde çizdikleri ağız modeli .....	187
50.	Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin son test sürecinde oluşturdukları ağız modeli.....	188
51.	Ö5 ve Ö6 kodlu öğrencilerin son test sürecinde oluşturdukları hücre modelleri .....	189
52.	Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde oluşturdukları Dünya-Güneş-Ay modeli .....	196
53.	Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin son test sürecinde oluşturdukları Dünya-Güneş-Ay modeli .....	198
54.	Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test bağlamında ses yalıtımı modeli .....	210
55.	Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test bağlamında ses yalıtımı modeli taslağı .....	212
56.	Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test bağlamında ses yalıtımı modeli .....	213
57.	Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı beyin modeli .....	220
58.	Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı Güneş, Ay, Dünya modeli .....	223
59.	Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı beyin modeli .....	224
60.	Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı Güneş, Ay, Dünya modeli.....	227



<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
61.	Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı ses yalıtımı modelinin taslağı .....	241
62.	Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı ses yalıtımı modelinin taslağı .....	243
63.	Araştırma sonucunda belirlenen modelleme becerileri şeması .....	281



## GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Uzamsal görselleştirme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları .....	173
2.	Öğrencilerin UG1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	174
3.	Öğrencilerin UG2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	175
4.	Uzamsal algılama becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları.....	176
5.	Öğrencilerin UA göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	177
6.	Uzamsal rotasyon becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları.....	178
7.	Öğrencilerin UR1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	179
8.	Öğrencilerin UR-2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	180
9.	Öğrencilerin UR3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	181
10.	Orijinal fikir üretme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları.....	190
11.	Öğrencilerin OFÜ1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	191
12.	Öğrencilerin OFÜ2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	192
13.	Öğrencilerin OFÜ3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	193
14.	Öğrencilerin OFÜ4 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	194
15.	Analojik akıl yürütme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları.....	199
16.	Öğrencilerin AAY1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	200

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
17.	Öğrencilerin AAY2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	201
18.	Yapısal ilişki eşleştirme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları .....	205
19.	Öğrencilerin YİE1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	206
20.	Öğrencilerin YİE2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	207
21.	Malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları .....	215
22.	Öğrencilerin MAİK1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	216
23.	Öğrencilerin MAİK2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	217
24.	Öğrencilerin MAİK3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	218
25.	Malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları .....	228
26.	Öğrencilerin MMİK1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	229
27.	Öğrencilerin MMİK2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	230
28.	Öğrencilerin MMİK3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	231
29.	Öğrencilerin MMİK4 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	232
30.	Modele ilişkin araştırma yapma becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları .....	236
31.	Öğrencilerin MİAY1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	237
32.	Öğrencilerin MİAY2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	238
33.	Öğrencilerin MİAY3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	239
34.	Model planı hazırlama becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları .....	245

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
35.	Öğrencilerin MPH1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	246
36.	Öğrencilerin MPH2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	247
37.	Öğrencilerin MPH3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar .....	248



## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>MBYBTE</b>	: Modelleme becerilerine yönelik bilgisayar tabanlı etkinlik
<b>MEB</b>	: Millî Eğitim Bakanlığı
<b>UG</b>	: Uzamsal Görselleştirme Becerisi
<b>UA</b>	: Uzamsal Algılama Becerisi
<b>UR</b>	: Uzamsal Rotasyon Becerisi
<b>OFÜ</b>	: Orijinal Fikir Üretme Becerisi
<b>AAV</b>	: Analogik Akıl Yürütme Becerisi
<b>YİE</b>	: Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisi
<b>MAİK</b>	: Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisi
<b>MMİK</b>	: Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisi
<b>MİAY</b>	: Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisi
<b>MPH</b>	: Model Planı Hazırlama Becerisi

## 1. GİRİŞ

Fen bilimleri derslerinin içeriğinde yer alan soyut ve karmaşık kavramların somutlaştırılarak gözle görülür, elle tutulur hale getirilmeye çalışılması için öğrencilerin görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirebilecek pek çok öğretim aktivitesine yer verilmektedir (Gülçiçek ve Güneş, 2004). Bu öğretim aktivitelerinden bir tanesi de model oluşturma ve kullanma etkinlikleridir. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin öğretim aktiviteleri içerisinde uzun zamandır kullanılmaktadır (Van Driel ve Verloop, 2002). Fen bilimlerinde modelleme, mevcut kavramlardan hareketle bilinmeyen bir hedefi anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanırken, modelleme sonucu ortaya çıkan ürün ise model olarak nitelendirilmektedir (Harrison, 2001; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002).

Ders materyallerini oluşturan uzmanlar ve fen eğitimcileri, öğrencilerin öğrenmelerini destekleyen gerçek aktiviteleri içermesi sebebiyle modelleme etkinliklerinden büyük oranda faydalanmaktadırlar. Harrison ve Treagust (2000a) modelleme süreci sonrasında ortaya çıkan modelleri fen bilimlerinin ürünleri ve metotları olarak değerlendirirken, model oluşturma sürecinin öğrencilerin bilimsel süreç gelişimlerine katkı sağladığını ileri sürmektedirler. Gerçek hayat problemlerini konu alan fen öğretiminde öğrencilerin çeşitli modelleri kullanması ve kendi modellerini oluşturması bu süreçte büyük önem taşımaktadır (Karagöz ve Sağlam Arslan, 2012). Modelleme; fikirleri, nesnelere veya olayları zihinsel, fiziksel veya sözel yollarla göstermeyi içermesi nedeniyle, öğrencilerin kendi modellerini oluşturarak bilimsel olguları açıklayabilmelerine ve kavramsal anlama düzeylerini geliştirebilmelerine imkân sağlamaktadır (Treagust vd., 2002). Bu anlamda kavramsal ve yordamsal ağırlıklı bir ders olan fen bilimlerinin hedeflerine ulaşabilmesi bakımından modelleme etkinlikleri büyük öneme sahiptir. Öğrencilerin modelleme etkinliklerine katılımı, konu alan bilgilerini genişletir ve bilimsel olguları anlama, tanımlama ve görselleştirmede uzmanlaşmalarını sağlar (Lehrer ve Schauble, 2006; Schwarz ve White, 2005). Öğrenciler modelleme yaptıkları zaman karşılaştıkları yeni problemlere ilişkin daha etkili çözüm becerileri ve konuyla ilgili daha derin bir anlama kapasitesi geliştirirler (Lehrer ve Schauble, 2005; Wynne, Stewart ve Passmore, 2001). Ayrıca modelleme etkinlikleri, öğrencileri bilimin epistemolojik amaçları ile uyumlu hale getirmeyi ve onların bilimsel girişimcilikle ilgili daha üst düzey fikirler geliştirmelerini sağlamaktadır (Schwarz ve White, 2005; Windschitl, Thompson ve Braaten, 2008). Bununla birlikte modelleme süreci soyut düşünme, tahminler yapma, varsayımlarda bulunma ve karar verme gibi süreçleri de içermektedir. Bu süreç bireyin modelleri zihinsel olarak yapılandırabilmesi ve benzer durumlara ait bilgiyi akıl

yürütme sonucu transfer edebilmesi gibi bilişsel yetenekleri de gerektirmektedir (Gruber, 1992; Seel, 2001). Ayrıca model oluşturma süreci öğrencilerin plan yapmaları, değişkenleri belirlemeleri, ilişkiler kurmaları ve kendi modellerini test etmeleri gibi üst düzey öğrenme aktivitelerini de kapsamaktadır. Bu nedenle modelleme aktivitelerinin fen sınıflarında uygulanması zor bir süreçtir (Sins, Savelsbergh ve Van Joolingen, 2005; Svoboda ve Passmore, 2013).

Modelleme sürecindeki amaçların en önemlilerinden biri, soyut fikir ve kavramları bilinen kavramlar üzerinden güncel yaşam bağlantısı kurarak daha somut hale getirebilmektir. Ayrıca günümüzdeki genel pedagojik eğilim, öğrencilerin bilinmeyene ulaşabilmek için bildikleri kavramlar ile bağlantı kurmasını ve bu bağlantının ilişkisini açıklayarak öğrenmeyi anlamlı hale getirmesini hedeflemektedir (Ayas, 2006). Bugün, bu eğilimden doğan düşünceler farklı seviyelerdeki öğretim programlarına ve ders kitaplarına yansıtılmaya çalışılmaktadır. Bu duruma bağlı olarak, çeşitli ülkelerdeki öğretim programlarında (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013; National England Curriculum [NEC], 2013; National Science Teachers Association [NSTA], 2012) modelleme becerileri gerektiren kazanımlar üzerinde durulmakta ve bu kazanımlar aracılığıyla gerçek hayat bağlantısının kurulması beklenmektedir. Örneğin, İngiltere’de 2013 yılında revize edilen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’na göre öğrencilerin, çevrelerindeki olguları bilimsel açıklamalarla ilişkilendirmesi ve bu açıklamaları geliştirmek için modelleri kullanmaya teşvik edilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği (NSTA, 2012) ise, öğrencilerden soyut olguları ve sistemleri tahmin etmek ve açıklamak için modelleri kullanmasını, geliştirmesini ve gerektiğinde yeniden düzenlemesini beklemektedir. Ülkemizde de fen bilimleri açısından 2005’te yapılan program değişikliği ile modelleme etkinlikleri daha sık kullanılmaya başlanmış ve 2013 yılında yapılan değişiklikte birlikte de hız kazanmıştır. 2013 yılında yayımlanan Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda yer alan kazanımlar incelendiğinde, pek çok kazanımda öğrencilerden model oluşturabilmeleri ve kullanabilmeleri beklenmektedir (MEB, 2013). Bu durum 2013 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı’nın araştırmaya ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını temel almasından kaynaklanmaktadır. Araştırma ve sorgulamaya dayalı öğretimde süreç, sadece “keşfetme ve deney” olarak değil “açıklama ve argüman” oluşturma süreci olarak da ele alınmaktadır. Dolayısıyla, araştırma ve sorgulamaya dayalı fen öğretimi, ders kitabını temel alan ve olguların edilgen bir biçimde dolaylı olarak gözlemlendiği bir öğretim sürecinden ziyade, öğrenci merkezli ve öğrencilerin bizzat yaparak-düşünerek araştırmalarını gerçekleştirdiği fen anlayışını benimsemektedir (Jorgensen, Cleveland ve Vanosdall, 2004). Bu noktada modelleme etkinlikleri ön plana çıkmaktadır. Modelleme etkinlikleri aracılığıyla fenne ait kavram ve olguların dolaylı öğretimi yerine, öğrencilerin ilk elden deneyimler edinip yaparak

ve yaşayarak öğrenmeleri sağlanmaktadır. Bu aşamada, öğrencilerden araştırma ve sorgulama süreçlerini harekete geçirmeleri istenerek ilgili olgu ya da kavramın güncel yaşamdaki karşılığını yansıtan modeli oluşturmaları beklenmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin, model oluşturma sürecinin doğasını kavramaları ve sınıf ortamlarında modelleme etkinliklerine katılmaları, araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı açısından önem arz etmektedir.

Fen bilimlerinde öğrenmenin kalıcılığını arttırabilmek, öğrenmeyi kolaylaştırabilmek, öğrencilerin aktif olarak kendi öğrenmelerinde sorumluluk almalarını sağlamak ve öğrencilere araştırma yolları ve yöntemlerini kazandırabilmek için bilimsel süreç becerileri olarak adlandırılan bazı becerilere ihtiyaçları vardır (Ayvacı ve Bakırcı, 2012; Ayvacı ve Yılmaz, 2009; Çepni ve Çil, 2009). Bu süreçte, öğrencilerden gözlem yapma, ölçme, verileri kaydetme ve sayı ve uzay ilişkisi kurma gibi temel becerilerin yanında hipotez kurma, değişkenleri belirleyerek kontrol etme ve deney yapma gibi deneysel becerilerin de oluşması beklenmektedir. Bu becerilerin öğrencilerde oluşabilmesi için, öğrencilere deneyde yer alan araç gereçleri tanıma ve bunları kullanma gibi bazı teknik becerilerin deney öncesinde kazandırılmış olması gerekmektedir. Benzer durum deneysel etkinliklerde olduğu gibi modelleme etkinlikleri öncesinde de geçerlidir. Öğrencilerin 2013 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan model oluşturmaya yönelik kazanımları gerçekleştirebilmeleri için model oluşturmaya ilişkin becerilerin tespit edilmesi, sınıflandırılması ve bu becerilerin öğrencilere kazandırılması gerekmektedir. Yani bir öğrencinin deney yapabilmesi için öğrencide bilimsel süreç becerilerinin gelişmiş olması beklendiği gibi model oluşturma süreci öncesinde de modelleme becerilerinin gelişmiş olması beklenmektedir. Bu anlamda, öğrencilerin model oluşturma süreci öncesindeki mevcut modelleme becerileri önem kazanmaktadır. Literatür incelendiğinde, araştırmacıların daha çok modellerle farklı konuların öğretimine (Bilal, 2010; Çiltaş ve Işık, 2013; Gümüş, Demir, Koçak, Kaya ve Kırıcı, 2008; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Schwarz vd., 2009; Ünal Çoban, 2009; Van Driel ve Verloop, 2002; Yurt ve Sünbül, 2012; Zeynelgiller, 2006), model ve modellemeyle ilgili yeterliliklere (Berber ve Güzel, 2009; Chittleborough, Treagust, Mamiala ve Mocerino, 2005; Ergin, Özcan ve Sarı, 2012; Güneş vd., 2004; Harrison ve Treagust, 1998; Justi ve Gilbert, 2005; Justi ve Van Driel, 2005; Van Driel ve Verloop, 2002), model oluşturma sürecine (Berber ve Güzel, 2009; Hung, 2008; Şandır, 2010) odaklandıkları ve model oluşturma sürecini modelleyen (Clement, 1989; Halloun, 2004; Justi ve Gilbert, 2002; Nunez-Oviedo, 2004; Zhang, 2003) çalışmalara ağırlık verildiği görülmektedir. Özellikle modelleme sürecini modelleyen çalışmalarda, modelleme sürecinin aşamalarının ve bu süreçlerde öğretmen ve öğrencilerin rollerinin tanımlandığı görülmektedir. Van Driel ve Verloop (2002), öğrencilerin modelleme çalışması



yapabilmelerinin, model oluşturulurken takip edilecek aşamalardan ve öğretmenlerin bilgi ve tecrübelerinden ziyade öğrencilerin modelleme yeteneklerine bağlı olduğunu ileri sürmektedir. Sins ve diğerleri (2005) ise model oluşturma sürecinde, öğrencilerin bir modelleme çalışması yaparken karşılaştıkları zorlukların ve uyguladıkları düşünme süreçlerinin ne olduğunun bilinmesinin, modelleme sürecinin aşamalarından çok daha önemli olduğunu vurgulamaktadır. Üstelik modelleme aşamaları modelleme türlerine göre farklılık göstermekte olup, farklı alt başlıklar altında değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmelerde daha çok planlama, analiz etme, modeli belirleme, akıl yürütme, yorumlama, sentez, değerlendirme ve kritik etme gibi ana kategorilerin ve bu ana kategorilere bağlı alt kategorilerin ön plana çıktığı görülmektedir (Gilbert, Boulter ve Emler, 2000; Gobert, Snyder ve Houghton, 2002; Gordin ve Pea, 1995; Roth ve McGinn, 1998; Stratford, Krajcik ve Soloway, 1998; Zhang, 2003). Bu aşamaların gerçekleştirilebilmesi için gerekli yetenek ya da becerilerin neler olduğu konusunda ise sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Harrison ve Treagust, 2000b; Huguet, Erschler, De Terssac ve Lompré, 1996; Maaß, 2007). Harrison ve Treagust (2000b) öğrencilerin konu ve kavramlara hakimiyet sağlayabilecekleri alan bilgisinin, daha önce modelleme deneyimi yaşamış olmalarının, bilişsel alt yapılarının ve kavramsal bağı kurabilmek için analogik düşünebilme becerilerinin gelişmiş olması gerektiğini ileri sürmektedir. Huguet ve diğerleri (1996) modelleme sürecinde öğrencilerde bulunması gereken becerileri iletişim becerileri, müdahale becerileri ve değerlendirme becerileri şeklinde kabaca üç farklı başlık altında sınıflandırırken, Maaß (2007) ise problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma, problemi çözme, çözümü yorumlama, modeli doğrulama, modeli başka problem durumlarına uyarlama ve rapor oluşturma gibi yedi farklı modelleme basamağı şeklinde sınıflandırmıştır.

Yürütülen bu çalışmada, öğrencilerle birlikte modelleme etkinlikleri gerçekleştirilerek veriler toplanmıştır. Fen Bilimleri Öğretim Programı incelendiğinde, ortaokul beş, altı ve yedinci sınıfta toplam 174 kazanımın bulunduğu ve bu kazanımların yaklaşık %16'sının (29 kazanım) modelleme kazanımlarından oluştuğu tespit edilmiştir. 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ki modellemeye yönelik kazanımlar ve bu kazanımların işaret ettiği modelleme türleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda Yer Alan Modelleme Kazanımları ve Türleri

Sınıf Düzeyi	Toplam Kazanım (f)	Modellemeye Yönelik Kazanım (f)	Oran (%)	Ünite Başlığı	İlgili Modelleme Kazanımlarının Numarası	Modelleme Türü*
5	44	6	13.6	Vücudumuzun Bilmecesini Çözelim	5.1.2.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
					5.1.2.2.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo

Tablo 1'in devamı

				Işığın ve Sesin Yayılması	5.4.1.1.	Simulasyon, Harita-Diyagram-Tablo
					5.4.3.1.	Simulasyon, Harita-Diyagram-Tablo
				Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik	5.6.2.1.	Sembolik
					5.6.2.2.	Simulasyon, Harita-Diyagram-Tablo
				Vücudumuzdaki Sistemleri	6.1.3.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
					6.1.3.2.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo, Kavram-Süreç
					6.1.4.2.	Harita-Diyagram-Tablo
				Kuvvet ve Hareket	6.2.1.1.	Harita-Diyagram-Tablo
					6.2.1.3.	Simulasyon, Harita-Diyagram-Tablo
					6.2.2.2.	Simulasyon, Sembolik, Matematiksel
6	52	11	21.1	Maddenin Tanecikli Yapısı	6.3.3.1.	Simulasyon, Sembolik, Matematiksel
				Işık ve Ses	6.4.1.1.	Simulasyon, Harita-Diyagram-Tablo
				Dünya, Ay, Güneş	6.8.1.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
					6.8.2.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
					6.8.3.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
				Vücudumuzdaki Sistemler	7.1.1.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
					7.1.2.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
					7.1.3.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
					7.1.3.2.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
					7.1.4.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
				Kuvvet ve Enerji	7.2.2.1.	Simulasyon, Sembolik, Matematiksel
					7.2.3.1.	Simulasyon, Sembolik, Matematiksel
				Maddenin Yapısı ve Özellikleri	7.3.1.5.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo, Analogik
					7.3.5.5.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo, Kavram-Süreç
				Elektrik Enerjisi	7.6.1.1.	Simulasyon, Harita-Diyagram-Tablo
					7.6.1.6.	Simulasyon, Sembolik, Matematiksel
				Güneş Sistemi	7.7.2.1.	Ölçek, Harita-Diyagram-Tablo
Toplam	174	29	16.1			

Tablo 1 incelendiğinde kazanımların daha çok ölçek modelleri ve harita-diyagram-tablo modellerini işaret ettiği görülmektedir. Bunun için de fen bilimleri programında yer alan kazanımlar, ilgili oldukları modelleme türleri dikkate alınarak öğrencilerle yürütülecek ve bu süreçte modelleme öncesinde öğrencilerde bulunması gereken beceriler tespit edilecektir.

Bu kapsamda ölçek ve harita-diyagram-tablo modellemelerinden biri kullanılabilir her bir kazanım için modelleme etkinlikleri gerçekleştirilecektir. Örneğin, “7.7.2.1. Güneş sistemindeki gezegenleri, güneşe yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur ve sunar” şeklindeki 7. sınıf kazanımını ele aldığımızda, bu kazanım, özünde ölçeklendirme türünde bir modellemeyi içerse de harita-diyagram-tablo modellemesi ile de kazandırılabilir. Her iki modelleme türünde de öğrencilerin içerik ve modelleme bilgilerinin yanında model oluşturabilmeleri için ortak beceri ve yeteneklere de ihtiyaçları olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin modelleme sürecindeki bu aşamaları istenilen düzeyde gerçekleştirebilmeleri için bazı becerilere sahip olmaları gerekmektedir.

Bu doğrultuda model oluşturma sürecinin istenilen düzeyde gerçekleşebilmesi için bu becerilerin gelişimine yönelik etkinliklere ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin model oluşturma yoluyla anlamlı ve kalıcı öğrenmeler sağlamaları amacıyla bu becerilerin belirlenmesi ve öğrencilere kazandırılması önem arz etmektedir (Chang, 2008; Chiu, 2007). Bu noktada, modelleme süreci öncesinde ortaya çıkan becerilerin bireylere nasıl ve hangi öğretim ortamlarında kazandırılması gerektiği sorunu ile karşılaşmaktadır.

Gaingsburg (2008), sınıf ortamlarında öğretmenlerin görsel zenginlik sağlayan modellemeler kullandığını ileri sürerken, Zhang (2003) ise, bu tür uygulamaların sınıf içerisinde oluşturabileceği olumsuzlukları göz önüne alarak bilgisayar tabanlı etkinliklerin kullanılabilirliğini ve bu tür model çalışmaları ile uzamsal becerilerin çok daha hızlı gelişebileceğini ileri sürmektedir. Yurt ve Sünbül (2012) de yapmış olduğu çalışmada sanal ortam kullanımının öğrencilerin uzamsal düşünme becerileri gibi zihinsel becerilerinin gelişimine de katkı sağladığını ileri sürmektedir.

Bu bağlamda öğrencilerin modelleme sürecine başlamadan önce modellemeye ilişkin becerilerinin belirlenmesi ve bu becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin geliştirilmesiyle; öğrencilerin model üretme kapasiteleri artırılarak fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan modelleme kazanımlarının etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesine imkân sağlanacaktır. Bununla birlikte bu becerilerin geliştirilmesiyle gerçekleştirilecek modelleme süreçleriyle birlikte öğrencilerin fen derslerine yönelik motivasyonlarının artırılacağı ve fen okur yazarlık düzeylerinin geliştirileceği düşünülmektedir.

## **1. 1. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri öncesinde sahip olmaları gereken becerileri belirlemek; bu becerileri geliştirmek amacıyla bilgisayar tabanlı etkinlikler tasarlamak ve bu etkinliklerin etkililiğini değerlendirmektir. Bu bağlamda çalışmanın alt amaçları aşağıdaki gibidir.

1. Ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri öncesinden sahip olmaları gereken modelleme becerilerini belirleme;

2. Ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri öncesinde sahip olmaları gereken modelleme becerilerine yönelik geliştirilen bilgisayar tabanlı etkinliklerin uygulanması sonucunda, öğrencilerin bu becerilerinde anlamlı bir gelişim olup olmadığını belirlemektir.

## 1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

İnsanoğlu geçmişinden bugüne doğayı anlama ve ona hâkim olma gayreti içerisine girmiştir. Bu süreçte insanlar hem fiziksel aktivitelerini hem de zihinsel aktivitelerini devreye sokmuştur. Burada ortak amaç karşılaşılan problemlerin üstesinden gelme ve hayatta kalma arzusudur. Söz konusu bu arzular insan doğasına yardımcı olabilecek tüm bilimsel işlevleri belirli amaçlar doğrultusunda ortaya koyan bilimsel kurguları yani fenni ve bu amaçlara hizmet eden doğa bilimlerini yani fen bilimlerini oluşturmuştur.

Fen bilimlerinin ortak amacı bireyleri fen okur yazarı yapmanın yanında bireylerin öğretim programında yer alan bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerileri de kazandırmaktır. Bu kapsamda ülkemizde kabul gören ve 2013 yılında yenilenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda öğrencilere kavramsal boyutta öğrenme sağlayabilmek ve karşılaştığı problemlerin üstesinden gelebilmesini sağlamak temel amaç olarak yer almaktadır. Söz konusu öğretim programında öğrencilerin derslerde çeşitli model türlerini kullanma ve model oluşturabilme etkinliklerine yer verildiği görülmektedir. Bunun sağlanabilmesi için de fen eğitimi derslerinde model oluşturma etkinliklerine ağırlık verilmesi gerekmektedir. Fen bilimleri derslerinde model oluşturmadan kasıt, fen içeriklerini somutlaştırmak, soyut kavramları bireylerin anlamlandırabilmesi için ders içinde uygun materyaller kullanmak anlamına gelmektedir (Van Driel ve Verloop, 2002). Bu bağlamda fen bilimlerinde modelleme, mevcut kavramlardan hareketle bilinmeyen bir hedefi anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanırken, modelleme sonucu ortaya çıkan ürün ise model olarak nitelendirilmektedir (Harrison, 2001; Treagust vd., 2002).

Öğretim aktiviteleri olarak derslerde model kullanımını etkili yürütebilmek için model oluşturma sürecinin farkında olmak ve bu sürece hâkim olabilmek gerekir. Model oluşturma süreci öğrencilere birçok şey kazandırır. Bunlar; öğrencilerin konu alan bilgilerini genişletme, karşılaşılan yeni problemlere daha iyi çözüm yolu üretebilmeyi sağlama, bilişsel bilgi düzeyini artırmaya yardımcı olma, soyut düşünmeyi, tahminler yapabilmeyi, varsayımda bulunma ve karar vermeyi kolaylaştırma şeklindedir (Gruber, 1992; Lehrer ve Schauble, 2005; Lehrer ve Schauble, 2006; Schwarz ve White, 2005; Seel, 2001; Windschitl vd., 2008; Wynne vd., 2001). Bu bahsedilenlerden de görüldüğü üzere, model oluşturma

süreci oldukça zor ve kapsamlı bir süreç olup aynı zamanda üst düzey öğrenme aktivitelerini de içermektedir (Sins vd., 2005; Svoboda ve Passmore, 2013).

Fen bilimlerinde öğrenmenin kalıcılığını arttırabilmek, öğrenmeyi kolaylaştırabilmek, öğrencilerin aktif olarak kendi öğrenmelerinde sorumluluk almalarını sağlamak ve öğrencilere araştırma yolları ve yöntemlerini kazandırabilmek için bilimsel süreç becerileri olarak adlandırdığımız bazı becerilere ihtiyaçları vardır (Ayvacı ve Bakırcı, 2012; Ayvacı ve Yılmaz, 2009; Çepni ve Çil, 2009). Bu süreçte, öğrencilerden gözlem yapma, ölçme, verileri kaydetme ve sayı ve uzay ilişkisi kurma gibi temel becerilerin yanında hipotez kurma, değişkenleri belirleyerek kontrol etme ve deney yapma gibi deneysel becerilerin de oluşması beklenmektedir. Bu becerilerin öğrencilerde oluşabilmesi için, öğrencilerin model oluşturma sürecine ve model oluşturma becerilerine sahip olması gerekir.

İlgili literatür öğrencilerin modelleme sürecinde sahip olması gereken becerileri farklı şekillerde sınıflandırmıştır (Harrison ve Treagust, 2000; Huguet vd., 1996; Maaß, 2007). Bunlar; iletişim, müdahale, değerlendirme, problemi anlama, değişkenleri seçme, model kurma, problem çözme, çözümü yorumlama, modeli doğrulama, modeli başka problem durumlarına uygulama ve rapor yazma gibi becerilerdir. Literatürde belirlenen bu becerilere bakıldığında, oldukça genel olduğu görülmektedir. Bu yüzden modelleme becerilerinin daha da özelleştirilmesi gerekir.

Fen eğitiminde model oluşturmaya yönelik öğrenme ortamları dikkate alındığında, modellemeye yönelik becerilerin belirlenmesine yönelik de ihtiyaçlar ortaya çıkmaktadır. Öğrencilerin model oluşturma yoluyla anlamlı ve kalıcı öğrenmeler sağlamaları amacıyla bu becerilerin belirlenmesi ve öğrencilere kazandırılması önem arz etmektedir (Chiu, 2007; Chang, 2008). Bu bağlamda çalışmanın ilk aşamasında öğrencilerin öğretim programında yer alan kazanımlarına göre modellemeye yönelik becerilerinin neler olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın sonucunda öğrencilerde modelleme etkinlikleri öncesinde sahip olmaları gereken becerilerinin belirlenmesi, devamında öğrencilerin bu becerilerini geliştirecek etkinliklerle yetiştirilmesi ve fen bilimleri öğretim sürecinde modelleme etkinliklerin gerçekleştirilmesini daha etkili bir şekilde sağlayacaktır.

Diğer taraftan öğrencilerde belirlenen modelleme becerilerinde eksik ya da hatalı olanların düzeltilmesi, modellemenin doğası gereği önem arz etmektedir. Yani eğer bir öğrenci belirlenen bu becerilerden birine ya da birkaçına sahip değilse kavramsal boyutta öğrenme gerçekleşse de bunun zihinsel ya da nesnel modele dönüştürülmesi oldukça zor olacaktır. Modellemenin esas amaçlarından birinin de öğrencilerde soyut kavramları somutlaştırma olduğu düşünülürse, söz konusu becerilerin eksikliğinin ortadan kaldırılması öğrenciler tarafından anlaşılmayan konuların daha etkili bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Yani söz konusu modelleme becerileri belirlendikten sonra, öğrencilerin bu

becerilerinin gelişip gelişmediğinin ortaya çıkarılması da önem arz etmektedir. İlgili literatürde modellemeye yönelik becerilerin kapsamlı bir haline rastlanmadığından, bu becerilerin gelişip gelişmediğine yönelik çalışmalara da rastlanmaması normaldir. O halde bu çalışmanın ikinci aşamasında araştırmacı tarafından tasarlanan modelleme becerilerine yönelik bilgisayar tabanlı etkinlikler aracılığıyla öğrencilerin ilk aşamada belirlenen bu becerilerdeki değişimi resmedilmeye çalışılmıştır. Böylece fen eğitiminde ders anlatacak olan öğretmenlerin, öğrencilerin hangi modelleme becerisi eksikse, bu çalışmada belirtilen ve o beceriyi içeren etkinliği seçerek ders işleme, oluşturacakları modellerin daha verimli olmasını ve dolayısıyla konuyu daha etkili bir şekilde anlatmalarını sağlayacaktır.

Sonuç olarak öğrencilerde modellemeye yönelik becerilerin belirlenmesi ve işlenen derslerde bu becerilerin gelişiminin incelenmesi, fen eğitiminde kavramsal boyutta da öğrenmeye katkı sağlayacaktır. Kavramsal öğrenmede modelleme becerilerinin yeri bu kadar önemli olmasına rağmen ilgili literatürde modelleme becerilerine çok fazla yer verilmemiştir. Bu durum bu becerileri geliştirmeye yönelik etkinliklerin yer almasını da kısıtlayıcı nitelikte olmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma ile hem literatürdeki bu eksikliğin ortadan kalkacağı düşünülmekte hem de modelleme becerilerine yönelik hazırlanan bilgisayar tabanlı etkinlikler aracılığıyla söz konusu becerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu etkinlikler fen eğitimi derslerinde model oluşturacak öğretmenlere ve bu alanda çalışmalarını yürütecek fen eğitimi araştırmacılarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

### **1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıda verilmiştir.

1. Yürütülen bu araştırma 2015-2016 güz yarıyılında Trabzon merkez ilçesinde yer alan bir ortaokulun, beşinci, altıncı ve yedinci sınıfında öğrenim görmekte olup Seçmeli Bilim Uygulamaları dersini seçen toplam 57 öğrenci; 2016-2017 bahar yarıyılında aynı okulda öğrenim gören ve aynı dersi alan 11 yedinci sınıf öğrencisi ve 2017-2018 güz yarı yılı yine aynı okulda öğrenim görmekte olup Seçmeli Bilim Uygulamaları dersini alan 21 yedinci sınıf öğrencisiyle sınırlıdır.

### **1. 4. Araştırmanın Varsayımları**

Araştırmanın varsayımları aşağıda verilmiştir.

1. Yürütülen bu araştırma kapsamında, öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar sırasında öğrencilerin gerçek duygu ve düşüncelerini beyan ettikleri varsayılmıştır.

2. Araştırma sürecinde geliştirilen dereceli puanlama anahtarının kapsam geçerliği için alınan uzman görüşüne katkı sağlayan bireylerin, objektif olarak sürece katkıda buldukları varsayılmıştır.

### 1. 5. Tanımlar

*Model ve Modelleme:* Mevcut kavramlardan hareketle bilinmeyen bir hedefi anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü modelleme, modelleme sonucu ortaya çıkan ürün ise model olarak nitelendirilmektedir (Harrison, 2001; Treagust vd., 2002).

*Beceri:* Belirli bir sonuca azami düzeyde kesinlik ve asgari düzeyde enerji veya zaman harcayarak ulaşma durumudur (Guthrie, 1952).

*Modelleme Becerisi:* Bireylerin modelleme sürecine başlamadan önce, iyi bir model oluşturmak ve model oluşturma sürecini etkili bir biçimde kullanabilmek için sahip olmaları gereken becerilerdir.

*Dereceli Puanlama Anahtarı:* Bir problem durumunu çözüme ulaştırmak için yürütülen ve araştırmayı değerlendirirken kullanılacak kriterleri sıralayan bir cetveldir (Karamanoğlu, 2006).



## **2. LİTERATÜR TARAMASI**

### **2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi**

Araştırmanın bu bölümünde literatür taraması kapsamında, araştırmada yer alan kavramlara, araştırma konusuna yönelik yapılan çalışmalara ve bu çalışmaların sonucuna yönelik bilgilere yer verilmiştir.

#### **2. 1. 1. Araştırmada Yer Alan Kavramlar**

Bu bölümde araştırmada yer alan kavramlara literatür desteği ile birlikte yer verilmiştir.

##### **2. 1. 1. 1. Modellemeye Dayalı Fen Öğretimi**

Fen öğretiminde soyut kavramların somutlaştırılmasında, somut kavramların ise öğrenme sürecinde etkin kullanımında model ve modellemenin önemi oldukça büyüktür (Güneş vd., 2004). Bu yüzden fen bilimleri öğretimi deyince akla ilk model ve modellemeye dayalı fen öğretiminin gelmesi normaldir. Aşağıdaki bölümlerde model ve modelleme ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

##### **2. 1. 1. 1. 1. Model ve Model Türleri**

Model, nesnelere, olaylar, süreçler gibi bir sistemin belirli yönlerine veya bileşenlerine odaklanan sistemin basitleştirilmiş bir gösterimidir (Ysu, Lin, Wu, Lee ve Hwang, 2012). Bir cismin ya da olgunun modeli, onu anlamamıza yardımcı olan basitleştirilmiş bir taklittir (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1991). Lesh ve Doerr'e (2003) göre model ise, karmaşık sistemleri yorumlamak için insanın zihninde var olan kavramsal yapılar ile bunların dış gösterimlerinin bir bütünüdür. Dolayısıyla modeller aynı zamanda, soyut kavramları somutlaştıran sistemlerdir (Ingham ve Gilberts, 1991). Yani modeller gerçek değildir, kabul gören yeni bilgiler ile değişebilir (Harrison, 2001). Bu bağlamda modeller, karmaşık sistemleri yorumlayarak anlamaya yarayan ve zihinde var olan kavramsal yapıların dış temsilidir de denilebilir (Lesh ve Doerr, 2003). Fen eğitiminde modeller soyut kavramların somutlaştırılmasında, hipotez ve tahmin kurma stratejilerini kullanmada, ilişki kurmada ve bilimsel teorilerin açıklanmasında oldukça sık kullanılan bir öğrenme aracıdır (Güneş vd., 2004; Treagust, 2002).

Modeller, bilimsel düşüncelerin ve bilimsel çalışmaların bir ürünüdür. Araştırmacılar modelleri ölçülecek varsayımları formüle etmede, bilimsel kavramları, olayları ve süreçleri



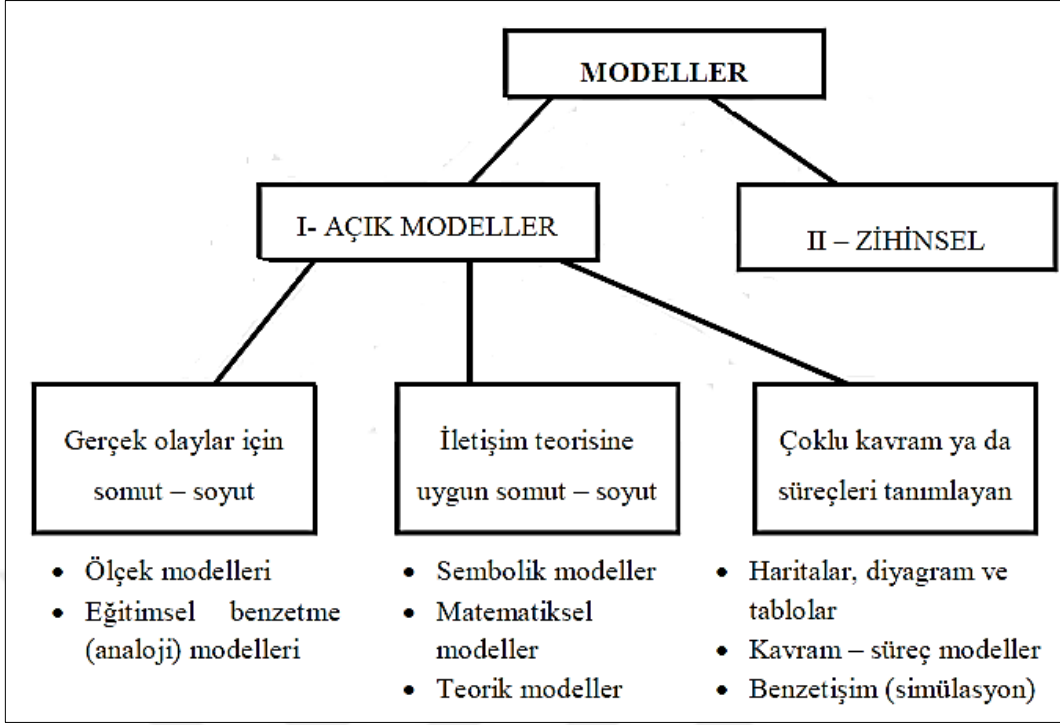
açıklamada kullanılır (Berber ve Güzel, 2009). Bu bağlamda bilimsel olarak modeller, bilim insanları çalışırken izlediği yöntemler ve bu yöntemler sonucunda ortaya atılan bilimsel ürünler olarak tanımlanabilir (Cartier, Rudolph ve Stewart, 2001). Dolayısıyla bilimsel modeller farklı bilim insanları tarafından geliştirilebilir, değiştirilebilir, yeni eklemeler yapılarak başka modellerle de birleştirilebilir. Modellerin farklı özellikleri vardır. Svaboda ve Passmore (2013) ile Van Driel ve Verloop (1999) modellerin özelliklerini aşağıdaki şekilde özetlemişlerdir:

- Modeller temsil edilen sistem ve süreçle ilgilidir.
- Modeller temsil ettikleri sistem ve süreçle ilgili benzetimlere dayandığı için araştırmacıların hipotez kurmalarını sağlarlar. Yine modeller, hipotezlerin test edilmesi ile ilgilenilen sistem, süreç ya da olgu hakkında yeni bilgilerin edinilmesini sağlarlar.

- Modeller, kolay anlaşılabilir olmalıdır.
- Kullanımı kolay olmalıdır.
- Modeller, ekonomik olmalıdır.
- Oluşturulan modeller, öğrencilerin ilgisini çekecek nitelikte olmalıdır.
- Modeller oluşturulma amacına göre hedef kavramların özelliklerini yansıtmalıdır.
- Modeller sayesinde hedef kavramlar basite indirgenebilir olmalıdır.
- Oluşturulan bir model ile hedef kavram hakkında benzerlik ve farklılıklarıyla tahmin yürütülebilir nitelikte olmalıdır.

Ayrıca oluşturulan modelde durum belirleme amaçlandığı için gerçek kavram dışındaki durumlar belirtilmek zorunda değildir ve modeller doğrudan temsil ettikleri sistem, olgu veya süreçle ilişkilendirilemez. Bu yüzden fotoğraflar bir model olarak kabul edilmez.

İlgili literatürde modellerle ilgili pek çok sınıflandırmaya rastlanmaktadır (Harrison ve Treagust, 2000a; Ünal, 2006; Örnek, 2008). Bunlardan biri olan Ünal'a (2005) ait modellerin sınıflandırmasına Şekil 1'de yer verilmiştir.



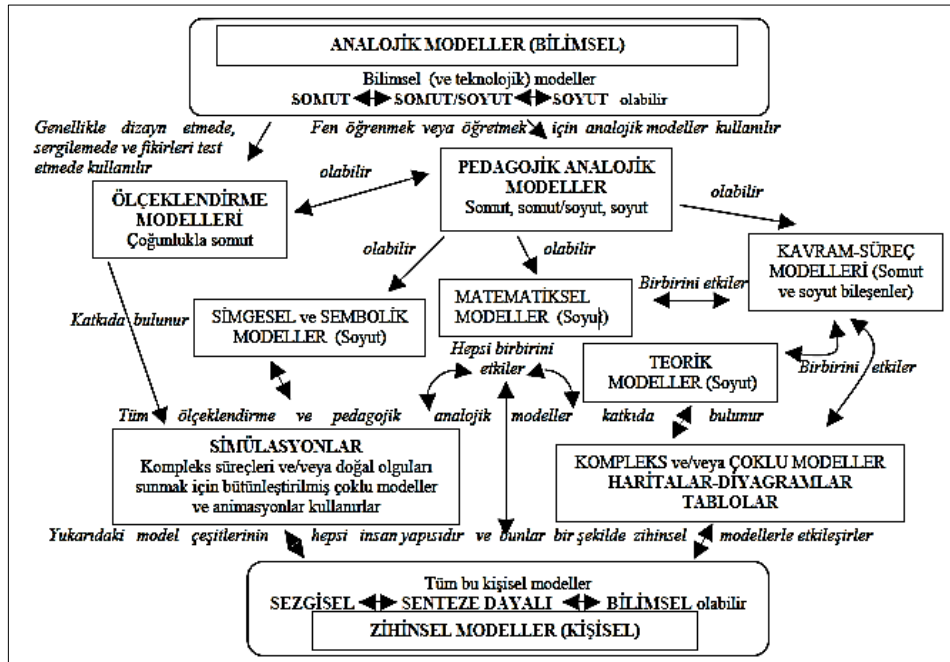
Şekil 1. Ünal (2005) tarafından yapılan modellerin örnek sınıflandırması

Şekil 1’de Ünal (2005) tarafından yapılan modellerin sınıflandırması verilmiştir. Bu sınıflandırma incelendiğinde modellerin açık ve zihinsel model olarak ikiye ayrıldığı görülmektedir. Buradaki *açık modeller* diğer bir deyişle benzetme modelleri, hedef kavram ve benzer model ilişkisi üzerine kurulmuştur. Zihinsel modeller ise somut ya da soyut kavramların ve süreçlerin, bireylerin zihninde canlanması ile oluşur. Şekil 1’de de görüldüğü gibi Ünal (2005) açık modelleri gerçek olaylar için somut modeller, iletişim teorisine uygun somut-soyut modeller ve çoklu kuram ya da süreçleri tanımlayan modeller olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Literatürde buna benzer bir başka sınıflandırmaya rastlanmaktadır. Örnek (2008) modelleri, zihinsel ve kavramsal modeller olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Örnek (2008) tarafından tanımlanan kavramsal modeller, herhangi gerçek bir durumun ya da bir kavramın öğretilmesi için tasarlanan araçlar olarak ifade edilmiştir. Zihinsel modeller ise bireyin zihninde oluşan gösterimlerdir şeklinde tanımlama yapılabilir. Bunların dışında literatürde modellerin sınıflandırmasına yönelik yapılan çalışmalar Harré (2004) tarafından derlenmiş ve Tablo 2 elde edilmiştir.

Tablo 2. Literatürde Yer Alan Bazı Model Sınıflandırmaları

Modeller	Kaynaklar
Ölçek, analogik, matematiksel ve teorik model	Black (1962)
İnaktif, simgesel, sembolik model	Bruner (1966)
Ölçek, analog, teorik model	Giere (1991)
Zihinsel, uzlaş, öğretim modeli	Gilbert ve Boulter (1997)
Analojik (ölçek, simgesel/sembolik, matematiksel) ve zihinsel model	Harrison ve Treagust (2000a, b)
Tarihsel ve karma model	Justi (2000)
Somut, sözlü, görsel, matematiksel model	Boulter ve Buckley (2000)
Simgesel model	Harre (2004)

Tablo 2’de bazı araştırmacıların modellere ait yaptığı sınıflandırmalar görülmektedir. Modellere ait bu sınıflandırmalara bakıldığında, hepsinin birbiri ile benzerlik gösterdiği gözlenmektedir. Yani farklı yıllarda farklı araştırmacılar benzer sınıflandırmalar yapmışlardır. Bu yüzden ilgili literatürde modele ait en kapsamlı sınıflandırmanın Harrison ve Treagust (2000a) tarafından yapıldığı görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada da Harrison ve Treagust (2000a) tarafından yapılan sınıflandırma temel alınmıştır. Şekil 2’de söz konusu model sınıflandırmasına da yer verilmiştir.



Şekil 2. Harrison ve Treagust (2000a) tarafından yapılan modellerin sınıflandırmasına ait kavram haritası

Şekil 2 incelendiğinde modellerin; ölçeklendirme modelleri, pedagojik analogik modeller, simgesel veya sembolik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller, kompleks veya çoklu modeller (haritalar-diyagramlar, tablolar), kavram-süreç modelleri, simülasyonlar, zihinsel modeller ve senteze dayalı (sezgisel veya bilimsel olabilir) modeller şeklinde sınıflandırıldığı görülmektedir. Harrison ve Treagust (2000a) tarafından yapılan analogik modellerin sınıflandırılmasına yönelik tanımlamalar aşağıda yer almaktadır.

*Ölçek Modeller;* dokunularak hissedilebilen, taşınabilen, bireylerin sosyal ve kültürel ihtiyaçlarına cevap veren modeller olarak tanımlanmıştır (Heddens, 2005). Ölçek modeller fiziksel olarak, dışarıdan bakıldığında dış görüntüyü yansıtmasına rağmen diğer ayrıntıları yansıtmamaktadır. Genellikle oyuncak gibidir ya da oyuncaktır.

*Pedagojik Analogik Modeller;* pedagoji ve analogi kavramlarının birleştirilmesi olarak düşünülebilir. Burada pedagojik denilmesinin sebebi, gözlemlenemeyen varlıkların öğrenciler için ulaşılabilir yapılmasından ileri gelir. Örneğin molekül, atom gibi varlıkların modellenmesinde pedagojik kavramı ön plandadır. Analogik denilmesinin sebebi ise, modelin bilgiyi hedefle paylaşmasından kaynaklanmaktadır.

*Simgesel veya Sembolik Modeller;* fen eğitiminde kimyasal formüller ve eşitlikler bu model türüne girmektedir. Güneş ve diğerleri (2004) tarafından da ifade edildiği gibi suyun denkleminin  $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$  şeklideki gösterimi simgesel veya sembolik modellere örnek olarak verilebilir.

*Matematiksel Modeller;* matematik dilini kullanarak gerçeğin bir bölümünün soyut olarak taklit edilmesi şeklinde tanımlanabilir (Bender, 1978). Yani matematiksel modeller, gerçek yaşamdaki problemlerin yorumlanmasında ve çözümlenmesinde yardımcı olan zihinsel yapıların matematiksel formlara veya formüllere dönüştürülmüş halidir (Lesh ve Doerr, 2003). Bunun dışında fen eğitiminde bazı formül ve eşitlikler matematiksel formüller ile ifade edilebilir. Örneğin Newton'un ikinci hareket kanununun temsili olan  $F=m.a$  eşitliğidir.

*Teorik Modeller;* teorik olgu ve olayları tanımlayabilmek ve ifade edebilmek için insanlar tarafından geliştirilmiştir. Elektromanyetik kuvvet çizgileri ve fotonların benzetimsel gösterimleri teorik modellerdir. Yine gazların hacmi, sıcaklığı ve basıncı için oluşturulmuş kinetik teori modeli bu kategoriye girer (Harrison ve Treagust, 2000a).

*Kompleks veya Çoklu Modeller (Haritalar, Diyagramlar, Tablolar);* kalıpları, kısa yolları ve ilişkileri öğrencilerin kolaylıkla görebileceği bir şekilde onlara sunar. Periyodik tablo, kavram haritaları, diyagramlar, kan dolaşımı, sinir sistemi, besin döngüleri, besin ağları ve piramitleri bu modellere örnek olarak verilebilir. Bu diyagramların bazı kısımlarının büyütülmesi veya daha basitleştirilmesi ile iki boyutlu modeller elde edilir (Harrison ve Treagust, 2000a).

*Kavram-Süreç Modelleri;* fen kavramlarının çoğunluğu bir nesneden ziyade bir işlemi ya da süreci tanımlar. Öğretmenler gerçek dünyada rastlayamayacakları ve doğrudan göremeyecekleri bu süreçleri öğrencilerine asit-baz ve oksidasyon-redüksiyon çoklu modelleri gibi kavram-süreç modellerini kullanarak açıklarlar. Bu modellerin benzetimsel (analojik), somut ve hareketli özelliği onun çoklu eğitimsel benzetim, sembolik, teorik ve matematiksel modelleri bütünleştirmesi ile ortaya çıkar.

*Simülasyonlar;* araştırmacıların herhangi bir yaşam riski almadan yetenek gelişimini sağlamaya uygun modellerdir. Bir uçağın kalkışı, küresel ısınma, nükleer reaksiyonlar ve kazalar, popülasyon değişimleri gibi oldukça karmaşık süreçleri ifade ederler.

### **2. 1. 1. 1. 2. Fen Eğitiminde Modelleme ve Modelleme Süreci**

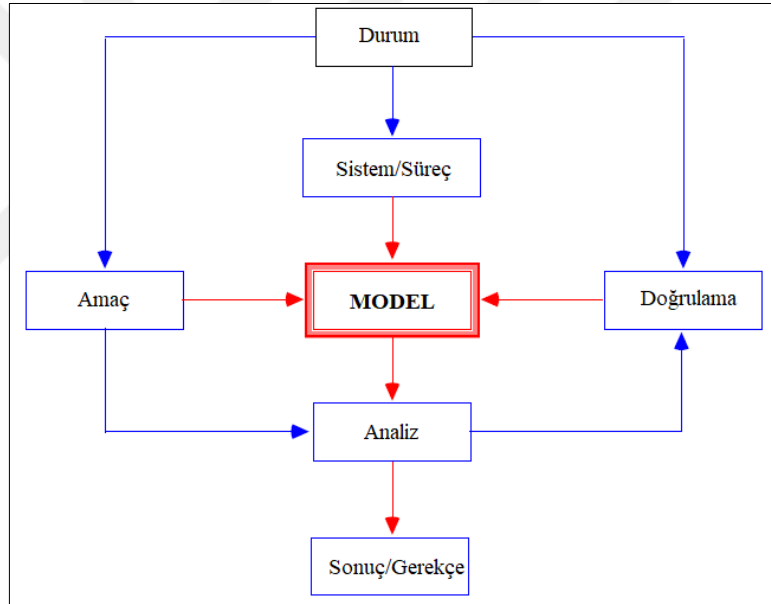
Modelleme, bilimin uygulamalarıdır ve model oluşturma sürecinde kullanılan bütün işlemlere verilen addır (Morgan ve Morrison, 1999; Justi ve Gilbert, 2002). Modelleme diğer bir deyişle modellerin üretimi ve revizyonu, bilimsel bilginin gelişimini ve çekirdeğini oluşturmaktadır (Justi ve Gilbert, 2002; National Research Council [NRC], 2011). Fen bilimlerinde modelleme, mevcut kavramlardan hareketle bilinmeyen bir hedefi anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanır (Harrison, 2001; Treagust vd., 2002). Matthews (2007) fen eğitiminde modellemeyi, soyut varlık ve kavramları somutlaştırmamızda kullandığımız analogiler olarak ifade etmiştir. Literatürde fen eğitiminde modellemeye yönelik farklı tanımlar olsa da hepsinin ortak hedefleri vardır. Bu hedeflerden biri de öğrencilerin fen derslerindeki öğrenmelerini daha etkili hale getirmektir. Fen eğitimi derslerinin öğretimine yönelik yapılan modellemeler, öğrenmeyi daha etkili hale getirir ve bu modellemeler öğrencilerin bilimsel alan bilgisinin geliştirilmesinde rol oynar (Barnea ve Dori, 2000; Maia ve Justi, 2009; Mendonça ve Justi, 20011; Schauble, Glaser, Raghavan ve Reiner, 1991). Yine derslerde model kullanımı öğrencilerin bilimsel kavramları anlamasının yanında onları derse motive etmekte ve aktif katılımını sağlamaktadır (Özdemir, 2017). Fen öğretiminde modelleme, öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modellerden yararlanarak ve onların daha rahat öğrendiği ya da kavrayabildiği modelleri kullanarak hedef modelleri oluşturmaktır. Dolayısıyla modellemeye dayalı fen öğretiminde bilim, tanımlayıcı ve açıklayıcı modelleri oluşturma süreci olarak tanımlanabilir (Arslan, 2013; Bamberger ve Davis, 2013; Batı, 2014; Chamizo, 2013; Chang, 2008; Chittleborough ve Treagust, 2007; Demirçalı, 2016; Özdemir, 2017; Schwarz ve White, 2005).

Fen bilimlerinde modellemenin kolay olduğu düşünülse de bilimsel bir süreç olması sebebiyle bazı özellikleri içermektedir (Schwarz ve White, 2005). Schwarz ve White (2005) söz konusu modelleme sürecini;

- Teorilerin en önemli yapılarını somutlaştırma ve veri elde etme (Genellikle bilgisayar aracılığıyla yapılan modellemelerdir).

- Modelin doğruluk ve tutarlılık gibi kriterle göre değerlendirilmesi.
- Modelin yeni teorik fikirleri ve deneysel bulguları içerecek şekilde revize edilmesi.

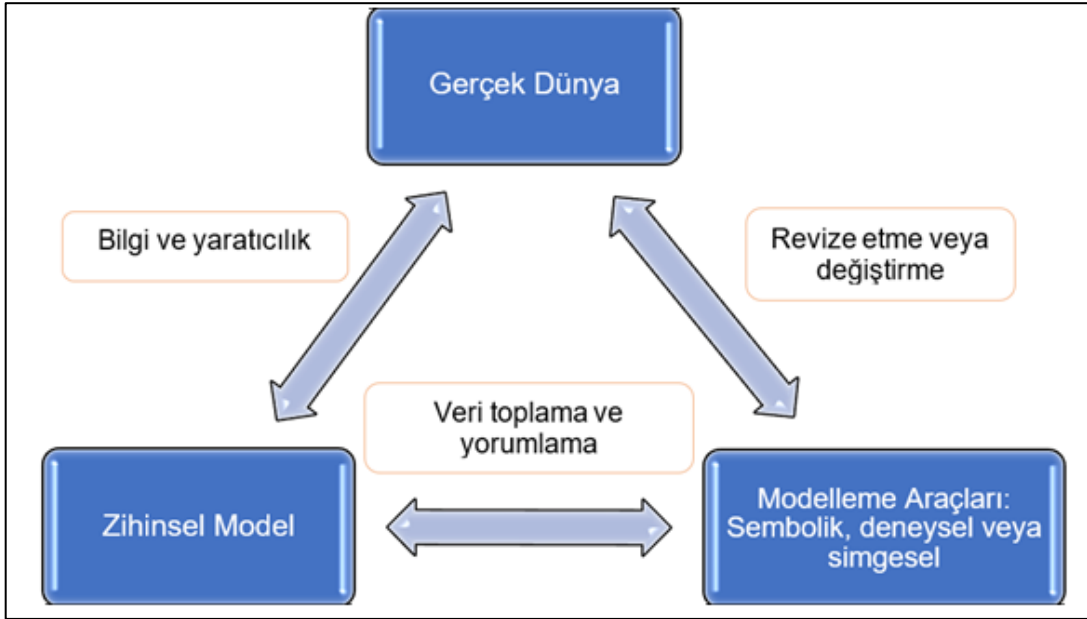
Şeklinde ifade etmiştir. Yani fen bilimlerinde modelleme; model oluşturma, model kullanma, modeli değerlendirme ve modeli revize etme gibi basamakları içeren bilimsel bir süreçtir. Modelleme uygulamaları, model oluşturma, modeli kullanma, değerlendirme ve gözden geçirme aşamalarından oluşur. Modellemenin genel amacı, gözlemlere dayanarak bir sistemi, süreci ya da olayı temsil eden bir düşüncenin test edilmesidir (Windschitl vd., 2008). Hestenes (1995) modelleme sürecini dört aşamada ifade etmektedir. Bu aşamalar modeli yapılandırma, analiz, doğrulama ve modeli konuşlandırma şeklindedir. Bu modelleme sürecinin yapısı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Hestenes'in (1995) modelleme süreci

Şekil 3'te verilen modelleme sürecinin bileşenleri incelendiğinde, ilk olarak doğrudan bir deneyimle ya da dolaylı olarak sunulabilecek rapor vb. araç yardımıyla bir gerçek dünya durumuyla başlaması öngörülür. İlk adım, ilgili özellikleri de dahil olmak üzere modellenecek sistemin tanımlanmasıdır. Bu süreç yardımıyla bir sistem şeması oluşturulur ve model özellikleri için tanımlayıcı unsurlar belirlenir. Daha sonra, mevcut olan modellerden bir model oluşturma sürecine geçilebilir, bu modellerden birisi seçilebilir ya da var olan modellerin uyarlanması yapılabilir.

Bütün bunlardan hareketle modelleme sürecinin karşılaşılan bir sorun ya da probleme yönelik hipotez üretmek, bu hipotezleri test edebilmek için sistematik gözlemler yapmak, gözlemlere dayalı olarak gerçeği ya da gerçeğin bir kısım özelliklerini yansıtan modeller oluşturmak, modeli kullanılabilirlik, açıklama gücü ve güvenilirliğine göre değerlendirme ve son olarak da modeli yeni durumlara göre revize ederek oluşturmak olarak tanımlanabilir (Batı, 2014). Chamizo (2013) modelleme sürecini Şekil 4'teki gibi modellemiştir.



Şekil 4. Chamizo (2013) tarafından ifade edilen gerçek dünya model ve modelleme arasındaki ilişkiyi ifade eden modelleme süreci

Şekil 4 incelendiğinde modelleme sürecinin aslında gerçek dünya, zihinsel model ve modelleme araçlarını içeren üç kavramdan oluştuğu görülmektedir. Literatürdeki farklı araştırmacıların da ifade ettiği gibi modelleme sürecinde bu üç kavram birbiri ile ilişki içerisinde. Bu ilişki daha ayrıntılı incelenecek olursa, bireyler ilk önce gerçek dünyada karşılaştığı bir problem durumu, nesne ya da olguya karşı bilgi birikimini ve yaratıcılığını kullanarak zihinsel bir model oluşturur. Zihninde oluşturduğu bu modele yönelik sistematik veriler toplayıp yorumlayarak modelleme aracına dönüştürür. En son dönüşen bu modelleme aracı eğer doğru ve güvenilir ise gerçek dünyada karşılaşılan problemin çözümüne yönelik ya da gerçek dünyada var olan nesne ya da olgunun bir kısmını karşılamaya hazır bir model olmuştur. Ancak modelleme aracı hala bazı problemlere çözüm getiremiyorsa revize edilme yoluna gider ve daha önce bahsedilen süreçlerden tekrar geçmesi muhtemeldir. Modelleme sürecinden bu kadar bahsedilmesi akıllara bu süreci derslerde nasıl kullanırım? Ya da bu süreci fen eğitimi derslerinde kullanırken nelere dikkat

etmeliyim gibi soruları getirmektedir. Shen ve Confrey (2007) fen eğitiminde model oluşturma etkinliklerinin üç temel özelliğine vurgu yapmıştır;

- Model oluşturma etkinlikleri eğitim ve öğretim sürecinde farklı gösterimlerde kullanılacağı için farklı zekâ alanlarına hitap eder.
- Model oluşturma etkinlikleri modeli yapılan olgunun doğrudan aktarılması ile kalmaz, aynı zamanda öğrencilerde kavramsal boyutta öğrenmeyi sağlar.
- Model oluşturma etkinlikleri öğrencilerin hem dış dünyayı daha iyi anlamasını sağlamakta hem de uzun bir süreçten oluşmaktadır. Bu uzun süreçte öğrenciler disiplinli ve sistematik çalıştıkları için kendilerini bilim insanı gibi hissetmesini sağlayarak fenne yönelik tutumlarını olumlu biçimde değiştirir.

Bu çalışmanın bir diğer amacı da öğrencilerde belirlenen modelleme becerilerini geliştirmek olduğundan, bu becerileri içeren etkinlikler uygulanırken yukarıdaki özellikler dikkate alınmıştır. Yani öğrencilerin modellemeye yönelik etkinliklerini uygulama aşamasında hem modelleme süreç döngüsü hem de bahsi geçen üç temel özellik dikkate alınarak uygulamalar yürütülmüştür.

Fen öğretiminde modelleme, öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modellerden yararlanarak ve onların daha rahat öğrendiği ya da kavrayabildiği modelleri kullanarak hedef modelleri oluşturmaktır. Bu yüzden fen eğitiminde öğrencilere zihinsel modellerin iyi kavratılması gerekir. Modelleme süreci karmaşık olduğundan modellemeyi öğretirken farklı strateji ve yöntemler kullanılmaktadır. Arslan (2013) modellemeye dayalı fen öğretiminde kullanılan yöntemlerini “analojik akıl yürütme, yapısal eşleştirme ve nedensel diyagramlar” olmak üzere üç başlıkta toplamıştır.

*Analojik Akıl Yürütme:* Analoji, birbirine benzemeyen ama benzetim yoluyla bazı benzerlikleri ortaya konan iki şey arasındaki karşılaştırmadır (Higgins, 1994). Dolayısıyla bir şey, analogi yoluyla modellenmek istenirse bu iki şey arasındaki benzerlikler ortaya çıkarılır ve buna yönelik fikir üretilir. Kuşların uçuş prensibinden yola çıkarak uçakların yapılması ya da balinaların yüzme stilinden yola çıkarak deniz altılarının üretilmesi, balinaların birbiri ile iletişime geçerken çıkardığı seslerin frekanslarından yararlanarak su altı radarların yapılması analogik akıl yürütmeye örnek olarak gösterilebilir. Bu gibi benzetimler modellenerek fen öğretiminde kullanılabilir. Bu şekilde öğrencilerde kavramsal boyutta öğrenme sağlanmış olacaktır.

*Yapısal Eşleştirme:* Yapısal eşleştirme, birbirine benzemeyen sistemler arasındaki ilişkileri, benzer işlemler ve ilişkiler kurarak açıklama eylemindedir (Arslan, 2013). Fen eğitim sürecinde yapısal eşleştirme yöntemi şu şekilde kullanılabilir: Öğrenci gruplarına zihinsel modellerini kendi sunduğu analogik modeller aracılığı ile nasıl ifade edebilecekleri sorusu yöneltilir. Daha sonra öğrencilerin sunumlarında yüksek sesle düşünmesi sağlanır



ve analogik akıl yürütme yolu ile sunulan konu ile çizimleri arasında yapısal eşleştirme yapmaları beklenir (Ünal Çoban ve Ergin, 2011).

*Nedensel Diyagramlar:* Nedensel diyagramlar, bir dizi olayın ilişkileri arasındaki nedenselliği oklar ile gösterilen bir sunum şeklidir. Nedensel ilişkiler bu diyagramlarda etkileyen ve etkilenen ilişkileri basit şekilde sunar. Dolayısıyla nedensel diyagramların öğrencilerin bilişsel süreç becerilerini etkileyeceği düşünülmektedir.

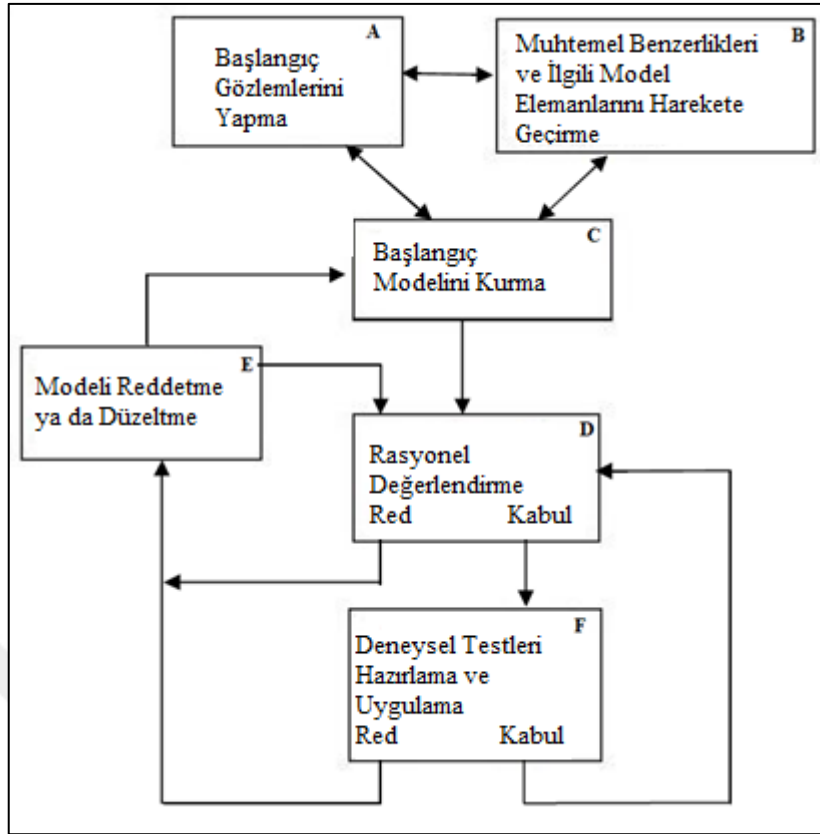
Literatürde fen eğitiminde modelleme öğretimine ilişkin yukarıdaki yöntemler yer almaktadır. Fen eğitiminde çok fazla kavram ve ifade olduğundan, söz konusu bu yöntemlerin literatürde yeteri miktarda olmadığı görülmektedir. Bu çalışmanın amaçlarından birinin de öğrencilerin modellemeye yönelik becerilerinin ortaya çıkarılmasıdır. Dolayısıyla bu beceriler belirlenirken söz konusu yöntemlere de katkı sağlayacağından bu çalışmanın literatürdeki bu eksikliği dolduracağı düşünülmektedir.

### **2. 1. 1. 1. 2. 1. Modelleme Döngüleri**

Modelleme ile ilgili literatür incelendiğinde, araştırmacıların modelleme sürecinde kullanılan döngüleri açıkladığı çalışmalara rastlanmaktadır. Bu döngüler, temelde birbirlerine benzemekle birlikte, sürecin işleyişi konusunda bazı farklılıklara sahiptir. Bu başlıkta modelleme döngülerine yer verilmiştir.

#### **2. 1. 1. 1. 2. 1. 1. Clement'in Modelleme Döngüsü**

Clement'in (1989, 1993) geliştirdiği modelleme döngüsüne göre, öğrenciler modelleri sadece tümevarımsal yöntemleri amaçlayan laboratuvarlardan ve nicel ilkelerin dayandığı kurallar kapsamından ziyade, analogilerde ve benzetimlerden yola çıkarak "hipotez kurma-değerlendirme-uyarlama" süreçlerini kullanarak öğrenirler. Bu süreci anlatan Clement'in (1989, 1993) modelleme döngüsü Şekil 5'te verilmiştir.

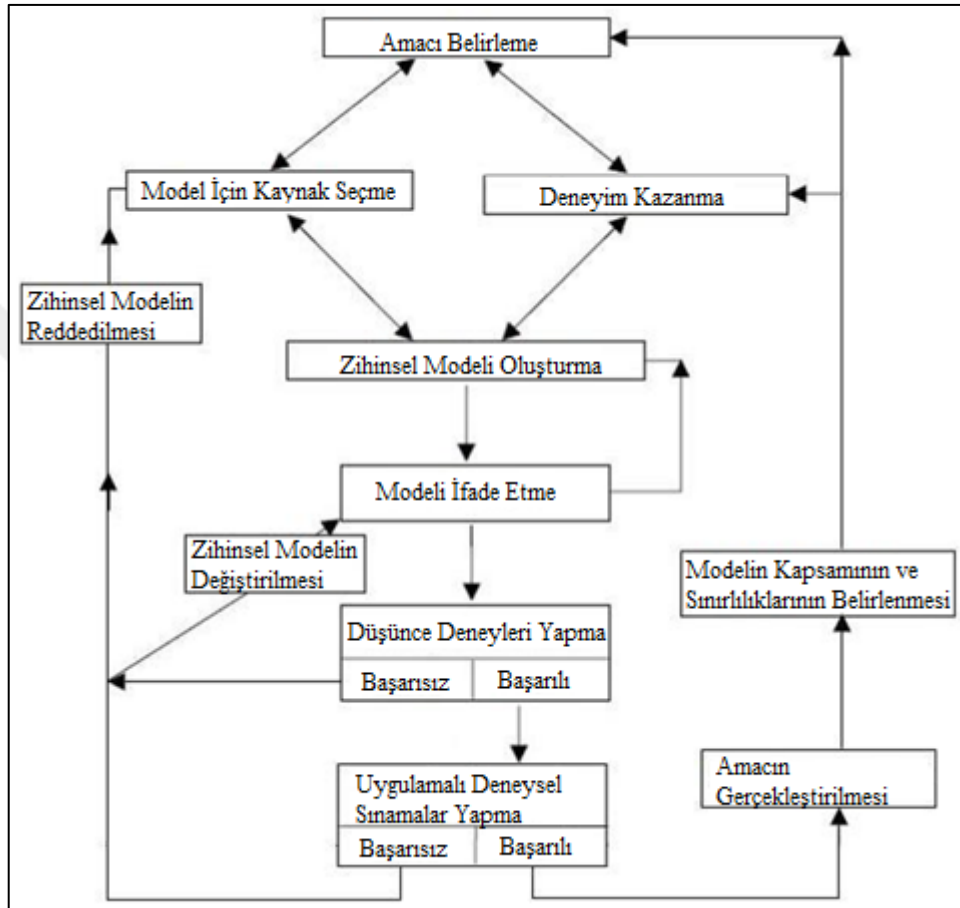


Şekil 5. Clement'in (1989, 1993) modelleme döngüsü

Şekil 5'te verilen modelleme döngüsüne göre öğrenci model oluşturmaya hipotez kurma süreciyle başlar. Bu süreçte modele ilişkin başlangıç gözlemleri gerçekleştirilir (A) ve modele ilişkin elemanlar işe koşulur (B). Bu süreçlerdeki karşılıklı oklar, gözlemlerin ve model elemanlarının tek başına model oluşturma sürecine başlanamayacağını, bununla birlikte gerçekleştirilen gözlemlerle model elemanlarının işe koşulması ve başlangıç modelinin oluşturulması süreçlerinin birbirleriyle etkileşim kurarak gerçekleşeceğini belirtmektedir. İlk üç basamakta yer alan oklar, gözlem-ön bilgi-ürün (A-B-C) arasındaki etkileşimi ve bu etkileşimdeki karmaşık yapıyı ortaya koymaktadır. İkinci basamak olan değerlendirmede, rasyonel ve deneysel olmak üzere iki aşama söz konusudur. Rasyonel değerlendirmeyle, modelin diğer modeller ve kuramın geri kalanıyla tutarlı olup olmadığı karşılaştırılır. Devamında ise, modeli ya da hipotezi desteklemek ya da reddetmek amacıyla deneysel değerlendirme süreci gerçekleştirilir. Değerlendirme basamağından elde edilenlere göre, model reddedilebilir ya da düzenlenebilir. Bu süreç sonunda model tamamlanmış olur. Şekil 5'te verilen Clement'in (1989, 1993) döngüsünün öğretimsel açıdan öğretmenlere rehberlik edici olmadığı belirtilmektedir (Ünal-Çoban, 2009).

### 2. 1. 1. 1. 2. 1. 2. Justi ve Gilbert'in Modelleme Döngüsü

Justi ve Gilbert'in (2002) modelleme döngüsü, Clement'in (1989) modelleme döngüsünden esinlenilerek geliştirilmiştir. Bu modelleme döngüsünün basamakları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Justi ve Gilbert'in (2002) modelleme döngüsü

Şekil 6'da verilen döngüye göre modelleme sürecine ilk olarak bir amaç belirlemeyle başlanır. Bu doğrultuda, ilk olarak amacın, üzerinde çalışılacak problemin net bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir. Amaç bir olayın ya da davranışın tanımlanması, davranış sebeplerinin bilinmesi, belirli durumlar da nasıl davranılacağı tahmin edilmesi gibi durumların birkaçını ya da tamamını içerebilir. Belirlenen bu amacın, zaten mevcut olan bir modelin zihinsel modelinin mi olacağı, mevcut modelin mi uyarlanacağı ya da özgün, daha önce yapılmamış bir modelin mi yapılacağı konusunun birey tarafından anlaşılması önemlidir. Bu amaç belirleme sürecinde bireyin modellenecek kaynakla deneyimde bulunması, olayı gözlemlemesi gerekmektedir. Modelleme süreci, modelin oluşturulacağı kaynak seçimiyle ve kaynak ile hedef arasındaki ilişkilerin analogik transferiyle mümkün

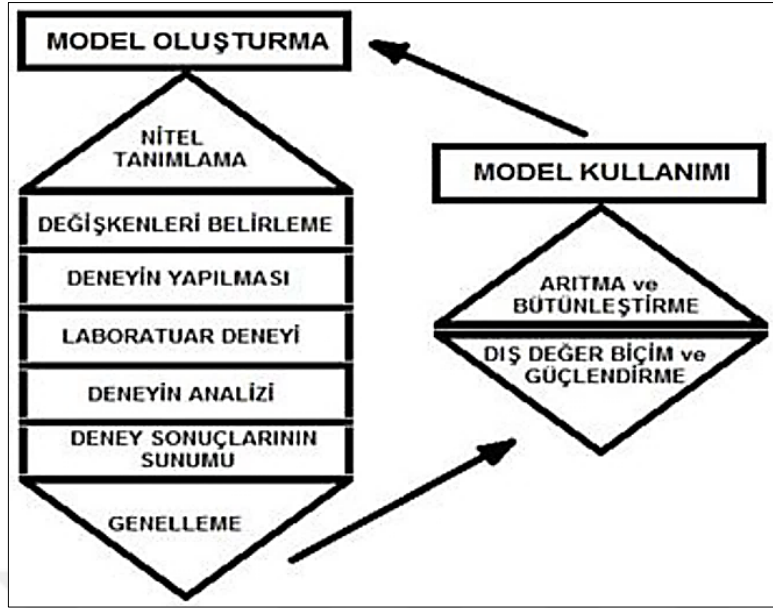
olmaktadır. Belirtilen bu süreçler sonunda, birey ilk olarak zihinsel modelini oluşturmuş olur. Zihinsel modelin bir materyal şeklinde, görsel, matematiksel ya da sözel olarak ifade edilme şekline karar verilir. Bu ifade etme süreci ve zihinsel modelin uyarlanması döngüsel olarak yürütülerek geliştirilebilir. Model geliştirildikten sonra, zihinsel modele ilişkin düşünce deneyleri ile muhtemel durumların keşfedilmesi amaçlanır. Eğer zihinsel model düşünce deneyinde başarısız olursa, modelleme döngüsüne yeniden sokularak önceki aşamalardan tekrar geçirilir. Zihinsel model deney aşamasında başarılı olursa, modelin gerçek bir durumda deneysel sınaması gerçekleştirilir. Bu süreç, deneylerin ya da etkinliklerin tasarlanması, yürütülmesi, veri toplama ve analiziyle sonuçların modelle karşılaştırılarak incelenmesini kapsamaktadır. Model bu aşamada başarısız olursa zihinsel modelin değiştirilmesi gerekir. Başarılı olursa, modelleme sürecinin yapılandırma amacı gerçekleştirilmiş olur. Sonraki süreçte ise geliştirilen modelin başkalarına aktarılması ve modelin değerine ilişkin ikna edilmesi süreci gerçekleştirilir. Bu süreçte, model üretme aşamasında önceden yer alan elemanların gözden geçirilerek, kapsam ve sınırlılıkların belirginleştirilmesi tamamlanır. Modelin düzenlenmesi-uyarlanması alt döngüsü, düşünce deneyleri ve deneysel sınamaya başarısız olursa zihinsel model reddedilerek, model oluşturma döngüsüne en baştan tekrar başlanır.

Justi ve Gilbert (2002), modelleme yaklaşımları beş başlık altında şu şekilde betimlemektedir.

- Gerektiğinde modelleri öğretmek öğrenmek.
- Modelleri kullanmayı öğrenmek.
- Modelleri düzeltmeyi öğrenmek.
- Modelin yeniden yapılandırılmasını öğrenmek.
- Yeni model oluşturmaya öğrenmek.

### **2. 1. 1. 1. 2. 1. 3. Hestenes'in Modelleme Döngüsü**

Hestenes'in (2002) modelleme döngüsü nitel tanımlama, değişken belirleme, deney planlama, laboratuvar deneyi gerçekleştirme, deney verilerini analiz etme, deney sonuçlarını sunma ve genelleme olmak üzere yedi basamaktan oluşmaktadır. Şekil 7'de bu döngünün işleyiş şekli verilmiştir.



Şekil 7. Hestenes'in (2002) modelleme döngüsü

Nitel tanımlama basamağında öğrenciler modellenecek olayı görürler ve yapıyı tanımlayabilmek için gerekli olan kavramlar için uygun önerilerde bulunurlar. Değişkenlerin belirlenmesi basamağında öğrenciler gruplar halinde çalışıp olaylarla ilgili neden-sonuç ilişkileri ortaya koyarak modelin bileşenlerini belirlerler. Daha sonra gruplar halinde çalışarak deney planlama işlemi yapılır. Öğrenciler güvenlik önlemlerini göz önüne alarak laboratuvar deneyi gerçekleştirir ve verileri toplar. Toplamış oldukları verilerin ışığında deneyin analizi yapılır ve analiz sonuçları yazıya dökülerek model önerileri meydana getirilir. Model önerileri meydana getirildikten sonra modelin sunumu ya da diğer bir deyişle deney sonuçlarının sunumu başlar. Sunum yapılımları esnasında gruplar arasında tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin genelleme yapmaları sağlanır. Bu basamakta öğretmenin önderliğinde veriler sembolik modellere dönüştürülerek fiziksel ilkelerin ya da yasaların matematiksel modellemeleri oluşturulur.

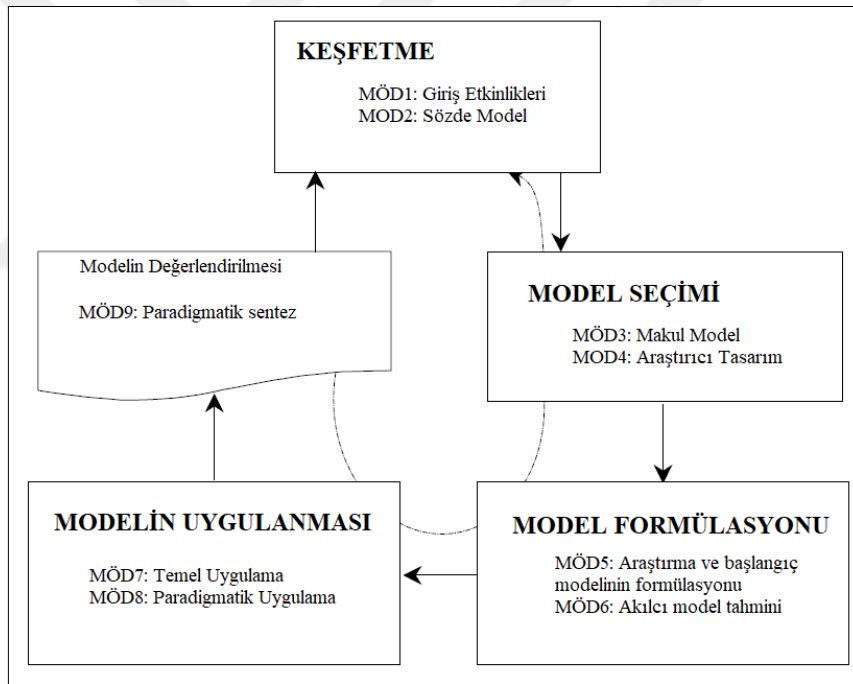
Modelleme yolu ile öğretimin ikinci aşaması ise model kullanım aşamasıdır. Bu aşama "dış değer biçim ve güçlendirme" ve "arıtma ve bütünleştirme" olmak üzere iki basamaktan meydana gelmektedir.

Dış değer biçim ve güçlendirme basamağında öğrenciler kendilerine verilen problemler ve etkinlikler sayesinde modelleri kullanmayı öğrenirler. Problem çözümleri de grup elemanları ile birlikte oluşturulduğundan iş birlikçi öğrenme oldukça önemli hale gelmektedir. Ayrıca bu süreçte öğretmen önderliğinde oluşturulan gruplar arası tartışma platformu sayesinde öğrencilerin var olan kavram yanlışlıkları ya da eksiklikleri giderilmeye çalışılmış olur.

Arıtma ve bütünleştirme aşamasında ise gösteri deneyleri, okuma metinleri ve filmler kullanılarak modele ait sınırlar belirgin hale getirilir ve modelle ilgili olan ya da olmayan durumlar artırılarak bütünleştirme işlemi sağlanır. Bu yolla öğrencinin döngünün diğer aşamalarında geliştirdiği kavramsal ve deneysel çıkarımlar pekiştirilmiş olur.

### 2. 1. 1. 1. 2. 1. 4. Halloun'un Model Öğrenme Döngüsü

Halloun'un (2004) önerdiği döngünün temel amacı, öğrencilerin normal yaşantılarında karşılaştıkları bir duruma ilişkin model geliştirebilmelerini sağlamak ve geliştirilen bu modeli bilimsel bir temele oturtmaktır. Bu döngü keşfetme, model seçimi, modelin formülasyonu, modelin uygulanması ve paradigmatik sentez (model değerlendirme) olmak üzere beş aşamadan oluşmaktadır. Bu döngünün basamakları Şekil 8'de verilmiş olup, döngüde yer alan aşamalar aşağıda tek tek açıklanmıştır.



Şekil 8. Halloun'un (2004) model öğrenme döngüsü

*Keşfetme*; bu aşamada amaç, öğrencilerin belirli bir konuya ilişkin verilen problem durumunun çözümünü, sahip oldukları zihinsel modellerle gerçekleştirilemeyeceğinin ortaya konulmasıdır. Keşfetme aşaması iki kısımdan oluşur: Giriş etkinlikleri ve sözde model. Giriş etkinlikleri, öğrencilere gösteri deneyleri, videolar, benzetimler, günlük yaşamdan örnekler, olgu çalışmaları vb. etkinlikler aracılığıyla problem durumunun

sunulmasıdır. Sözde model oluşturma kısmında ise öğretmenin rol olarak öğrencilerin problem durumlarıyla birlikte, oluşturacakları modelin kapsam ve işlevselliği tanımlanır.

*Model Seçimi;* bu aşamada amaç, öğrencinin döngü kapsamında makul bir modele araştırmacı bir desenle odaklanmasının sağlanmasıdır. Makul model ile öğrencinin önerdiği modelin hipotetik (varsayımsal) olarak sınanması gerçekleştirilir. Araştırmacı tasarımda ise, bu modelin günlük hayatta ne işe yaradığının sorgulanması için deney etkinlikleri tasarlanır.

*Model Formülasyonu;* bu aşamada öğrenciler model seçimi aşamasında tasarladıkları deney etkinliklerini yaparlar. Bu deneyleri gözlemleyerek elde ettikleri sonuçları inceler ve modeli gözden geçirirler. Elde edilenlerle birlikte, modele ilişkin akılcı tahminler gerçekleştirilerek, modelin konu kapsamı, bileşimi, yapısı, düzeni ile ilgili kavramsal bilgilerini geliştirirler.

*Modelin Uygulanması;* öğrenciler tarafından geliştirilen modelin bir anlam kazanabilmesi için, gerçek dünyadaki olayları, nesnelere tanımlaması, açıklaması ve kontrol etmek için kullanılması gerekmektedir. Bu durumda, gerçekleştirilen deney etkinliklerinden elde edilen sonuçlara göre modelin temel uygulamaları ve pragmatik uygulamaları gerçekleştirilir. Bu sayede öğrenciler modeli farklı durumlara uygulayarak, modellerini değerlendirir.

*Modelin Değerlendirilmesi* aşamasında, model-kaynak nesne uyumu, geçerlik, güvenilirlik, uyum vb. durumlar irdelenir. Bununla birlikte, öğrencilerin öğrenme döngüsü süresince gerçekleşen öz değerlendirme ve öz düzenleme durumları ile kavramsal ve pragmatik durumlarında meydana gelen değişimin öğrenciler tarafından fark edilmesini sağlayacak paradigmatik sentez aşaması gerçekleştirilir.

## **2. 1. 1. 1. 2. 1. 5. Nunez-Oviedo'nun Modelleme Döngüsü**

Nunez-Oviedo'nun (2004) modelleme döngüsü, Clement'in (1989) modelleme döngüsü esas alınarak geliştirilmiş bir döngüdür. Bu döngü üç ana aşamadan oluşmaktadır. Bunlar makro döngüler, mikro döngüler ve öğretim taktikleri.

*Makro döngüler:* Bu süreç, öğretmen (dış halka) ve öğrenci (iç halka) olmak üzere iki ana döngü sürecinden oluşmaktadır. Makro öğretmen döngü aşamaları, modelleme sürecinde öğretmenin sınıf içindeki davranışlarını, makro öğrenci döngü aşamaları da modelleme sürecinde öğrencinin bilişsel süreçlerini ifade etmektedir. Şekil 9'da Nunez-Oviedo'nun (2004) makro döngüsü verilmiştir.



Şekil 9. Makro döngüler

Şekil 9 incelendiğinde, ilk olarak sürecin öğrencilere konuyu sunma ile başladığı görülmektedir. Bu aşamada öğretmen, öğrencilerin öğretilecek konuya ilişkin daha önceden öğrendiklerini hatırlatmayı amaçlar. Bu sayede hedef modelin ne olduğu ile ilgili öğrencilere açıklamalarda bulunulur. Günlük hayattan elde ettiği deneyimler yardımıyla, öğrencide var olan bağlamların zihinsel modellerini ortaya çıkarmak amaçlanır.

İkinci aşamada, öğrencilerin hedef modele ilişkin fikirlerini belirlemeye ve bununla birlikte öğrencide giriş zihinsel modelinin (M1) oluşturulmasına yardımcı olunur. Bu süreç, modellemenin başlangıç aşaması olmasından dolayı öğrencinin süreç sonunda hangi noktaya geldiğini göstermesi bakımından önemlidir.

Üçüncü aşamada, öğretmen öğrencilerin fikirlerini yapılandırarak hedef modele uyumlu daha iyi ve karmaşık bir model oluşturmalarına yardımcı olur. Bunu sağlamak için, öğretmen ve öğrenciler iş birliği yaparak, mikro döngüler aracılığıyla hedef modele ilişkin daha iyi yapılandırılmış yeni bir zihinsel model (M2) oluştururlar.

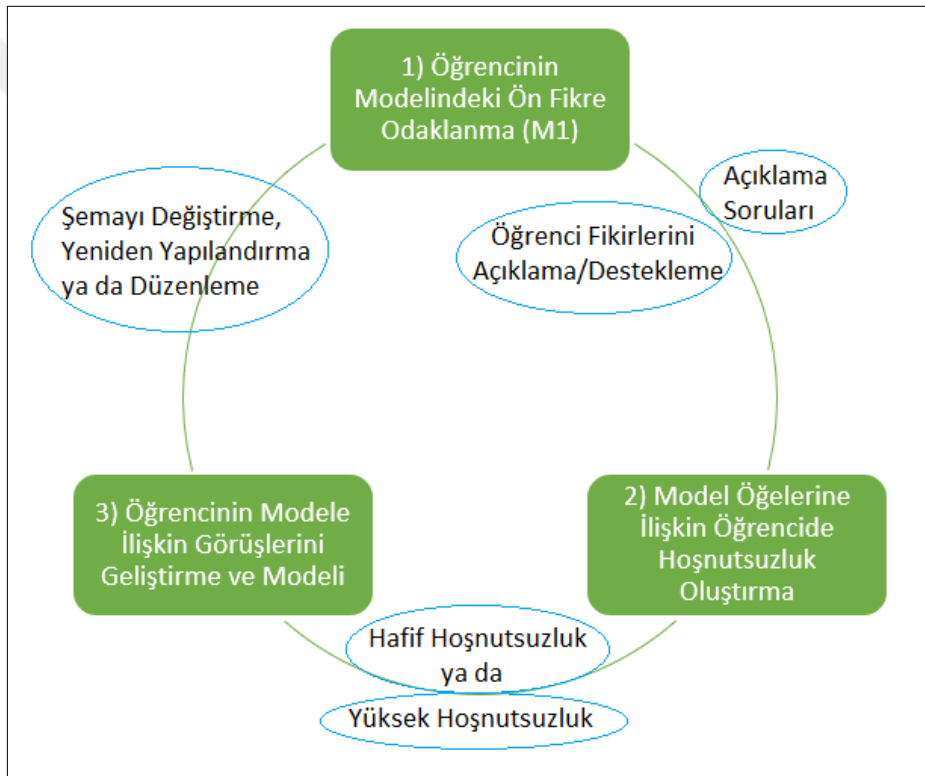
Dördüncü aşamada, öğrencilere bilgisayar animasyonları, sunumlar veya okuma parçaları ile bilimsel modellerin aktarımı gerçekleştirilir. Bu şekilde, öğrenci bilim



insanlarının modelleri ile kendi modelinin karşılaştırmasını (M3) yapar. Bu noktada, bilimsel modelin bilim insanının kavramlara ilişkin yorumları olduğu belirtilir.

Beşinci aşamada ise, öğretmen öğrencilerin giriş zihinsel modelleri (M1) ile bilimsel modellerle karşılaştırma sonucu son halini verdikleri modelin (M3) karşılaştırmalarını, gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde revize yapmalarını ister. Bu noktada öğretmen, öğrencilerin kendi kavramsal gelişimlerini üst bilişsel olarak yorumlamalarını sağlamayı amaçlar.

*Mikro Döngüler:* Bu döngü de öğretmen ve öğrenci görevlerine ilişkin aşamalar içermektedir. Burada amaç, modellerin yapılandırılması ve eleştirilmesidir. Bu sürecin basamakları Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Mikro döngüler

Şekil 10 incelendiğinde, Nunez-Oviedo'nun (2004) modelleme döngüsünde yer alan mikro döngülerin basamakları görülmektedir. İlk aşamada öğretmen, öğrencilerin modellerine ilişkin ön fikre odaklanmalarını, modele ilişkin yanlış, daha önce denenmemiş ya da hatalı olan noktaların öğrencilerin farkına varmalarını sağlar. Bu aşamada, öğretmen öğrencinin modeline ilişkin, bilimsel olarak doğru ve model ile uyumlu kısımları destekleyici sorular sorar ve açıklamalar yapar.

İkinci aşamada öğretmen, modelde yer alan ve bilimsel olmayan öğelere ilişkin öğrencinin zihninde bir hoşnutsuzluk oluşturmaya çalışır. Bunu gerçekleştirmek için öğretmen, öğrencinin oluşturduğu model (M1 ya da M2) ile, hedeflenen model arasındaki hataları, uymayan noktaları belirtebilmek için en uygun yöntemleri seçmelidir. Bunu yapabilmek için öğretmenin, öğrencinin zihnindeki modelin ne olduğunun çok iyi bir şekilde farkında olması gerekir. Dolayısıyla öğretmenin uygun yöntem seçimini doğru bir şekilde gerçekleştirebilmesi için öğrencinin konuya ilişkin ön bilgilerinin ne olduğunun farkında olması önemlidir. Bu süreçle birlikte, öğrenci kendi modeline ilişkin hafif ya da yüksek seviyede bir hoşnutsuzluk yaşamaya başlar. Bu noktada seçilecek öğretim taktikleri, öğrencide farklı seviyelerde kavramsal hoşnutsuzluk oluşturabileceği için, öğrenci seviyesine göre en optimum şekilde seçilmelidir.

*Öğretim taktikleri:* Mikro döngülerde kullanılan öğretim taktikleri, öğretmenin sınıf içerisinde gerçekleştirilen modelleme etkinliklerini daha etkili bir şekilde uygulamasını sağlayan yöntemlerdir. Nunez-Oviedo'ya (2004) göre modelleme etkinliklerinde kullanılacak iki tür öğretim taktiği vardır. Bunlar uyumsuzluk ve yapı üretici taktikler ile destekleyici taktiklerdir.

Uyumsuzluk ve yapı üretici taktiklerde, analogiler, uygulamalı etkinlikler, deneyimler, resimler, bilgi parçacıkları, bilgisayar animasyonları ve sorular yardımıyla öğrencilerin zihinlerinde bir uyumsuzluk ya da yapı oluşturma süreci gerçekleştirilir. Bu taktikler ara zihinsel modellerin (M1-M2, M2-M3) yapılandırılması sürecinde kullanılır. Burada amaç, öğrencinin bu ara modellerindeki yetersizliğin farkına varması, yerine daha uygun ve bilimsel açıdan doğru, hedef modele uyumlu yapılandırmalar gerçekleştirmesini sağlamaktır.

Destekleyici taktikler ise, öğretmenin öğretim sürecinde devam eden akıl yürütmeyi sürdürmesine olanak sağlayan yöntemlerdir. Yüksek sesle düşünme tekniği, çizimler, diyaloglar, senaryolar vb. destekleyici etkinlikler tüm öğretim sürecinde kullanılabilir.

### **2. 1. 1. 3. Modellemeye Dayalı Öğretimin Üstün ve Zayıf Yönleri**

Fen eğitiminde kavram öğretimi gerçekleştirilirken modellerden yararlanılabilir. Model sunum sürecinde öğrencilerin bireysel farklılıkları dikkate alınarak, öğrenme stillerine uygun modellerden faydalanılması önemlidir. Bu bağlamda modellemeye dayalı öğretimin üstün ve zayıf yönleri de olmaktadır (Arslan, 2008; Demirçalı, 2016; Doruk, 2010; Düşkün, 2011; Gözmen, 2008; Özdemir, 2017; Ünal Çoban, 2009; Zeynelgiller, 2006).

*Modellemeye dayalı öğretimin üstün yönleri:*

- Öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirir.
- Farklı zekâ seviyelerine hitap ettiğinden bireysel öğrenmeleri ön plana çıkarır.

- Derse aktif katılmayan, düşüncelerini ifade etmekte zorluk yaşayan öğrenciler modellemeler yoluyla düşündükleri yanlış dahi olsa kendini ifade etme fırsatı yakalar.
- Bir konuya ait sadece bir model olmadığından öğrencilerin eleştirmesine olanak sağlar.
- Öğrencilerin kavramları yapılandırma şeklini belirleyerek, öğretmenlerin öğrencideki kavram yanlışlarının neler olduğunu anlamasını sağlar.
- Süreç içerisinde yapılan grup çalışmaları ile öğrencilerin birbirleri üzerinde akran değerlendirmesi yapmasını sağlar.
- Modelleme, öğrencilerin kavramsal bilgileri zihinde canlandırmasına yardım eder.
- Bilgisayar destekli modeller öğrencilerin dikkatini çeker.
- Sınıf ortamına getirilmesi mümkün olmayan araç, cisim, olgular ve olayların incelenmesini sağlar.
- Soyut düşünce, kavram ve olayların somutlaştırılmasını sağlar.
- Zaman ve doğrudan anlatım yolundan tasarruf sağlar.
- Öğrencilerin öğrenme isteklerini teşvik eder.
- Teorik olarak öğrenilen konular üzerinde pratik yapma imkânı verir.
- Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlar.
- Karmaşık olan yapıları daha da sadeleştirerek anlaşılmayı kolaylaştırır.
- Modellerin yapıları, bilimsel çalışmaların ve bilimsel bilgilerin yapısı ile benzerlik gösterdiğinden bilimin doğası anlayışını kazandırmada yardımcıdır.

*Modellemeye dayalı öğretimin zayıf yönleri (sınırlılıkları):*

- Modelleme başlı başına karmaşık olduğundan modellemeye dayalı fen eğitimi de kompleks bir süreçtir.
- Uygulama ve hazırlık aşamaları oldukça zaman alıcıdır.
- Yapılacak modellerin sınırları ve amaçları açık ve kesin bir şekilde ortaya konmalıdır.
- Bir konuyla, kavramla ya da olguyla ilgili doğru, kesin ve tam bir model yoktur.
- Eğer öğretmen yeterli derecede modelleme bilgisine sahip değilse süreci yönetmek kolay olmaz.
- Öğrencilere, modelleme ve bilimin doğasını öğretme bağlamında zorluklar bulunmaktadır.

Yukarıda modellemeye dayalı eğitimin üstün ve zayıf yönleri verilmiştir. Modellemeye dayalı öğretimde esas amaç zayıf yönlerini en aza indirmektir. Dolayısıyla bu çalışmada da modellemeye dayalı etkinlikler geliştirilip uygulanırken zayıf yönleri en aza indirmeye üstün yönleri ise artırılmaya çalışılmıştır.

## 2. 1. 1. 2. Fen Eğitiminde Beceriler

Bilimsel bilginin katlanarak arttığı, bilim ve teknolojinin hızla ilerlediği bu dönemlerde yaşamın neredeyse her alanında fen eğitiminin etkisi görülmektedir. Bu nedenle gelişmiş ülkeler başta olmak üzere sürekli revize edilen öğretim programlarının amacı fen eğitiminin kalitesini artırmaktır (MEB, 2018). Hodson'a (1992) göre fen eğitiminin üç temel amacı bulunmaktadır. Bunlar;

- Bilimi öğrenmek (bilimsel kavramları, modelleri teorileri öğrenmek)
- Bilim hakkındakileri öğrenmek (Bilimsel yöntemlerle ilgili konuları anlayabilmek)
- Bilimin uygulanma yöntemlerini öğrenmek (Bilimsel bilginin öğretilme aktiviteleri içerisinde yer almak)

Yukarıda bahsedilen fen eğitimi amaçları dikkate alındığında, fen bilimleri dersini alan öğrencilerin bilim insanı gibi düşünmelerine ve bilimsel çalışmaların yapılma sürecinde rol oynamalarına olanak sağlayan gerçek öğrenme ortamları hazırlanabilir. Hazırlanan bu öğrenme ortamları öğrencilerin fen eğitimi becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (MEB, 2018). Söz konusu beceriler; *eleştirel düşünme becerisi*, *yaratıcı düşünme becerisi* ve *bilimsel süreç becerileri* olarak sınıflandırılabilir. Tablo 3'te fen eğitiminde yer alan bu becerilerin birbiri ile ilişkisine yer verilmiştir.

Tablo 3. Fen Eğitiminde Yer Alan Beceriler

Eleştirel Düşünme Becerileri	Yaratıcı Düşünme Becerileri	Bilimsel Süreç Becerileri
1. İnceleme	1. Akıcılık	1. Sınıflama
2. Açıklama	2. Esneklik	2. Model yapma
3. Örgütlenme	3. Orijinallik	3. Hipotezi formüle etme
4. Mantık yürütme	4. Detaylandırma	4. Değişkenleri Belirleme
5. Hipotez oluşturma	(Fisher, 2005)	5. Değişken türünü belirleme
6. Tahmin etme		6. Kullanılacak araç-gereçleri belirleme
7. Analiz		7. Tahmin yapma
8. Sentez		8. Gözlem yapma
9. Değerlendirme		9. Veri analizi
10. Genelleme		10. Sonuç çıkarma
(Wilson ve Wing Jan, 1993)		11. Sonucu test etme
		12. Genelleme yapma
		(Soylu, 2004)

Tablo 3 incelendiğinde eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve bilimsel süreç becerilerinin birbiri ile ilişki içerisinde olduğu görülmektedir. Yani beceriler farklı öğrenci davranışlarına yoğunlaşsa da aslında birbirini destekler niteliktedir. Bu çalışmanın

amaçlarından biri de fen eğitiminde modelleme yaparken öğrencilerin sergilediği becerilerin belirlenmesidir. Bu bağlamda öğrencilerde, fen eğitiminde diğer sergilediği beceriler belirlenirse modellemeye yönelik becerilerinin de daha rahat ortaya çıkarılacağı düşünülmektedir. Bu yüzden çalışmada söz konusu becerilere ayrıntılı şekilde yer verilmiştir.

### 2. 1. 1. 2. 1. Eleştirel Düşünme Becerisi

İlgili literatürde eleştirel düşünme ile ilgili kesin bilgiler bulunmamakla birlikte, araştırmacılar eleştirel düşünme becerileri ile tanımlamalar yapmışlardır (Akar, 2007; Batı, 2014; Ennis, 1996; Facione, 1990; P.A. Facione, Giancarlo, N.C. Facione ve Gainen, 1995; Tican, 2013). Eleştirel düşünme becerileri; yorumları analiz etme, çıkarımlarda bulunma, kanıtlayabilme ve kanıtları açıklayabilme, değerlendirme, bağlamsal düşünme gibi bilişsel becerilerdir (Rapps, 1998). Eğitim boyutundan bakıldığında eleştirel düşünme, hem problem çözme becerilerini ve problem çözme stratejilerini içerir hem de görüşleri yargılama ve kavramlar arasında ilişki kurmayı ifade eder. Literatürde eleştirel düşünmenin özelliklerini farklı araştırmacılar farklı şekillerde sıralamışlardır (Marzano vd., 1988; McKnown, 1997). Marzano ve diğerleri (1988) eleştirel düşünen bireyin özelliklerini aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

- Tez veya sorunun net bir açıklamasını arama
- Nedenlerini arama
- İyi bilgilendirilmiş olmaya çalışma
- Güvenilir kaynakları kullanma
- Bütüncül düşünme
- Asıl konuyla alakalı kalmaya çalışma
- Orijinal ya da temel konuyu akılda tutma
- Alternatifleri arama
- Açık fikirli olma
- Kanıtlar ve nedenler bunu yapmaya yeterli olduğunda bir pozisyon alma
- Konunun izin verdiğiince hassasiyet arama
- Karmaşık bir bütünün parçaları ile düzenli bir şekilde anlaşma
- Eleştirel düşünme becerilerini (beceri) kullanma
- Başkalarının duygularına, bilgi ve gelişmişlik derecesi düzeyine duyarlı olma
- Kişinin eleştirel düşünme yeteneklerini kullanma

Bu becerilere bakıldığında bireylerin eleştirel düşünme becerisine sahip olması, aslında bireylerin sorgulayan, araştıran, empati kurabilen bilgi ile ilgilenen özelliklere sahip

olduğu görülmektedir. McKnown (1997) ise eleştirel düşünmenin üç temel özelliğine vurgu yapmıştır.

- Eleştirel düşünme akıl yürütme ve muhakeme yeteneğine dayandığından eleştirel düşünme sürecinden elde edilen çıkarımlar da gelişmiş güzel olmamalı kanıtlara dayanmalıdır.
- Eleştirel düşünme de sorgulama odaklı olduğundan derinlemesine düşünmeyi gerektirir.
- Eleştirel düşünme bir amaç uğruna odaklanmayı gerektirir.

Yukarıda anlatılanlar dikkate alındığında fen eğitiminin amaçları ile eleştirel düşünmenin örtüştüğü görülmektedir. Yani fen eğitimi amaçlarından birinin de araştıran, sorgulayan, farklı bilgiler elde etmeye çalışan bireyler olduğu düşünülürse aslında eleştirel düşünmeye ve modellemeye dayalı öğrenme ortamının birlikte bu amaçlara hizmet ettiği düşünülebilir.

### **2. 1. 1. 2. 2. Yaratıcı Düşünme Becerisi**

Yaratıcılık, özgün fikirler ortaya atma, herkesin çözümünden farklı bir çözüm yolu üretme olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla yaratıcı düşünme, herkesten farklı, faydalı ve daha çok incelemeye değer bulunan fikirleri geliştirmek için kullanılan bilimsel bir süreçtir (Chaffe, 2000). Perkins'e (1991) göre yaratıcı düşünme becerilerinin özellikleri aşağıda sunulmuştur:

- Yaratıcı düşünme orijinallik içerir.
- Yaratıcı düşünme objektifliğin yanında sübjektif olmaya da bağlıdır.
- Yaratıcı düşünme hem içsel hem de dışsal motivasyona bağlıdır.
- Yaratıcı düşünme amacı ve sonuçları dikkatli bir şekilde oluşturmaya bağlıdır.

Yukarıdaki açıklamaların yanı sıra yaratıcı düşünme eleştirel düşünme ile ilişkilidir. Yani ikisi de birbirinden ayrı düşünülemez. Sonuç olarak fen eğitiminin amaçları arasında bireylerin yaratıcı düşünme becerilerinin de geliştirilmesi yer almaktadır.

### **2. 1. 1. 2. 3. Bilimsel Süreç Becerileri**

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili literatürde pek çok tanıma rastlanmaktadır (Bağcı Kılıç, 2006; Bıyıklı, 2013; Çepni, 2005; Gagne, 1965; Lind, 2005; Martin, 1997; Padilla, 1990; Soylu, 2004; Temiz, 2007; Ünal-Çoban, 2009). Gagne (1965) bilimsel süreç becerilerini, bir problemi çözerken ya da deney yaparken bilimsel davranışları yansıtmaya, bilim alanlarına uygun transfer edilebilir yetenekler olarak tanımlamıştır. Gagne (1965) tarafından yapılan bu tanımlamaya bakıldığında bilimsel süreç becerilerinin ortaya çıkarılmasında bir problem durumunun olması gerekliliği anlaşılmaktadır. Buna benzer bir

tanım yapan Lind (2005) bilimsel süreç becerilerini bilgi oluştururken, problemler üzerinde düşünürken ve sonuçları formüle ederken kullandığımız beceriler olarak tanımlamıştır.

Fen eğitiminin amaçlarında da bireylerin bilim insanı gibi yetişmesine vurgu yapıldığı görülmektedir. MEB'de (2006) bu vurgu aşağıdaki cümlelerle ifade edilmiştir:

*“Sadece bilgi birikimini öğrencilere aktarmak değil; araştıran, sorgulayan, inceleyen, günlük hayatıyla fen konuları arasında bağlantı kurabilen, hayatın her alanında karşılaştığı problemleri çözmede bilimsel metodu kullanabilen, dünyaya bir bilim adamının bakış açısıyla bakabilen, bilimin doğasını temel fen kavramı ilke, yasa ve kuramlarını anlayarak uygun şekillerde kullanabilen bireylerin yetiştirilmesini sağlamalıdır.”*

Yukarıdaki paragrafta geçen ifadelerde bilimsel süreç becerilerine vurgu yapılmıştır. Dolayısıyla fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin büyük öneminin olduğu görülmektedir. Çepni (2005) bilimsel süreç becerilerini, fen bilimlerinde geçen kavramları öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yöntemlerini öğrenmeyi sağlayan, öğrencileri aktif kılan ve kendi öğrenmelerinde sorumluluk almayı öğretip öğrenmenin kalıcılığını artıran temel beceriler olarak tanımlamıştır. Çepni (2005) tarafından yapılan bu tanımdan da görüldüğü ki, bilimsel süreç becerileri fen eğitiminde aktif öğrenme aracılığıyla kavram öğretiminde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bilimsel süreç becerilerinin ilgili literatürde farklı sınıflandırmaları yer almaktadır (Bağcı Kılıç, 2006; Bıyıklı, 2013; Martin, 1997; Ünal-Çoban, 2009; Temiz, 2001; Padilla, 1990; Soylu, 2004). Aşağıda bazı araştırmacıların kronolojik sıralamasına göre literatürde yaptığı bilimsel süreç becerileri sınıflandırmasına yer verilmiştir.

Soylu (2004) bilimsel süreç becerilerini;

- Sınıflama
- Model yapma
- Hipotezi formüle etme
- Değişkenleri belirleme
- Değişken türünü belirleme
- Kullanılacak araç-gereçleri belirleme
- Tahmin yapma
- Gözlem yapma
- Veri analiz etme
- Sonuç çıkarma
- Sonucu test etme
- Genelleme yapma

Şeklinde sınıflandırmıştır. Soylu (2004) tarafından yapılan bu sınıflandırma dikkate alındığında bilimsel süreç becerilerinin hem fen ve teknoloji dersinde yer alan öğrenme alanlarını hem de bilimsel süreç basamaklarını içerdiği görülmektedir. Buna karşın Temiz (2007) bu sınıflandırmaya benzer şekilde, ancak birkaç beceriyi değiştirerek yeni bir sınıflandırma yapmıştır. Temiz (2007) tarafından yapılan bu sınıflandırma;

- Gözlem yapma
- Verileri yorumlama
- Ölçme
- Sayı ve uzay ilişkileri kurma
- Model oluşturma
- Tahmin ve sınıflama
- Deney yapma
- Değişkenleri belirleme ve değiştirme
- Hipotez kurma
- Verileri kaydetme ve sonuç değiştirme

Şeklinde dir. Her iki sınıflandırma da bilimsel süreç becerilerini temsil etmektedir. Aynı tarihlerde yayınlanan Fen ve Teknoloji öğretim programında ise bilimsel süreç becerileri sınıflandırması üç boyutta incelenmiştir. MEB (2006) tarafından yayımlanan bu beceriler aşağıdaki gibidir:

- Planlama ve Başlama: Gözlem, Karşılaştırma-sınıflama, Çıkarım yapma, Tahmin, Kestirme, Değişkenleri belirleme.
- Yapma: Deney tasarlama, Deney malzemelerini ve araç gereçlerini tanıma ve kullanma, İşe vuruk tanım yapma, Ölçme, Verileri kaydetme.
- Analiz ve Sonuç Çıkarma: Veri işleme ve model oluşturma, Yorumlama ve sonuç çıkarma, Sunma.

Bilimsel süreç becerilerinin farklı seviyedeki öğrencilere göre sınıflandırılması, sahip olunan beceriyi ölçmede kolaylık sağlayacaktır. Yani temel düzeydeki becerilere tam anlamıyla sahip olmayan bir öğrencinin üst düzey becerilerini ölçmek sağlıklı olmayabilir. Bu yüzden Bağcı Kılıç (2006), Martin (1997) ve Padilla (1990) tarafından yapılan sınıflandırmaların bir sentezini Ünal Çoban (2009) yapmıştır. Aşağıda bu sınıflandırmaya yer verilmiştir.

- Temel Süreç Becerileri: Gözlem yapma, Sınıflandırma, Bilimsel iletişim kurma, Ölçüm yapma, Tahminde bulunma, Çıkarımda bulunma.
- Üst Düzey Beceriler: Değişkenleri belirleme ve kontrol etme, Hipotez kurma, İşlevsel tanımlama, Deney tasarlama ve yapma, Verileri yorumlama, Model kurma



Yapılan bu sınıflandırmaya bakıldığında bilimsel süreç becerilerinin temel süreç becerileri ve üst düzey beceriler olarak ikiye ayrıldığı görülmektedir. Buradaki bilimsel süreç becerilerinden temel süreç becerileri, okul öncesi dönemden başlayarak her yaştan öğrenci sergilerken, üst düzey beceriler ise daha karmaşık düzeye sahiptir. Buna ek olarak her bir bilimsel süreç becerisi kendisinden sonra gelen becerinin gelişimi için bir ön koşuldur. Bu şekilde bir sınıflama yapılması becerilerin birbirinden bağımsız düşünülmesine yol açabilir gibi görünse de becerilerin teorik olarak içeriği ve kullanıldığı aşamalar incelendiğinde beceriler arasındaki ilişki rahatça görülebilir.

### 2. 1. 1. 3. Bilgisayar Tabanlı Etkinlikler ve Modelleme

Teknoloji, eğitim ve öğretim sürecinin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Fen bilimleri dersi öğretim programının amaçlarına bakıldığında “*Bilimin toplumu ve teknolojiyi, toplum ve teknolojinin de bilimi nasıl etkilediğine ilişkin farkındalık geliştirmek*” şeklinde bir ifade yer almaktadır (MEB, 2013). Buradaki ifadeye bakıldığında aslında teknolojinin fen öğretiminde yerinin çok önemli olduğu görülmektedir. Fen eğitiminde modelleme, modelleme süreci ve modellemeye yönelik becerilerin gelişiminin gerekli olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte teknoloji-eğitim entegrasyonu sonucunda, teknolojinin modelleme sürecinde de yer almasıyla birlikte, modelleme ve teknoloji arasında da derin bir ilişki oluşmuştur.

Fen eğitiminde kavramsal boyutta öğrenme sağlamanın yöntemlerinden biri de modeller aracılığıyla öğretim gerçekleştirmektir. Yani fen bilimleri derslerinde modeller oluşturmak ve göstermek dersi daha etkili yapacaktır. Ancak bazı durumlarda sınıf ortamına getirilemeyecek ancak öğrencilere gösterilmesi gereken modeller olduğunda, devreye teknolojik araçlar ya da bilgisayar destekli modelleme eğitimi girmektedir. Örneğin, derste öğrencilere yanardağlardan ve patlamasından bahsediliyorsa, bilgisayar animasyonları gibi materyaller kullanılabilir. Ya da bir uçağın kalkış mekanizmasının anlatılmasında uçak simülasyonları yer verilebilir. Yani bilgisayar tabanlı etkinlikler öğrencilere doğrudan deneyimlenemeyen dünyalara erişme, bu dünyaların dinamiklerini sahiplenme ve yönetme hissi sağlar (Valanides ve Angeli, 2008). Bunun yanında bilgisayar tabanlı etkinlikler ve bu şekilde yapılan modellemeler, karmaşık verilerin işlenmesi ile teori ve kavramların anlaşılmasını kolaylaştırır, bilimsel süreci daha dinamik yaparak ilginç ve karmaşık olguların anlaşılmasını sağlar (Metcalf, Krajcik ve Soloway, 2000; Raghavan ve Glaser, 1995; Raghavan, Sartoris ve Glaser, 1998; Stratford, 1997; White, 1993). Eğer bilgisayar yazılımları ve modelleme destekli öğretim birlikte doğru bir şekilde yürütülürse, öğrencilerdeki kavramsal bilginin tamamlanmasının yanı sıra bilimsel kanıtları kullanarak öğrencilerin akıl yürütmelerini geliştirmeye teşvik eder (Gilbert, 1991; Songer ve Linn, 1991).

Sonuç olarak ilgili literatür, bilgisayar tabanlı etkinlikler ile öğrencilerin modelleme sürecinin ihtiyaç duyacakları becerilerinin geliştirilebilir olduğunu ifade etmektedir. Bu noktadan hareketle araştırmanın ikinci ana problemi olan bilgisayar tabanlı etkinlikler ile öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda literatür, modelleme etkinlikleri, modeller ve modelleme sürecinin özellikleri ve fen eğitiminde yer alan beceriler kapsamında ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen bilgiler ışığında bilgisayar tabanlı etkinlikler geliştirilerek öğrencilerin modelleme becerilerine (bu araştırmanın birinci ana problemi kapsamında araştırmacı tarafından belirlenen modelleme becerileri) olan etkisi incelenmiştir.

## **2. 1. 2. Konu ile İlgili Yapılan Araştırmalar**

Yapılan bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri öncesinde sahip olmaları gereken beceriler belirlenmiş, bu becerileri geliştirmek amacıyla bilgisayar tabanlı etkinlikler tasarlanarak bu etkinliklerin etkililiği değerlendirilmiştir. Bu bölümde ise araştırmanın yürütülmesinde temel oluşturan ve mevcut problemlerin nasıl çözüleceğine yönelik fikir veren diğer çalışmalara kısaca yer verilmiştir. Mevcut problemlere çözüm üretmesi beklenen ve literatür taramasına yön veren sorular şu şekildedir.

- Fen eğitiminde modelleme süreci nasıl olmalıdır?
- Modelleme sürecinde bilgisayar tabanlı etkinlikler, süreci nasıl etkiler?
- Fen eğitiminde beceriler, öğretim sürecini nasıl etkiler?

İlerleyen bölümlerde, yukarıdaki sorulara cevap verecek nitelikte literatürde yer alan çalışmalar alt başlıklar halinde özetlenmiştir.

### **2. 1. 2. 1. Fen Eğitiminde Modelleme ile İlgili Yapılan Araştırmalar**

Fen eğitiminin amaçlarından biri bireyleri “astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak” tır (MEB, 2018). Öğrencilerin bu kazanıma hâkim olabilmesinin yöntemlerinden biri de fen bilimleri dersinin model tabanlı eğitim ile sürdürülmesidir. Model tabanlı yaklaşımın fen eğitiminde kullanımı ile ilgili çalışmalara ek olarak ilgili literatürde modelleme süreçleri, bilgisayar destekli modelleme ve model kullanımına yönelik çalışmalara rastlanmıştır (Aktan, 2005; Araya vd., 2012; Bamberger ve Davis, 2013; Barab, Hay, Barnett ve Keating, 2000; Batı, 2014; Bilgin ve Geban, 2001; Borges ve Gilbert, 1999; Brown ve Clement, 1989; Campbell, Zhang ve Neilson, 2011; Chang, 2008; Coll ve Treagust, 2003; Coll, France ve Taylor, 2005; Doruk, 2010; Düşkün, 2011; Erduran, 1999; Frederiksen, White ve Gutwill, 1999; Grosslight, Unger ve Jay, 1991; Gülçiçek, Bağrı ve Moğol, 2003; Güneş vd., 2004; Harrison

ve Treagust, 1998; Kertil, 2008; Méheut, 2004; Ogan Bekiroğlu, 2007; Olkun, Şahin, Akkurt, Dikkartın ve Gülbağcı, 2009; Schwarz vd., 2009; Sins vd., 2005; Taylor, Barker ve Jones, 2003; Ünal Çoban, 2009; Valanides ve Angeli, 2008; Vosniadou, 2002; Wells, Hestenes ve Swackhamer, 1995; Yılmaz, 2012; Ysu vd., 2012; Yurt, 2011).

Fen eğitimin diğer amaçlarından biri de öğrencilere kavramsal boyutta öğrenme sağlamaktır. Bu bağlamda yapılan araştırmalara göre, öğretmenler modellerin öğrencilerin soyut kavramları anlamalarında olumlu etkileri olduğunu, öğrencilerin derse katılımını sağladığı, derse olan ilgilerini arttırdığını, öğrencilerin düşünmelerine katkı sağladığını ifade etseler de derslerinde model kullanmayı tercih etmemektedirler (Günbatar ve Sarı, 2005). Derslerde modellerin kullanımının kavramsal boyutta öğrenmeyi sağlaması, araştırmacıları öğrencilerin zihninde hangi modellerin olduğunu belirlemeye yöneltmiştir (Aktan, 2005; Borges ve Gilbert, 1999; Coll ve Treagust, 2003; Düşkün, 2011; Güneş vd., 2004). Borges ve Gilbert (1999) lise öğrencilerinin, fizik öğretmenlerinin ve elektrik ile ilgili mesleği olan elektrik mühendisleri ve elektrikçilerin, elektrik konusuna ilişkin zihinsel modellerini belirlemeye yönelik çalışma yapmıştır. Borges ve Gilbert (1999) bu çalışmasını 15-17 yaş grubu öğrencileri, fizik öğretmenleri, elektrik mühendisleri ve elektrikçilerle yürütüp, tahmin gözlem açıklama yöntemine dayalı olarak yarı yapılandırılmış sorulardan oluşan mülakatlarla verileri toplamıştır. Çalışmasının sonucunda araştırmacılar katılımcıların elektrik konusundaki zihinsel modellerini kapsam, sınırlılık, temel kavramların farklılaşması ve yeni varlıkları bulundurması özelliklerine göre dört temel türde olduğunu belirlemiştir. Benzer şekilde Coll ve Treagust (2003) metalik bağlar konusundaki zihinsel modellerini belirlemeye yönelik lise ve üniversite öğrencileri ile mezun olmuş bireylerden oluşan 24 kişilik bir grupla çalışmasını yürütmüştür. Çalışmada orta ve yüksek öğretim düzeyindeki öğrenciler ile mezun olmuş bireylerin metal bağlarına ilişkin zihinsel modelleri belirlemeyi amaçlayan Coll ve Treagust (2003) öğrencilerle klinik mülakatlar yapmıştır. Çalışmanın sonucunda ise, üniversite öğrencileri ve mezun bireylerin, metal bağlarına ilişkin tecrübelerinin yüksek olduğu, bununla birlikte her üç gruptaki bireylerin model tercihlerinin basit ya da gerçekçi modellere yönelik olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki çalışmalarda da ifade edildiği gibi öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modellerin belirlenmesinin yanında, öğrenme ortamında modellerin kullanılmasını sağlayacak ve rehber konumunda olacak öğretmenlerin de modele yönelik görüşlerinin belirlenmesi de önemlidir. Bu kapsamda Güneş ve diğerleri (2004) fen bilimlerinde kullanılan modellerle ilgili öğretmen görüşlerini tespit edilmesi isimli çalışmasında, fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik öğretmenlerinin fen eğitimindeki modellerin ne olduğu ne için ve nasıl kullanıldıkları, modellerin değişmesine nelerin sebep olduğu hususlarındaki görüşleri tespit etmeyi amaçlamıştır. Bu amaç için 98 öğretmene likert tipi ölçek uygulayan Güneş ve diğerleri

(2004) fen eğitimcilerinin modellerin gerekliliği, önemi ve nasıl kullanıldığı konusunda büyük oranda doğru görüş bildirdiklerini ifade etmiştir.

Öğrencilerin zihnindeki var olan modellerin ortaya çıkarılması, modellemeye dayalı öğretimin gerçekleştirilmesi açısından oldukça önemlidir. Çünkü, eğer öğrencilerin zihninde yanlış bir model oluşmuş ise, o modelin düzeltilmesi ancak öğrencinin zihnindeki yanlış yapılanmış modelin bilinmesi ile mümkün olabilir. Öğrencilerin zihninde yanlış ya da eksik bir şekilde var olan modeller de model tabanlı öğretim ile revize edilebilir. Bu durum, ilgili literatürde araştırmacıları model tabanlı öğretime yönlendirmiştir (Araya vd., 2012; Bambarger ve Davis, 2013; Batı, 2014; Bilgin ve Geban, 2001; Campbell vd., 2011; Düşkün, 2011; Erduran, 1999; Ogan Bekiroğlu, 2007; Schwarz vd., 2009; Taylor, Barker ve Jones, 2003; Vosniadou, 2002; Wells vd., 1995). Model tabanlı öğretim ile ilgili yapılan çalışmaları, süreç içerisinde modellemeye dayalı eğitimin nasıl değiştiğini ve geliştiğini anlamak için kronolojik sıralamaya göre aşağıda incelenmiştir.

Wells ve diğerleri (1995) liselerde yer alan fizik eğitimi için modelleme yöntemi isimli bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmasında Wells ve diğerleri(1995) seçilen bir lisenin fizik derslerinde modellemeye dayalı bir kurs geliştirmiştir. Öğrenciler bu kursta fiziksel dünyayı anlayarak inşa etmişler ve kursta yer alan bazı konularda modelleme yapmışlardır. Yani bu kurs, öğrencilerin sistematik olarak model geliştirmesi, modelin değerlendirmesi ve modelin uygulanması aşamalarını içermektedir. Çalışmanın sonucunda Wells ve diğerleri (1995) öğrenme ortamlarında modellemelerin olması gerektiğini ifade etmiştir.

Erduran (1999) modelleme yoluyla kimyasal bilgi düzeyini arttırmak için öğrenme ortamları tasarlama isimli bir çalışma yapmıştır. Erduran (1999) bu çalışmasını ortaokul öğrencileri ile yürüterek bir proje kapsamında modellemeye dayalı öğretim programı tasarlayarak uygulamıştır. Uygulaması sonucunda ise modellemeye dayalı öğretimde öğrencilerin daha iyi ve kalıcı öğrendiğini ifade etmiştir.

Bilgin ve Geban (2001) benzetim yöntemi kullanarak lise ikinci sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi isimli çalışmasında öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavram yanlışlarını gidermede analogi kullanımının etkililiğini incelemiştir. Bilgin ve Geban (2001) bu çalışmasını deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup ile yürütmüş ve deney grubunda analogilere dayalı öğretim, kontrol grubunda öğretim programına dayalı geleneksel öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmasının sonucunda Bilgin ve Geban (2001) analogilere dayalı öğretim gerçekleştirilen deney grubunda yer alan öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinin, kontrol grubuna göre daha iyi olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde Vosniadou (2002) zihinsel modellerin kavramsal gelişimi isimli kitabında, çocukların dünyanın şekline ilişkin sahip olduğu zihinsel modellerin öngörücü ve

açıklayıcı niteliklere sahip olduğu, var olan kuramların gözden geçirilip düzeltilmesi ve yeniden yapılandırılmasına destek sağlayabilecek yapıda olduğunu ifade etmiştir.

Taylor ve diğerleri (2003) ilköğretim seviyesindeki öğrencilere temel astronomi konularının öğretilmesinde modellemeye dayalı etkinliklerin etkililiğini incelemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Taylor ve diğerleri (2003) çalışmasını yedinci ve sekizinci sınıf düzeyinden toplam 33 öğrenciyle yürütmüş ve ilk olarak öğrencilerin var olan zihinsel modellerini belirlemiştir. Dünya-Güneş-Ay konusunda bilimsel modelin sunulması öğrencilerin bu modele ilişkin gözlem ve tartışma yapmaları sağladıktan sonra öğrencilerin modellerini tekrar yapılandırmalarını isteyerek problemleri çözme yoluna gidilmiştir. Çalışmasının sonucunda Taylor ve diğerleri (2003) gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine ve konuya ilişkin bilimsel modellerin nasıl ortaya konulduğunun anlaşılmasına yardımcı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Ogan Bekiroğlu (2007) öğretmen adaylarının ayın evreleri ve ayla ilgili olayların modellemeye dayalı öğretiminin zihinsel modellerine etkisini incelemiştir. 36 fizik öğretmen adayıyla gerçekleştirilen bu çalışmada 14 hafta süresince düzenli olarak gerçekleştirilen ay gözlemleri ile bu gözlemlerine ilişkin form doldurularak ve sorular sorularak veriler toplanmıştır. Ogan Bekiroğlu (2007) çalışmasının sonucunda öğretmen adaylarının bu süreç sonucunda ayın evreleri ve ayla ilgili olaylara ilişkin zihinsel modellerinin gelişim gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

Schwarz (2009) öğrenciler ve öğretmenler için ulaşılabilir ve anlamlı modelleme özellikleri tanımlayan bir öğrenme süreci oluşturmaya yönelik bir çalışma yapmıştır. İlk ve orta öğretim öğrencileri ile yürütülen bu çalışmanın sonucunda Schwarz (2009), belirli kavramlardan yola çıkarak öğrencilerin modelleme hakkında genelleme yapmalarını ve kavramlarla ilgili farklı durumlarda modelleme yapma becerilerini arttırdığını ifade etmiştir.

Düşkün (2011) Güneş-Dünya-Ay modeli geliştirilmesi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi eğitimindeki akademik başarılarına etkisi isimli çalışmada, Güneş-Dünya-Ay modeli geliştirmek ve geliştirilen bu modelin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisini araştırmıştır. Düşkün (2011) çalışmasının birinci bölümünde öğrencilerinden Güneş-Dünya-Ay modeli geliştirmelerini istemiş, ikinci bölümünde ise modelin astronomi öğrenimindeki başarıya olan etkisini araştırmıştır. Deney ve kontrol grubundan oluşan çalışmanın sonucunda, model kullanılarak öğretimin yapıldığı deney grubu ile geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grupları arasında ön test ortalamaları açısından bir fark yokken son test puan ortalamaları açısından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır.

Bambarger ve Davis (2013), ortaokul fen bilgisi öğrencilerinin içerik bilgileri ve modelleme bilgileri arasındaki ilişkisi adlı çalışmada, model tabanlı öğretim sonucunda

öğrencilerin modellemeye yönelik performanslarını içerik bilgisine nasıl aktardıklarını belirlemeye çalışmıştır. Çalışma 65 altıncı sınıf öğrencisi ve bir tane fen bilgisi öğretmeni ile yürütülmüş olup öğretim programında yer alan maddenin doğası konusuna yönelik bilimsel model uygulamaları yapılmıştır. Ayrıca aynı gruba modellemeye dayalı öğretim uygulanmadan önce ön test, uygulandıktan sonra ise son test yapılmıştır. Bambarger ve Davis (2013) sonuç olarak yapılan her üç modelde de öğrencilerin modelleme performanslarının anlamlı bir şekilde gelişim gösterdiğini, bu gelişim model tabanlı öğretimin öğrencilerin içerik bilgilerini de geliştirdiği ve içerik bilgileri ile gömülü bir şekilde model tabanlı eğitim verilebileceğini göstermiştir.

Yukarıda araştırmacıların modellemeye dayalı fen eğitiminde yaptığı çalışmalardan da anlaşıldığı üzere hepsinin öğrencilere kavramsal boyutta öğrenme gerçekleştirme gibi ortak bir amacının olduğu görülmektedir. Literatürde yapılan çalışmaların birçoğu modelleme tabanlı yürütülen fen eğitimi derslerinin öğrencilerin başarılarını ve fen eğitimindeki becerilerini artırdığını göstermektedir. Ancak ilgili literatür yine gösteriyor ki bu başarıyı artırmak için öncelikle öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemek ve bu modeller üzerinde yeni bilgileri inşa etmek gerekir. Bu bağlamda öğretmenlerin de modellerin kullanımına ve modellere yönelik olumlu tutum sergilemelerini sağlamak gerekmektedir.

## **2. 1. 2. 2. Modellemede Bilgisayar Tabanlı Etkinliklere Yönelik Yapılan Çalışmalar**

Fen bilimleri dersinde model kullanmanın kavramsal öğrenmeyi sağladığı daha önceki bölümlerde derinlemesine anlatılmıştı. Ancak bazı durumlarda sınıf ortamına getirilemeyecek ancak öğrencilere gösterilmesi gereken modeller olabilir. Ya da her koşulda üç boyutlu model oluşturma mümkün olmayabilir. İşte bu durumlarda bilgisayar tabanlı etkinlikler ya da modellemeler devreye girmektedir. Bilgisayar tabanlı modellemeler, öğrencilere doğrudan deneyimlenemeyen dünyalara erişme, bu dünyaların dinamiklerini sahiplenme ve yönetme hissi sağlar (Valanides ve Angeli, 2008). Yine bilgisayar tabanlı etkinlikler ve bu şekilde yapılan modellemeler, karmaşık verilerin işlenmesi ile teori ve kavramların anlaşılmasını kolaylaştırır, bilimsel süreci daha dinamik hale getirir. Bu kapsamda ilgili literatürde araştırmacıların bilgisayar tabanlı etkinliklere yönelik çalışmalar yürüttüğü görülmektedir (Barab, Hay, Barnett ve Keating; 2000; Frederiksen vd., 1999; Hung ve Lin, 2009; Méheut, 2004; Sins vd., 2005; Valanides ve Angeli, 2008; Yılmaz, 2012; Yurt, 2011). Modellemede bilgisayar tabanlı etkinlikler ile ilgili yapılan çalışmaları, süreç içerisinde teknolojinin modellemeye dayalı fen eğitimini nasıl değiştirdiğini ve geliştiğini anlamak için araştırmaların açıklamalarına aşağıda verilmiştir.

Barab ve diğeri (2000) üniversite öğrencilerine güneş sistemi ve temel astronomi konularının öğretilmesinde, bilgisayar ortamında üç boyutlu modelleme sürecinin etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda Barab ve diğeri (2000) 19 üniversite öğrencisine iki dönem boyunca sınıf içi etkinlikleri uygulamış, bu etkinlikler sırasında gözlemler gerçekleştirmiş ve veriler video kayıtları ve alan notları ile kayıt altına almıştır. Uygulama süresince her öğrenci bireysel olarak bilgisayar etkinliğindeki yönlendirmeleri takip ederek, astronomi olaylarını modellemek için birer proje üretmeleri sağlanmıştır. Bunun yanında öğrencilerle uygulama öncesi ve sonrasında mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda Barab ve diğeri (2000) bilgisayar destekli üç boyutlu modellemenin kavramsal anlamaya olumlu yönde katkısı olduğunu, öğrencilerin modeller ile bu modellerin temsil ettiği gerçeklik arasındaki ilişkileri iyi bir düzeyde ifade edebildiklerini tespit etmiştir.

Frederiksen ve diğerlerinin (1999) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada 10 ve 11. sınıf öğrencilerinin bilgisayar simülasyonları ile desteklenmiş öğretimin öğrencilerin bilgi düzeylerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda 10 ve 11. Sınıfa devam eden toplam 32 öğrenci grubu, deney ve kontrol gruplarına ayrılmış, deney grubuna bilgisayar simülasyonları ile öğretim gerçekleştirilmiştir. İki grup da aynı model sırasında öğrenme aktivitelerinde bulunmuştur. Frederiksen ve diğeri, (1999) çalışmanın sonucunda öğrenme etkinlikleriyle birlikte bilgisayar simülasyonları ile desteklenen deney grubu öğrencilerinin, bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğunu, anlamlı öğrenme sonucu problemleri daha iyi çözdüklerini ifade etmiştir. Benzer şekilde Hung ve Lin (2009) öğrencilerin basit sarkaçlarla ilgili değişkenleri değiştirerek bilgisayar yazılımı üzerinden modelleme becerilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmasını, sekizinci sınıf öğrencileri ile deneysel desende beşli likert tipi ölçek kullanarak gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda Hung ve Lin (2009) bilgisayar yazılımlarının öğretmenlerin, öğrencilerin modelleme ve düşünme süreçlerini anlamalarına katkısı olduğunu ifade etmiştir.

Méheut (2004) çalışmasında deney düzenekleri ve bilgisayar simülasyonları içeren iki bölümlü öğrenme ortamı hazırlayarak öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin zihinsel modellerinin fiziksel olayları tanımlama ve tahmin etmede kullanmalarını belirlemeye çalışmıştır. Méheut (2004) çalışmasının sonucunda öğrencilerin gazlarda basınç-sıcaklık-hacim ilişkilerini kavratmada etkili olan bir öğrenme ortamının hazırlandığını ifade etmiştir. Bu durum aslında benzer çalışmalarda yer alan deney düzeneklerinin ve bilgisayar animasyonlarının öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişimine olumlu katkı sağladığı anlamına gelmektedir.

Sins ve diğeri (2005) öğrencilerin bilgisayar destekli modelleme çalışmaları sürecinde karşılaştıkları zorlukların ve uyguladıkları düşünme biçimlerinin belirlenmesini

amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma daha önce sistem dinamiklerine ilişkin modelleme deneyimi olmayan 38 on birinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrenciler gruplar halinde bilgisayar üzerinden modelleme çalışmaları gerçekleştirirken ekran yakalama programları ile zorlandıkları anlara ilişkin kayıtlar tutulmuş ve sözlü ifadeler kayıt altına alınmıştır. Sins ve diğerleri (2005) araştırmalarının sonucunda öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun geçmiş bilgileri ile model parametrelerini düşük düzeyde ilişkilendirdiklerini, deneysel verilerle uydurma yöntemini tercih ettiklerini ifade etmiştir. Bunun yanında not ortalaması yüksek öğrencilerin daha önce öğrendikleri bilgileri ve tümevarımsal düşünceleri, düşük not ortalamasına sahip öğrencilerden daha iyi sergiledikleri tespit edilmiştir. Modelleme sürecinin karmaşık doğasından dolayı öğrencilerin daha etkili bir öğrenme süreci geçirebilmelerini sağlamak amacıyla deneyimin yüksek seviyede olması gerektiği ve bunun uygun araçlarla desteklenmesi gerektiği ifade edilmektedir.

Valanides ve Angeli (2008) bilgisayar destekli modelleme ile bilimsel modellerin öğrenimi ve öğretimi isimli araştırmasında, bilimsel modellerin öğrenimi ve öğretimi hakkında ilköğretim öğretmen adaylarını destekleme çabalarını ortaya koyarak bu durumun öğretmen adaylarının anlama düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaca ulaşmak için Valanides ve Angeli (2008) ilköğretim öğretmen adaylarına bilgisayar modelleme modülünü sağlamışlar ve *"MODEL-IT: A Design Retrospective"* olarak adlandırılan, bilimsel modelin; bilgisayar modelleme aracı ile uygun yapılandırılmasında adayların yeteneklerindeki bu deneyimin etkisini, altıncı sınıf fen dersinin öğretilmesi için incelemiştir. Çalışmanın sonucunda Model-It'in çoğu öğretmen adayının yapısal olarak doğru fakat basit model inşa etmesinde etkili olduğu görülmüştür. Yine çalışmanın sonucunda katılımcıların, fenni öğretmek için ifade edici modelinden ziyade keşfedici model metodunu daha sık kullanma eğilimi gösterdikleri ifade edilmiştir. Sonuç olarak Valanides ve Angeli (2008) öğretmenlerin, fen bilimlerindeki bilimsel modelleme sürecinde kapsamlı bir anlayışa ulaşmak için geniş öğrenme deneyimlerine ihtiyaçları olduğunu ifade etmiştir.

Yılmaz (2012) bilgisayar tabanlı modellemenin ve fiziksel modellemenin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve iyonik bileşiklerin kristal yapılarını kavrama düzeylerine etkilerinin karşılaştırılması başlıklı çalışmasında bilgisayar tabanlı modelleme programlarının ve fiziksel modellemelerin öğrencilerin kavrama düzeylerine etkisini araştırmıştır. Dokuzuncu sınıf öğrencileri ile çalışmasını yürüten Yılmaz (2012) öğrenme ortamında bilgisayar destekli modelleme programları ve oyun hamurları ile model yapma uygulamalarını yürütmüştür. Çalışmanın sonucunda bilgisayar destekli modelleme uygulamalarında öğrencilerin kavramsal düzeylerinde artışta farklılaşma olmamasına rağmen her iki tür uygulamanın da kavramsal gelişimi ve uzamsal yeteneklerini artırdığını belirtmiştir.



Yurt (2011) sanal ortam ve somut nesnelere kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin öğrencilerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerisine etkisini araştıran bir çalışma yürütmüştür. Yurt (2011) bu çalışmayı deneysel araştırma modellerinden biri olan ön test – son test kontrol gruplu deneme modeline göre tasarlamıştır. Ayrıca deney gruplarında, araştırmacı tarafından yürütülen dersler 9 hafta sürmüş ve toplam 18 farklı model geliştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda sanal ortam kullanarak modeller geliştirmenin öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştirdiği, somut nesnelere kullanarak modeller geliştirmenin de öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştirdiği ifade edilmiştir.

Sonuç olarak bilgisayar tabanlı etkinliklere yönelik yapılan çalışmaların öğrencilerin modellemeye yönelik tutumlarını, davranışlarını, modelleme yeteneklerini ve modelleme süreçlerini olumlu etkilediği ilgili literatürde gözlenmiştir. Bu durum aslında öğrencilerde modellemeye yönelik yeteneklerin ya da kavramsal öğrenmenin gerçekleştirilmesi isteniyorsa, mümkün olduğunca bilgisayar tabanlı etkinliklere yer verilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu araştırmanın ikinci aşamasında öğrencilerin modelleme becerilerinin (araştırmanın ilk aşamasında belirlenen modelleme becerilerinin) geliştirilmesi amaçlandığından, modellemeye dayalı etkinliklerde bilgisayar desteğine yer verilmiştir.

### **2. 1. 2. 3. Fen Eğitiminde Becerilere Yönelik Yapılan Çalışmalar**

Fen eğitiminin amaçları arasında, fen bilimleri dersini alan öğrencilerin bilim insanı gibi düşüncelerine ve bilimsel çalışmaların yapılma sürecinde rol oynamalarına olanak sağlayan gerçek öğrenme ortamları hazırlanması da yer almaktadır. Hazırlanan bu öğrenme ortamları öğrencilerin fen eğitimi becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (MEB, 2018). İlgili literatürde fen eğitiminde yer alan beceriler ve bu becerilerin gelişimine yönelik araştırmalara yer verilmiştir (Baek, 2013; Bakker, 2008; Brown ve Clement, 1989; Chang, 2008; Gülçiçek vd., 2003; Kertil, 2008; Mutlu, 2012; Olkun vd., 2009; Ünal Çoban, 2009; Ysu vd., 2012). Aşağıda kronolojik sıralamaya göre fen eğitiminde yapılan ve becerilere yönelik çalışmalara yer verilmiştir.

Brown ve Clement (1989) analogik düşünme aracı olarak bağdaştırmayı kullanarak öğrencilerin kavram yanılgılarının hangi durumlarda giderildiğine ve öğrencilerdeki kavramsal değişimi gözlemlemeye yönelik bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada üç öğrenciden dört farklı durumdaki kavramlara ilişkin hedef sorularla kavram yanılgılarını açığa çıkarmaya çalışılmıştır. Araştırmanın sonucunda Brown ve Clement (1989) bağdaştırıcı analogilerle kavramsal değişimin sağlanabilmesi için, örnek durumun kullanışlı olması, emin olunan durumla hedef durum arasında analogik ilişkinin belirgin bir şekilde

ifade edilerek geliştirilmesi, analogik muhakemenin etkileşimli öğrenme ortamlarında yapılması gerekliliğini ifade etmiştir.

Harrison ve Treagust (2000b) atom ve molekül kavramlarıyla ilgili öğrencilerin analogik modellerle bilimsel görüş geliştirmesine yönelik öğrenme süreçlerinin incelenmesi ile ilgili araştırma yapmıştır. Araştırmasını on birinci sınıf düzeyindeki 10 kimya öğrencisi ile yürüten Harrison ve Treagust (2000b) bu sürecin öğrencilerin kavram anlayışlarını, entelektüel gelişimlerini ve modelleme becerilerini artırdığını belirtmiştir.

Gülçiçek ve diğerleri (2003) atom yapısı-güneş sistemi konularına ilişkin daha önce eğitim almamış üniversite öğrencilerinin analogi modelini analiz etme yeterliliklerinin incelenmesini amaçlayan bir çalışma yapmıştır. Gülçiçek ve diğerleri (2003) 22 birinci, 22 dördüncü sınıf olmak üzere 44 üniversite öğrencisine güneş sistemi ile atom arasında benzerlik kurulup kurulamayacağına ilişkin soru yönelmiştir. Sorulara verilen cevapların sebepleriyle birlikte açıklanması istenerek verilen cevaplar içerik analizine tabii tutulmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre hem birinci hem de dördüncü sınıf öğrencilerinin kütle, merkezde olma, küçüklük büyüklük, etrafında dolanma ve boşluk gibi konularda benzeşim sağlayabildikleri, bu benzeşimin de kısıtlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Chang (2008) fen dışındaki branşların modelleme becerisi ve bilimsel kavramları anlama düzeyini artırmak amaçlı bir araştırma yapmıştır. 149 fen dışındaki branşlardan katılımcıyla deneysel desende yürütülen bu çalışmada, katılımcılara genel modelleme başarı testi, pil kavram testi, bağlam temelli beceri testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda Chang (2008) öğrencilerin modelleme becerilerinin ve pil kavramı hakkındaki başarılarının arttığını ifade etmiştir.

Ünal Çoban (2009) modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği isimli bir araştırma yapmıştır. Araştırmasında Ünal Çoban (2009) modellemeyi gelişmiş bir düşünme süreci olarak ele almış ve bilgiyi yapılandırmada modellerden yararlanmaları, bu yolla bilimsel bilginin önemini, değerini, kullanımının farkına varmalarını amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda Ünal Çoban (2009) yedinci sınıf öğrencileri ile deneysel desende çalışmıştır. Söz konusu desende deney grubuna modellemeye dayalı ders işlenmiş, kontrol grubunda ise öğretim programına göre ders işlenmiştir. Bunun dışında öğrencilere veri toplama aracı olarak kavramsal düzey belirleme testi, bilimsel süreç becerileri ölçeği, bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeği, bilimsel bilginin varlık alanına yönelik görüş ölçeği uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerileri açısından deney grubuna lehine farklılık varken bilimsel bilgiye yönelik görüşlerde bir farklılık bulunmamıştır.

Ysu ve diğeri (2012) dört farklı grubun hava kalitesi anlayışları hakkındaki modelleme becerileri ve bilgi özelliklerinin karşılaştırılmasına yönelik bir araştırma yapmıştır. Araştırmasının katılımcılarını doktora öğrencileri, fen eğitimcileri ve lisede öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Klinik mülakatlarla yürüttüğü bu çalışmasının sonucunda Ysu ve diğeri (2012) katılımcıların konu hakkında acemi olandan uzman olana doğru modelleme becerilerinin arttığını belirlemiştir. Aynı zamanda uzman sonuçları tahmin etmede uzmanların model tabanlı muhakeme, orta seviyedekilerin ilişki tabanlı muhakeme ve acemilerin olgu tabanlı muhakeme kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Baek (2013) İlköğretim öğrencilerinin bilimsel modellemeye katılımlarında rehberlik eden epistemolojilerini ve yürütülen model tabanlı program ünitelerinin modelleme değişimindeki epistemolojilerini irdelemeye yönelik bir araştırma yapmıştır. Beşinci sınıf öğrencileriyle yürütülen ve öğrenme süreci boyunca klinik mülakatlar, alan notları, sınıf içi gözlemler ve günlüklerin veri toplama aracı olarak kullanıldığı bu çalışmanın sonucunda, model temelli program ünitelerinin katılımcıların modellemeye ilişkin epistemolojilerinin değişiminde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yukarıdaki literatürde de belirtildiği gibi yapılan bu çalışmalarda öğrencilerin fen eğitimi becerileri (eleştirel düşünme becerileri, yaratıcı düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri, analogik düşünme becerileri) ile modelleme yetenekleri, kavramsal öğrenme ve akademik başarı arasında olumlu yönde bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum modelleme temelli fen öğretiminin beceriler çerçevesinde şekillendirilmesi gerektiği anlamına gelebilir. Yine ilgili literatüre bakıldığında modelleme süreçleri, model oluşturma ve fen eğitimi becerileri ile ilgili pek çok ulusal ve uluslararası çalışmalara rastlanmasına rağmen, modelleme becerilerinin yer aldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Bu yüzden bu araştırmanın birinci aşamasında ilgili literatürde yer alan becerilerden ve öğrencilerin yaptığı modellerden yararlanarak modellemeye yönelik beceriler oluşturulmuştur.

## **2. 2. Literatür Taramasının Sonucu**

Yapılan literatür taramasında referans verilen çalışmaların ortaya koyduğu sonuçların bu araştırmaya üç farklı noktada ışık tuttuğu düşünülmektedir. Birincisi öğrencilerin model yapma sürecinde birtakım modelleme döngülerinden geçtiği için karmaşık ve kompleks bir süreç olmasıdır. Yani modelleme temelli fen eğitimi verecek öğretmenlerin ve modelleme yapacak öğrencilerin birtakım becerilere sahip olması gerektirir. İkincisi modellemeye dayalı fen eğitiminde bilgisayar desteğinin önemidir. Üçüncüsü ise öğrencilerin modelleme sürecini olumlu atlatabilmesi için bilgisayar tabanlı etkinliklerin nasıl tasarlanması gerektiği ile ilgilidir. Bu bölümde literatürün bu araştırma için ışık tuttuğu aşamalardan bahsedilmiştir.

Fen eğitiminde modelleme sürecindeki asıl amaç mevcut kavramlardan hareketle bilinmeyen bir hedefi anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünüdür. Diğer bir deyişle modelleme, soyut fikir ve kavramları bilinen kavramlar üzerinden somut hale getirebilmektir (Justi ve Gilbert, 2002; Morgan ve Morrison, 1999; NRC, 2011; Treagust vd., 2002). Öğrencilerde kavramsal boyutta öğrenme gerçekleştirebilmek için fen öğretim programlarında modelleme yerini almıştır (MEB, 2018). İlgili literatür incelendiğinde modelleme sürecinin oldukça kompleks ve karmaşık olduğu görülmektedir. Öğrencilerde kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirmenin yollarından birinin de derslerde modelleme çalışmalarına yer verilmemesi gerekliliği, modelleme yaparken öğrencilerin birtakım becerilere ihtiyaç duyulmasını ön plana çıkarmıştır. Literatürde modelleme sürecinin özelliklerinden, modelleme döngülerinden ve hatta modelleme temelli eğitimin özelliklerinden bahsedilmesine rağmen modelleme becerilerinden ise pek bahsedilmemiştir (Aktan, 2005; Araya vd., 2012; Bambarger ve Davis, 2013; Barab vd., 2000; Batı, 2004; Bilgin ve Geban, 2001; Borges ve Gilbert, 1999; Brown ve Clement, 1989; Campbell vd., 2011; Chang, 2008; Coll vd., 2005; Coll ve Treagust, 2003; Doruk, 2010; Düşkün, 2011; Erduran, 1999; Frederiksen vd., 1999; Grosslight vd., 1991; Gülçiçek vd., 2003; Güneş vd., 2004; Horrison, 2000; Kertil, 2008; Méheut, 2004; Ogan Bekiroğlu, 2007; Olkun vd., 2009; Schwarz, 2009; Sins vd., 2005; Taylor, Barker ve Jones, 2003; Ünal Çoban, 2009; Valanides ve Angeli, 2008; Vosniadou, 2002; Wells vd., 1994; Yılmaz, 2012; Ysu vd., 2012; Yurt, 2011). Oysa ki bireylerin modelleme becerileri bilinirse, modelleme sürecinin son aşamalarından biri olan modelin revize edilmesi kısmı başarılı bir şekilde sonlandırılabilir. Çünkü modeli revize etmek demek, modelin eksik yanlarını düzeltmek, yeni öğrenilen bilgiler aracılığıyla yeniden şekillendirerek modele son halini vermek demektir. Modelleme becerileri bu kadar önemli olmasına rağmen ilgili literatürde sınırlarla çizilmiş, açık halde söz konusu becerilere rastlanmamaktadır. Dolayısıyla araştırmanın birinci problemde görüldüğü üzere ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerini ortaya çıkarmak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda ilgili literatüre modelleme becerileri kavramının katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Literatür taramasının ikinci bir sonucu da bilgisayar temelli modelleme eğitiminin, modelleme sürecinde ne kadar etkili olduğudur (Barab vd., 2000; Frederiksen vd., 1999; Hung ve Lin, 2009; Méheut, 2004; Sins vd., 2005; Valanides ve Angeli, 2008; Yılmaz, 2012; Yurt, 2011). Yani öğretim sürecinde bazı durumlarda sınıf ortamına getirilemeyecek ancak öğrencilere gösterilmesi gereken modeller olabilir. Bu aşamada devreye bilgisayar destekli modelleme çalışmaları girmektedir. İlgili literatür gösteriyor ki, bilgisayar desteği, öğrencilerin modelleme yapmaya yönelik becerilerini, akademik başarılarını ve bu kapsamda da modelleme süreçlerine olumlu etki yapmaktadır. (Barab vd., 2000;

Frederiksen vd., 1999; Hung ve Lin, 2009; Méheut, 2004; Sins vd., 2005; Valanides ve Angeli, 2008). Bu araştırmanın ikinci amacı da ortaokul öğrencilerinin birinci amaçta belirlenen modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinlikler tasarlamak ve uygulamak olduğundan, bu modelleme etkinliklerinde bilgisayar desteğinden de faydalanılmıştır.

Literatür taramasından çıkarılan üçüncü sonuç ise, fen eğitiminde model oluşturma etkinliklerinin bazı temel özelliklere sahip olması gerekliliğidir. Yani eğer öğrencilerde birinci aşamada belirlenen modelleme becerilerinin geliştirilmesi isteniyorsa, onlara uygulanacak modelleme tabanlı etkinliklerin bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Literatürde bu özellikler aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

- Model oluşturma etkinlikleri farklı gösterimlerin kullanımına fırsat vereceği için farklı zekâ kullanımlarına hitap eder.
- Model oluşturma etkinlikleri öğrencilere sadece doğrudan bilgi aktarımı sağlamaz, aynı zamanda öğrencilerde kavramsal boyutta öğrenmeyi de sağlar.
- Model oluşturma etkinlikleri hemen sonuçlanmaz. Uzun bir sürece yayılan bu etkinliklerde öğrenciler hem kavramsal bilgileri öğrenir hem de bir bilim insanı gibi düşünme sürecine girerler. Dolayısıyla bu süreçte öğrencilerin fenne karşı tutumları olumlu etkilenir (Shen ve Confrey, 2007).

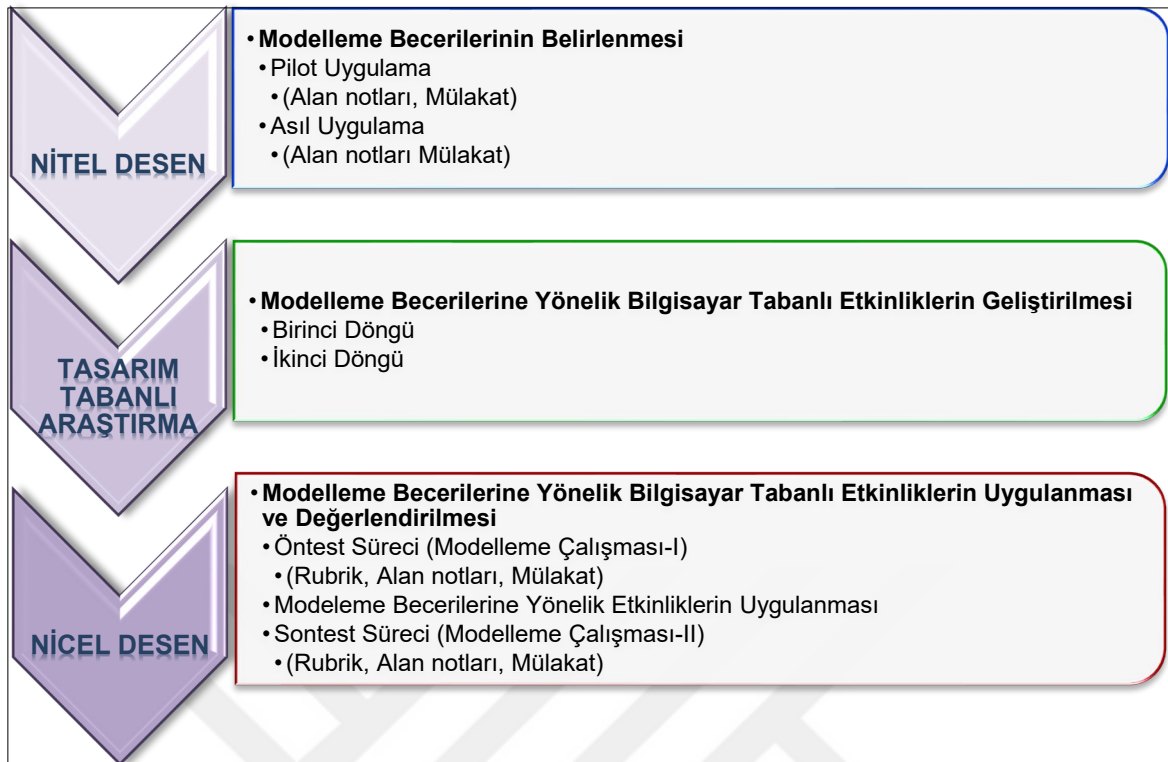
Bu araştırmanın bir diğer amacı da öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmek olduğundan, araştırmada öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinlikler hazırlanırken, yukarıda ifade edilen özellikler dikkate alınmıştır.

### **3. YÖNTEM**

Bu araştırmanın temel amacı, Fen Bilimleri dersi öğretim programı çerçevesinde yer alan modelleme etkinliklerinin geliştirilmesi sırasında öğrencilerin kullanmaları muhtemel modelleme becerilerinin tespit edilmesi, bunlara yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin geliştirilmesi, uygulanması ve etkililiğinin değerlendirilmesidir. Bu bölümde; araştırmanın tasarlanması ve modeli, modelleme becerileri hiyerarşisinin oluşturulması, çalışma gruplarının belirlenmesi, veri toplama araçları ve verilerin analizi ile ilgili detaylı açıklamalar yer almaktadır.

#### **3. 1. Araştırma Modeli**

Fen eğitimi literatürü incelendiğinde, geçmişten günümüze modelleme ile ilgili pek çok çalışmanın gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu çalışmalar incelendiğinde özellikle modelleme çalışmalarıyla farklı konuların öğretimine, model ve modellemeyle ilgili yeterliliklere, model oluşturma süreçlerine ve model oluşturma süreçlerini modellemeye sıklıkla odaklanıldığı söylenebilir. Bu bağlamda, öğrencilerin fen derslerinin neredeyse tamamında kullanabilecekleri modellerin ve bunların üretim süreci olan modellemelerin doğru şekilde gerçekleştirilebilmesi için gerekli becerilerin neler olduğuna ilişkin bir eksiklik olduğu göze çarpmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada ilk olarak ortaokul öğrencilerinin modelleme çalışmaları sırasında ihtiyaç duydukları modelleme becerileri belirlenmiştir. Takip eden süreçte belirlenen bu becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinlikler geliştirilmiş ve bu etkinliklerin öğrencilerin modelleme becerilerine olan etkisi incelenmiştir. Buradan da görüldüğü gibi çalışma üç basamaktan oluşmaktadır. Bu basamakların çalışma kapsamında birbiriyle ilişkili olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Birinci basamak olan ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesinde nitel desen; ikinci basamak olan belirlenen bu becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin geliştirilmesinde tasarım tabanlı araştırma deseni; üçüncü basamak olan modelleme becerilerine yönelik geliştirilen etkinliklerin bu becerilere etkisinin belirlenmesinde ise nicel desen tercih edilmiştir. Araştırmanın bu üç basamağında tercih edilen desenler Şekil 11’de özetlenmiştir.



Şekil 11. Araştırma deseni

Şekil 11 incelendiğinde araştırma basamaklarında farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Birinci basamak olan ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin neler olduğunun belirlenmesine cevap aranırken nitel desende özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda becerilerin belirlenmesi için pilot çalışma ve bunu izleyen asıl çalışma kapsamında, alan notları ve yar yapılandırılmış mülakatlardan yararlanılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle incelenmiş ve modelleme becerileri belirlenmiştir. İkinci basamak olan modelleme becerilerine yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin (MBYBTE) geliştirilmesi sürecinde tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu basamakta araştırmacı tarafından bilgisayar etkinlikleri tasarlanmış ve bilgisayar uzmanları tarafından bu etkinlikler Adobe Flash ortamına aktarılmıştır. Etkinliklerin geliştirilmesi süreci tasarım tabanlı araştırmanın temeli olan döngüsel süreç kapsamında iki döngü sonunda tamamlanmıştır. Araştırmanın basamağı olan modelleme becerilerine yönelik geliştirilen etkinliklerin bu becerilere etkisinin incelenmesi sürecinde tek gruplu öntest-sontest yarı-deneysel yöntemden yararlanılmıştır. Bu süreçte öntest olarak öğrencilere modelleme çalışmaları yaptırılmış, öğrencilerin bu modelleme sürecinde kullandıkları beceriler araştırmacı tarafından geliştirilen dereceli puanlama anahtarı kullanılarak değerlendirilmiştir. Buna ek olarak araştırmacı tarafından modelleme sürecinde alan notları da tutulmuştur. Takip eden süreçte geliştirilen etkinlikler bilgisayar laboratuvarında

uygulanmıştır. Etkinliklerin uygulanması süreci bitiminde son test olarak tekrar modelleme çalışmaları yaptırılmış ve dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilerek çalışmanın son basamağı tamamlanmıştır. Aşağıdaki başlıklarda araştırmanın bu üç probleminin yürütülmesine ilişkin detaylı açıklamalara yer verilmiştir.

### 3. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi

Araştırmanın ilk basamağı olan ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde, nitel desen kapsamında çalışmalar yürütülmüştür. Bu basamakta amaç, öğrencilerin modelleme sürecinde ihtiyaç duydukları becerilerin, alan notları ve mülakatlar yardımıyla ortaya koyulmasıdır. Dolayısıyla araştırmanın nitel desende bu bölümü için özel durum çalışması yöntemi seçilmiştir. Özel durum çalışması yöntemi, belirli sayıda değişkeni araştırmak, belirli süreçleri ve kuralları takip etmek yerine tek bir durumun derinlemesine incelenmesi olarak tanımlanmaktadır (Davey, 1991). Bu çalışmada da öğrencilerin modelleme sürecinde ihtiyaç duydukları becerilerin belirlenmesinde pek çok veri kaynağından elde edilen veriler derinlemesine analiz edilmiştir. Araştırmada derinlemesine incelenen durum olan modelleme becerilerinin belirlenmesi için veri çeşitliliğine önem verilmiştir. Çünkü Marshall ve Rossman (2006), Merriam (2013) ve Yin (2009) durum çalışması kullanılan araştırmalarda veri çeşitliliğinin sağlanmasının, çalışma için gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Bu bağlamda araştırmanın ilk basamağı olan modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde alan notları ve mülakatlar işe koşulmuş, bunlardan elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle derinlemesine analiz edilmiştir.



Şekil 12. Modelleme becerilerinin belirlenmesi uygulamalarından bir örnek



Araştırmanın birinci basamağı olan modelleme becerilerinin belirlenme sürecine literatür taramasıyla başlanmıştır. Literatür taraması araştırmacıya mevcut bilgilerin ortaya çıkarılması ve eksikliklerin belirlenmesi noktasında ışık tutan önemli bir veri kaynağı olarak görülmektedir. Literatür taraması kapsamında model, modelleme, modellerle fen öğretimi ve modelleme döngülerine ilişkin çalışmalara ulaşılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen bilgiler ışığında modelleme becerilerinin belirlenmesi basamağının ilk aşaması olan pilot çalışma için taslak mülakat soruları oluşturulmuştur. Bu sorularla birlikte bir dönem boyunca ortaokul beş, altı ve yedinci sınıf öğrencileriyle her biri beş haftadan oluşan iki modelleme çalışması yürütülmüştür. Bu 10 haftalık ön çalışma sürecinde öğrencilerle taslak mülakat soruları üzerinden görüşmeler yapılmış ve modelleme becerilerini belirlemeye yönelik mülakat sorularına son hali verilmiştir. Ayrıca, yine bu 10 hafta boyunca araştırmacı, alan notları yardımıyla soruları şekillendirmiş, ayrıca beceri olması muhtemel davranışları da not ederek asıl çalışmaya hazırlanmıştır. Güz döneminde tamamlanan bu ön çalışmayı takiben, aynı eğitim-öğretim yılının bahar döneminde asıl çalışma gerçekleştirilmiştir. Son hali verilen mülakat soruları ve alan notlarıyla birlikte yine beş, altı ve yedinci sınıf öğrencileriyle modelleme çalışmaları gerçekleştirilmiş ve modelleme becerileri belirlenmiştir.

### **3. 1. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi**

Araştırmanın ikinci basamağı olan MBYBTE'nin geliştirilmesi sürecinde, tasarım tabanlı araştırma yöntemi esas alınmıştır. Bu basamakta amaç, öğrencilerin modelleme sürecinde ihtiyaç duydukları becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin geliştirilmesidir. Döngüsel bir süreci esas alarak ürün geliştirmeyi amaçlayan bu yöntemin tercih edilme sebebi, geliştirilecek olan etkinliklerin analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama süreçleri içerisinde, araştırmacı ve katılımcıların birlikte çalıştığı, gerçek uygulama ortamında sürecin yürütüldüğü, eğitim uygulamalarını iyileştirme amacıyla yapılan sistematik ve esnek bir yöntem olmasıdır (Wang ve Hannafin, 2005). Bu yöntem mühendislik süreçlerini temel alarak geliştirilmiş olup, amacı öğrenme unsurlarını sistematik bir şekilde tanımlayarak güçlendirmektir (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer ve Schauble, 2003, Lesh ve Sriraman, 2005). Kısaca, tasarım tabanlı araştırmalarda süreç, belirlenen bir problemin çözümüne yönelik bir tasarım geliştirilmesi, bu tasarımın doğal ortamda uygulanması, bu uygulamadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi, gerektiği müddetçe tekrar tekrar uygulanarak döngüsel bir süreçte devam etmesini kapsamaktadır (Gravemeijer ve Cobb 2006; McKenney ve Reeves 2013; Wang ve Hannafin, 2005).

Araştırmanın ikinci basamağı olan, MBYBTE'nin geliştirilmesi sürecine, etkinliklerin taslak hallerinin kâğıt üzerine çizilmesi ile başlanmıştır. Taslak çizimler fen eğitimi alan uzmanlarıyla birlikte incelenmiş, gerekli düzenlemeler yapılarak bilgisayar uzmanlarına

sunulmuştur. Bilgisayar uzmanları ile taslak çizimlerin bilgisayar ortamına aktarılması noktasında çalışmalar gerçekleştirilmiş ve etkinliklerin Adobe Flash programıyla oluşturulmasına karar verilmiştir. Araştırmacı tarafından hazırlanan etkinliklerin bilgisayar uzmanları tarafından geliştirilmesini takiben tasarım tabanlı araştırma yönteminin döngü süreciyle birlikte uygulamalar bir ortaokulun yedinci sınıf öğrencileriyle sınıf ortamında uygulanmıştır. Bu uygulamalardan elde edilen dönütler değerlendirilmiş, gerekli düzenlemeler yapılarak etkinlikler ikinci döngüyle sınıf ortamında tekrar uygulanmıştır. İkinci döngü kapsamında elde edilen veriler neticesinde döngü sürecinin tamamlanmasına karar verilmiştir. Bu iki uygulama sonucunda MBYBTE'nin geliştirme süreci tamamlanarak, üçüncü basamak için uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

### 3. 1. 3. MBYBTE'lerin Uygulanması

Araştırmanın üçüncü basamağı olan MBYBTE'lerin uygulanması ve değerlendirilmesi sürecinde, nicel desen kapsamında çalışmalar yürütülmüştür. Bu basamakta amaç, ilk basamak kapsamında belirlenen becerilere yönelik ikinci basamakta geliştirilen bilgisayar tabanlı etkinliklerin uygulanarak, bu becerilere yönelik etkisini değerlendirmektir. Bu bağlamda geliştirilen etkinliklerin uygulanmasında tek grup öntest-sontest basit deneysel yöntem esas alınmıştır (Karasar, 2002). Bu desenin gösterimi Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Tek Grup Ön Test-Son Test Araştırma Deseni

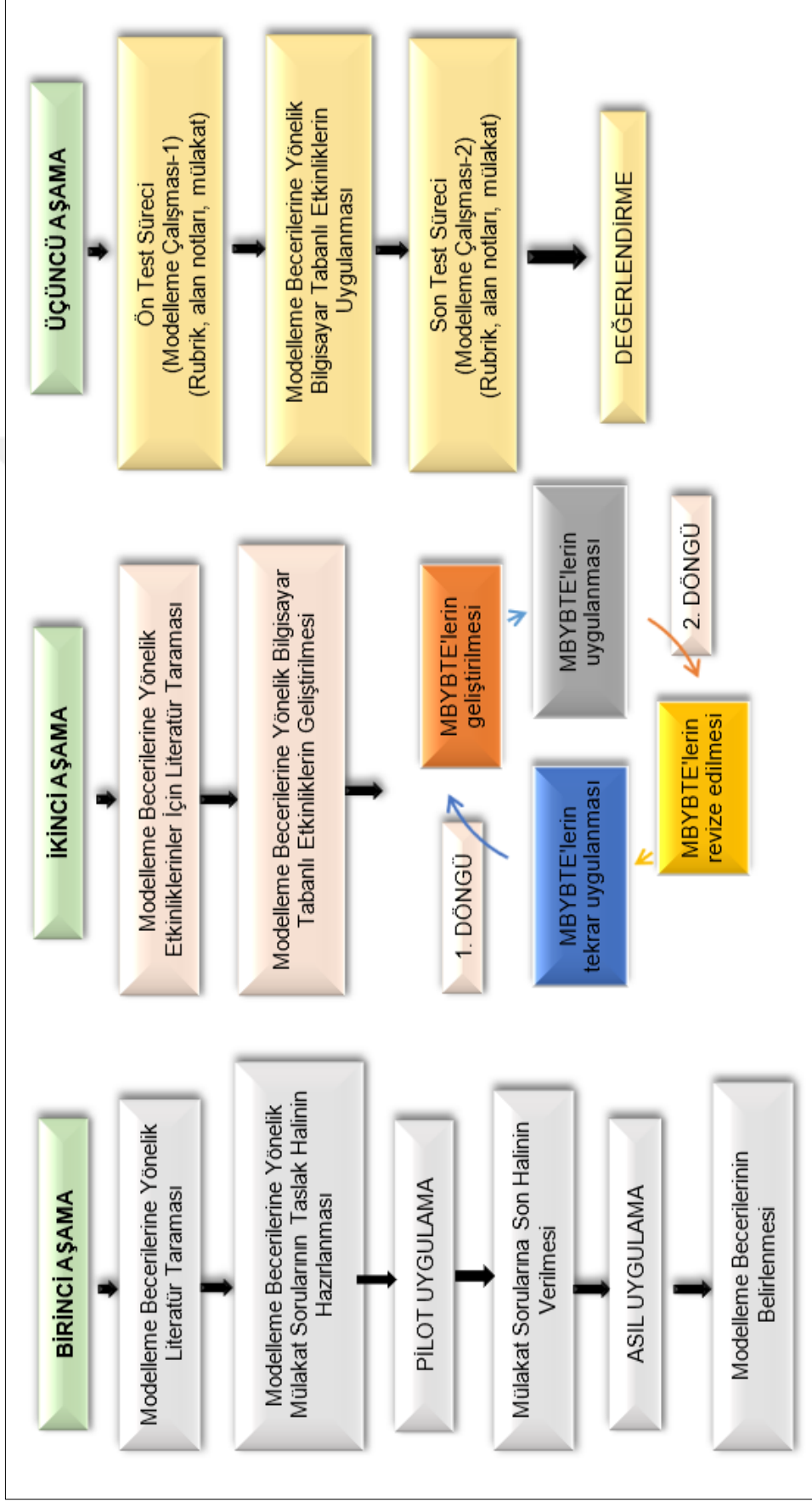
Grup	Öntest	İşlem	Sontest
G	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
Yedinci sınıf öğrencileri	Modelleme çalışması-I	MBYBTE'nin uygulanması	Modelleme çalışması-II

Araştırmanın bu basamağında öntest uygulamasında, bir ortaokulda yer alan yedinci sınıf öğrencilerine üç haftalık bir süreçten oluşan modellemeler yaptırılmış, bu modelleme süreci araştırmacı tarafından geliştirilen dereceli puanlama anahtarı, mülakat ve alan notları ile değerlendirilmiştir. Öntest uygulamasından sonra dört haftalık bir süreç içerisinde MBYBTE'nin uygulaması gerçekleştirilmiştir. MBYBTE'nin uygulamasını takip eden süreçte sontest uygulaması olarak, öğrencilere yeniden modellemeler yaptırılmış dereceli puanlama anahtarı, mülakatlar ve alan notları ile bu süreç değerlendirilerek araştırmanın son basamağı tamamlanmıştır.

### 3. 2. Araştırmanın Tasarımı ve Yürütülmesi

Bu bölümde araştırmanın üç temel aşaması olan 1) modelleme becerilerinin belirlenmesine ait pilot ve asıl uygulamalar; 2) MBYBTE'nin geliştirilmesi (tasarım döngüleri); 3) MBYBTE'nin asıl uygulamasının gerçekleştirilmesine ait süreçler özetlenmiştir. Bununla birlikte bu basamaklarda kullanılan veri toplama araçları, uygulama grupları ve verilerin analiz edilmesi konularında açıklamalara yer verilmiştir. Araştırmanın tasarlanma ve yürütülme sürecinin şematik yapısı Şekil 13'te sunulmuştur.





Şekil 13. Araştırmanın tasarlanması ve yürütülmesi süreci

Şekil 13'ten de görüldüğü gibi araştırma üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada yer alan modelleme becerilerinin belirlenmesinde, ilk olarak konuyla ilgili literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması aracılığıyla modelleme becerilerinin ve bu becerilere yönelik mülakat sorularının taslak hali hazırlanmıştır. Söz konusu becerilerin tamamen belirlenebilmesi ve taslak halindeki mülakat sorularının daha kapsamlı olabilmesi için ortaokul öğrencileri ile bir dönem boyunca pilot çalışma yürütülmüştür. Pilot çalışma sonucunda öğrencilerin verdiği dönütler aracılığıyla, modelleme becerilerinin ve modelleme becerilerini belirlemeye yönelik mülakat sorularının son hali ortaya çıkarılmıştır.

Araştırmanın ikinci aşaması MBYBTE'lerin geliştirilmesini kapsamaktadır. Bu aşamada öncelikle belirlenen modelleme becerilerinin sınıf ortamında nasıl harekete geçirileceğine yönelik literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda söz konusu becerilerin her birine yönelik birkaç tane bilgisayar tabanlı etkinlik hazırlanmıştır. Hazırlanan bu etkinliklerin, konu bağlamında kapsam geçerliği sağlanması amacıyla uzman görüşüne başvurulmuştur. Daha sonra etkinliklerin geliştirilmesi aşaması bilgisayar uzmanları tarafından Adobe Flash programı ile tamamlanmıştır. Tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılarak geliştirilen etkinliklere son hali verilmeye çalışılmıştır. Şekil 13'te de görüldüğü gibi tasarım tabanlı araştırmanın birinci döngüsünde araştırmacı ve bilgisayar uzmanları tarafından geliştirilen MBYBTE'ler ortaokulda öğrenim gören öğrencilere uygulanmıştır. Bir dönem boyunca yapılan bu uygulama sonucunda etkinlikler revize edilerek son halini almıştır. Revize edilen MBYBTE'ler asıl uygulama kapsamında bir ortaokulda öğrenim gören öğrencilere bir dönem boyunca tekrar uygulanmıştır. Asıl uygulamadan sonra MBYBTE'lere son hali verilerek ikinci aşama tamamlanmıştır.

Üçüncü ve son aşama geliştirilen MBYBTE'lerin uygulanması, ön test-son test sürecinin, alan notları ve mülakatların yürütülmesi ve değerlendirilmesi kısımlarından oluşmaktadır. Bu aşama ön test süreci (üç hafta), MBYBTE'lerin uygulanma süreci (dört hafta) ve son test süreci (üç hafta) olmak üzere toplamda 10 haftalık bir süreçten oluşmaktadır. Ön test ve son test sürecinde belirlenen modelleme becerileri kapsamında uygulamalar yapıldığından her iki uygulamaya da üç haftalık bir süre ayrılmıştır. Şekil 2'de görüldüğü gibi araştırmanın üçüncü aşamasının ilk kısmında ortaokulda öğrenim gören öğrencilere yönelik ön test uygulanmış ve araştırmacı tarafından geliştirilen modelleme süreçlerinin değerlendirilmesine yönelik dereceli puanlama anahtarı, mülakat ve alan notları ile süreç değerlendirilmiştir. Takip eden süreçte geliştirilen MBYBTE'ler uygulanmıştır. Uygulama sürecinden sonra aynı öğrenciler son test sürecinden geçmiştir. Bu süreçten sonra yine dereceli puanlama anahtarı, mülakat ve alan notları ile süreç değerlendirilmiştir. Daha sonra hangi becerinin ne ölçüde geliştiğine yönelik sınıf içi örneklerle çalışmada yer verilmiştir.

### 3. 2. 1. Pilot Çalışmalar

Bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin ilk olarak modelleme becerilerinin belirlenmesi, belirlenen bu becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin geliştirilmesi ve son olarak da geliştirilen bu etkinliklerin öğrencilere uygulanarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında birinci basamak olan modelleme becerilerinin belirlenmesi ve ikinci basamak olan MBYBTE'nin geliştirilmesi sürecinde pilot çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu başlık altında bu pilot çalışmalara ait açıklamalara yer verilmiştir.

#### 3. 2. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine Yönelik Pilot Çalışma

Ortaokul öğrencilerinin model oluşturma sürecinde kullandıkları becerilerin belirlenmesi araştırmanın temelini oluşturduğu için önemli ve zor bir süreçtir. Bu noktada gerçekleştirilen çalışmaların amacına hizmet edebilmesi, modelleme becerilerini ortaya çıkaracak mülakat sorularının geliştirilebilmesi ve bunların tutarlılığın sağlanabilmesi amacıyla pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Şekil 13'ten de görüleceği üzere bu basamağa literatür taraması ile başlanmıştır. Literatür taramasıyla amaç, beceri belirleme için araştırılması gereken unsurların belirlenerek, bunları ortaya çıkaracak mülakat sorularının geliştirilmesidir. Literatür taraması sonucunda ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerini belirlemek için bir soru listesi oluşturulmuştur. Bu soru listesi aşağıdaki gibidir:

- Model yapalım dediğimizde aklına ilk gelen neydi? Nasıl bir hayalin var? Daha önce yapılmış bir modeli mi yapmaya çalışacaksın? Kendine ait bir fikrin var mı? Ne hissettin? Kaygın ya da endişen oldu mu?
- Modelini nasıl yapmayı düşünüyorsun? Modelini yaparken kullanacağın malzemeleri seçerken hangi özelliklerine dikkat ediyorsun? Kullanışlılığı mı önemli benzerliği mi? Neden?
- Kullanacağın malzemenin yapısı önemli mi? İşlevi önemli mi? Görünüşü önemli mi?
- ... kavramının hangi özelliğini modelleyeceksin? Hangi kısımlarının modelinde yer almasını düşünüyorsun? Bu kısımlar için hangi malzemeleri kullanmayı planlıyorsun? Seçtiğin malzemeler bu kısımlarla uyumlu mu?
- Yaptığın modelin boyutları önemli mi? Buna neye göre karar veriyorsun?
- Modeli yapmaya hangi kısmından başlayacaksın? Bu kısımdan başlamanın modelin geri kalanını tamamlamada nasıl bir etkisi var? Başka kısımlardan başlarsan modelini geliştirmede bir sorun oluşur mu?
- Modelin kısımlarında kullandığın malzemenin bir önemi var mı? Neden bu malzemeyi seçtin? Bu malzemenin yerine başka neler kullanabilirsin?

- Modelini tasarlariken ilk olarak nereden başladın? Bu tasarımı gerçekleştirmek için birinden yardım aldın mı? Bir araştırma yaptın mı? Araştırma yaptıysan hangi aşamaları gerçekleştirdin?

- Modeli oluştururken seçtiğin malzemelerin yanında araç-gereç kullanacak mısın? Neden bu araç-gereçleri seçtin? Bu araç-gereçler olmadan modeli tamamlaman mümkün mü? Bu araç-gereçleri seçerken kullanacağın malzemelerin ne olduğunun bir önemi var mı?

Bu taslak mülakat soruların hazırlanması ile modelleme becerilerinin belirlenmesi ile pilot çalışma sürecine başlanmıştır. Pilot çalışma, 2014-2015 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Trabzon merkez ilçelerinden birinde yer alan bir ortaokulun seçmeli Bilim Uygulamaları dersini alan beşinci, altıncı ve yedinci sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Öğrencilerin sayılarına ilişkin bilgiler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Sürecine İlişkin Pilot Çalışmaya Katılan Öğrenci Sayıları

Beşinci Sınıf		Altıncı Sınıf		Yedinci Sınıf		Toplam
Kız	Erkek	Kız	Erkek	Kız	Erkek	
19	8	13	9	11	7	67
27		22		18		

Tablo 5 incelendiğinde pilot çalışma kapsamında 19 kız, sekiz erkek 27 beşinci sınıf; 13 kız, dokuz erkek 22 altıncı sınıf; 11 kız yedi erkek 18 yedinci sınıf öğrencisi olmak üzere 67 öğrenciyle çalışılmıştır. TEOG sınavları, Bilim Uygulamaları dersini seçen öğrenci sayısının az oluşu ve Fen Bilimleri dersi öğretim programında yer alan modelleme kazanımı sayısının az olması göz önünde bulundurularak sekizinci sınıf öğrencileri çalışma kapsamına dahil edilmemiştir. Modelleme becerilerinin belirlenmesine yönelik yapılan pilot çalışma, Nunez-Oviedo'nun (2004) geliştirmiş olduğu modelleme döngüsünden uyarlanan, her biri beş haftadan oluşan toplam 10 haftalık iki modelleme etkinlikleriyle yürütülmüştür. Bu modelleme etkinliklerinin yürütüldüğü sürece ilişkin bilgiler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Modelleme Becerilerinin Tespitine Yönelik Pilot Çalışmanın Uygulama Süreci

Hafta	Uygulama	Ödev
1. Hafta (Konuyu Anlama)	Ön bilgileri yoklama	Araştırma Yapma
2. Hafta (Fikirleri Tespit Etme)	Araştırma sonuçlarını sorgulama	Model için taslak oluşturma

Tablo 6'nın devamı

3. Hafta (Fikirleri İnşa Etme)	Malzemeleri sorgulama	Malzemelere karar verme
4. Hafta (Modeli Karşılaştırma)	Modelleme süreci sorgulama	Modeli karşılaştırma
5. Hafta (Modeli Düzenleme)	Modelin son halini görme	Modeli düzenleme

Tablo 6 incelendiğinde beş haftalık bir süreç kapsamında model geliştirme çalışmalarının yürütüldüğü görülmektedir.

- Öğrencilerle tanışma, dönem içerisinde yapılacak çalışmalara ilişkin ön bilgi verme ve grupların oluşturulması haftasını müteakip başlayan modelleme sürecinin birinci haftasında öğrencilerin model yapılacak kazanıma ilişkin ön bilgileri yoklanır. Bu noktada öğrencilerin kendi sınıf seviyelerinde olup, henüz görmedikleri kazanımlardan da model çalışmaları yaptırılmıştır. Burada önemli olan öğrencinin yapacağı modele ilişkin araştırma yapmalarının sağlanmasıdır.

- İkinci haftada, öğrencilerin kendilerine verilen kazanıma ilişkin yaptıkları araştırmalar kapsamında elde ettikleri sonuçların sorgulanması gerçekleştirilir. Araştırmayı nasıl yaptıkları, yaptıkları araştırmaların süreci, elde ettikleri bilgilerin doğruluğu, araştırma kaynaklarının neler olduğu gibi bilgiler öğrencilerden toplanır. Bu haftanın sonunda öğrencilere yapacakları modele ilişkin taslak çizimleri ödevi verilir.

- Üçüncü haftaya öğrencilerin geliştirecekleri modeller için tasarladıkları taslakların incelenmesi ile başlanır. Taslak çizimlerinde, geliştirecekleri modellere ilişkin hangi unsurlara (boyut, şekil, renk, düzen vb.) yer verdikleri ve bunları hangi amaçlar için modellerine ekleyecekleri sorgulanır. Bu noktada öğrencilerin modelleri için belirledikleri malzemeler de taslak mülakat sorularında yer alan unsurlar çerçevesinde irdelenir.

- Taslakların incelenmesi ve malzemelere kesin olarak karar verilmesi sonucunda dördüncü haftada öğrencilerin modelleme sürecine başlamaları sağlanır. Bu süreçte de öğrencilerin modeli oluşturma sürecine azami bir şekilde dikkat edilerek modelleri tamamlamaları sağlanır. Bu haftanın sonunda geliştirdikleri modellere ilişkin karşılaştırma ödevi verilerek, kendi modelleriyle kaynak objesi aynı olan daha önceden yapılmış modellerle karşılaştırılması istenir.

- Beşinci hafta kapsamında, öğrencilerin karşılaştırma ödevi sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında modellerinde tespit ettikleri eksik ya da yanlış unsurların eklenmesi, düzenlenmesi ya da çıkarılması gerçekleştirilerek modellerine son hali verilir. Son derste öğrencilerin geliştirdikleri modelleri sunması istenir ve bir tartışma ortamı içerisinde diğer öğrencilerin geliştirilen modele ilişkin eleştirel bir bakışla yorum yapmaları sağlanır.



Dönem içerisinde bu modelleme süreci ile bir model daha oluşturan öğrenciler, toplam 10 haftalık bir süreç kapsamında gözlenmiş olur. Pilot çalışma sonucunda, taslak mülakat sorularının iyileştirilmesi ve sürecin daha iyi organize edilmesi için düzenlemeler yapılmıştır.

### **3. 2. 1. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine Yönelik Pilot Çalışma Kapsamında Gerçekleştirilen Düzenlemeler**

Modelleme becerilerinin belirlenmesine yönelik pilot çalışma kapsamında gerçekleştirilen düzenlemeler aşağıda sıralanmıştır.

- Pilot uygulamada bu beş haftalık sürecin fazla olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu süreç içerisinde sıkıldıkları ve yoruldukları görülmüştür. Bunun sebebi olarak model yapmaya başlama sürecinin üçüncü hafta itibarıyla başlamasını söylemişlerdir. Bu sebeple modelleme sürecine ait beş haftalık süreçte yer alan basamaklar birbirine entegre edilerek süreç üç haftaya düşürülmüştür.

- Pilot çalışmada öğrencilerin yaptıkları modelleme sürecini irdelemek amacıyla mülakat soruları sorulmuştur. Bu soruların öğrencilere tek tek sorularak yapılması planlanmış ve süreç bu şekilde başlamıştır. Fakat ders saati bütün öğrencilerle tek tek mülakat yapılmasına yetmemiştir. Dolayısıyla mülakatların gruplara yönelik şekilde yapılması kararı alınmıştır.

- Pilot çalışmada mülakat sorularında öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği ve süreci irdelemeye ilişkin olmayan bazı sorular olduğu tespit edilmiştir. Bu sorular revize edilerek son hali verilmiştir.

- Öğrencilerin modelleme süreçlerinde malzeme ve araç-gereç getirme noktasında sıkıntılar yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu noktada araştırmacı asıl uygulamada modelleme süreci içerisinde yer alan tasarım aşamasında öğrencilerin belirlediği bazı malzemeleri kendisi temin etme yoluna gitmiştir.

### **3. 2. 1. 2. MBYBTE'lere Yönelik Pilot Çalışma**

Ortaokul öğrencilerinin birinci basamak kapsamında belirlenen modelleme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla, araştırmanın ikinci basamağında bu becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinlikler geliştirilmiştir. Bu etkinliklerin geliştirilmesi süreci tasarım tabanlı araştırma yöntemi esas alınarak yürütülmüştür. Bu yöntem, geliştirme süreci, döngüler ve bu döngülerden elde edilen veriler ışığında yapılan revizyonlar şeklinde ilerlemektedir (Gravemeijer ve Cobb 2006; McKenney ve Reeves 2013; Wang ve Hannafin, 2005). İleriki bölümlerde tasarım tabanlı araştırma yöntemiyle etkinliklerin geliştirme süreci ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

### 3. 3. Araştırma Grubu

Araştırma; modelleme becerilerinin belirlenmesi, MBYBTE'lerin geliştirilmesi ve MBYBTE'lerin uygulanması olmak üzere üç ayrı grup ile yürütülmüştür. Aşağıda bu grupların ayrıntılı özellikleri verilmiştir.

#### 3. 3. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Grubu

Araştırmada modelleme becerilerini belirlemek amacıyla 2015-2016 eğitim öğretim yılı güz döneminde Trabzon ilinde yer alan bir ortaokulda beşinci, altıncı ve yedinci sınıfta öğrenim görmekte olan toplam 57 öğrenci ile "Seçmeli Bilim Uygulamaları" dersi kapsamında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü söz konusu gruba ait özellikler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Modelleme Becerilerini Belirlemeye Yönelik Asıl Uygulamaya Katılan Öğrenciler

Beşinci Sınıf		Altıncı Sınıf		Yedinci Sınıf		Toplam
K	E	K	E	K	E	
10	7	8	14	12	6	57
17		22		18		

Tablo 7'den de görüldüğü üzere toplam 57 ortaokul öğrencisi ile modelleme becerilerini belirlemeye yönelik asıl uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu öğrencilerin farklı sınıf kademelerinden seçilmesinin sebebi, modelleme becerileri her sınıf derecesinde ve fen eğitimi derslerinde farklı şekillerde ortaya çıkabileceği düşüncesi ile yapılmıştır. Dolayısıyla çalışma grubunu ne kadar heterojen (farklı sınıf seviyelerindeki gruplardan) seçilirse, belirlenecek olan modelleme becerileri de o kadar zengin içerikli olacaktır. Asıl uygulama süreci yürütülürken öğrenciler üç ya da dört kişilik gruplara ayrılmıştır. Bu gruplar ile her hafta uygulama süreci sonunda mülakatlar yürütülmüştür. Asıl uygulama verileri analiz edildikten sonra 2015-2016 eğitim öğretim yılı bahar döneminde modelleme becerileri belirlenmiştir.

#### 3. 3. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Grubu

MBYBTE'leri geliştirmek amacıyla 2016-2017 eğitim öğretim yılı güz döneminde Trabzon'da bulunan bir ortaokulda öğrenim gören 11 yedinci sınıf öğrencisi ile çalışılmıştır. Bu aşamada etkinlikler tasarım tabanlı araştırma yöntemi uygulanarak geliştirilmiştir. Yani tasarım tabanlı araştırma yönteminin ilk döngüsünde bu öğrenciler ile MBYBTE'ler

geliştirilmiştir. Etkinlikler geliştirildikten sonra gerekli revizyon işlemleri tamamlanıp, tasarım araştırmasının ikinci döngüsü olarak söz konusu 11 öğrenci ile 2016-2017 eğitim öğretim yılı bahar döneminde tekrar uygulama yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda MBYBTE'lere son hali verilmiştir.

### 3. 3. 3. MBYBTE'leri Uygulama Grubu

Araştırmanın ikinci aşamasında MBYBTE'lerin geliştirilmesinden sonra üçüncü aşama olan MBYBTE'leri uygulamaya geçilmiştir. Uygulama aşaması da 2017-2018 güz döneminde Trabzon'da bulunan bir ortaokulun yedinci sınıfında öğrenim görmekte olan 21 yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü söz konusu gruba ait özellikler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. MBYBTE'lerin Geliştirilmesine Yönelik Uygulamaya Katılan Öğrencilerin Özellikleri

Yedinci Sınıf		Toplam
Kız	Erkek	
11	10	21

Tablo 8'de yer alan 21 öğrenci ile MBYBTE'ler bir dönem boyunca ön test süreci, MBYBTE'lerin uygulanma süreci ve son test süreci olmak üzere üç aşamadan gerçekleşen uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

### 3. 4. Veri Toplama Araçları ve Veri Kaynakları

Modelleme becerilerinin belirlenmesi, MBYBTE'lerin geliştirilmesi ve uygulanması aşamaları araştırmacı tarafından gerçekleştirilmesinden dolayı, çalışmada birçok veri toplama aracı bir arada kullanılmıştır. Bu araç gereçlerin hangi aşamada ne amaçla kullanıldığı, özelliklerinin neler olduğu ve kaç kişilik örnekleme uygulandığı ile ilgili bilgi Tablo 9'da özetlenmiştir.

Tablo 9. Modelleme Becerilerinin ve MBYBTElerin Geliştirilmesi Süresince Uygulanmış Veri Toplama Araçları Özellikleri ve Örneklemi

Veri Toplama Süreci	Veri Toplama Aracı	Veri Toplama Aracının Adı	Uygulama Süreci ile İlgili Açıklama	Örneklem Grubu
Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Aşaması	Mülakat	Modelleme becerilerinin belirlenmesine yönelik mülakat soruları	Öğrencilerin model yaparken kullandıkları modelleme becerilerini ortaya çıkarmak amaçlıdır.	Pilot Uygulama 27 beşinci sınıf 22 altıncı sınıf 18 yedinci sınıf
	Alan notları	Modelleme becerilerini belirlemeye yönelik araştırmacı alan notları	Öğrencilerin sahip olduğu diğer modelleme becerilerinin neler olduğunu ortaya çıkarmak için uygulanmıştır.	Asıl Uygulama 17 beşinci sınıf 22 altıncı sınıf 18 yedinci sınıf
MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Aşaması	Mülakat	MBYBTElerin geliştirilmesine yönelik sorular	MBYBTEleri oluştururken öğrenciler ve araştırmacı arasında geçen soru- cevap diyalogudur.	11 yedinci sınıf
	Alan notları	MBYBTElerin geliştirilmesine sürecinde araştırmacı alan notları	MBYBTEleri oluştururken araştırmacının tuttuğu notlardır	
MBYBTElerin Uygulanması ve Değerlendirilmesi Aşaması	Mülakat	MBYBTElerin etkililiğinin değerlendirilmesine yönelik mülakat soruları	Öğrencilere uygulanan MBYBTElerin etkililiğini belirlemek amaçlıdır	
	Alan notları	MBYBTElerin etkililiğine yönelik alan notları	Araştırmacının MBYBTEleri uygularken tuttuğu alan notlarıdır	21 yedinci sınıf
Dereceli puanlama anahtarı	Modelleme süreçlerinin değerlendirilmesine yönelik dereceli puanlama anahtarı	Modelleme becerilerinin değişimini analiz etme amaçlıdır.		

Tablo 9'da da görüldüğü gibi veri toplama araçlarının kullanılması sürecinde modelleme becerilerinin ve MBYBTE'lerin geliştirilmesi ile MBYBTE'lerin uygulanması aşamaları göz önüne alınmıştır. Bu süreçte kullanılan veri toplama araçları üç aşamada uygulanmıştır. Birinci aşamada modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde mülakat ve alan notları kullanılmıştır. İkinci aşama olan MBYBTE'lerin geliştirilmesi sürecinde de mülakat ve alan notlarından yararlanılmıştır. Son aşama olan MBYBTE'lerin uygulanması ve değerlendirilmesi sürecinde mülakat soruları ve alan notlarının yanında dereceli puanlama anahtarına da yer verilmiştir (EK-2).

### **3. 4. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Sürecinde Kullanılan Ölçme Araçları ve Özellikleri**

Araştırmanın bu bölümünde, ortaokul öğrencilerinin modelleme sürecinde kullandıkları becerilerin belirlenmesi amacıyla yürütülen mülakat soruları ve alan notlarının özelliklerine ait açıklamalara yer verilmiştir.

#### **3. 4. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine Yönelik Mülakat Soruları**

Bu bölüm, öğrencilerin modelleme becerilerinin belirlenmesine yönelik yarı yapılandırılmış mülakat sorularından oluşmaktadır. Buradaki amaç öğrencilerin modelleme yapmadan önce hangi becerilere sahip olabileceğinin bir listesini çıkarmaktır. Bu amaçla öğrencilere özet olarak aşağıdaki mülakat soruları sorulmuştur.

- Model yapalım dediğimizde aklına ilk gelen şey nedir?
- Modelini nasıl yapmayı düşünüyorsun? Modelini yaparken kullanacağın malzemeleri seçerken hangi özelliklerine dikkat ediyorsun? Neden?
- Kullanacağın malzemenin yapısı mı işlevi mi görünüşü mü önemli?
- ...kavramının hangi özelliğini modelleyeceksin? Hangi kısımlarının modelinde yer almasını düşünüyorsun? Bu kısımlar için hangi malzemeleri kullanmayı planlıyorsun? Seçtiğin malzemeler bu kısımlarla uyumlu mu?
- Yaptığın modelin boyutları önemli mi? Buna neye göre karar veriyorsun?
- Modeli yapmaya hangi kısmından başlayacaksın? Başka kısımlardan başlarsan modelini geliştirmede bir sorun oluşturur mu?
- Modelin kısımlarında kullandığın malzemenin bir önemi var mı? Neden bu malzemeyi seçtin? Bu malzemenin yerine başka neler kullanabilirsin?
- Modelini tasarlarken ilk olarak nereden başladın?

- Modeli oluştururken seçtiğin malzemelerin yanında araç-gereç kullanacak mısın? Neden bu araç-gereçleri seçtin? Bu araç-gereçler olmadan modeli tamamlaman mümkün mü? Bu araç-gereçleri seçerken kullanacağın malzemelerin ne olduğunun bir önemi var mı?

### **3. 4. 1. 2. Modelleme Becerilerini Belirlemeye Yönelik Alan Notları**

Araştırmanın ilk aşamasında modelleme becerileri belirlenirken hem pilot hem de asıl uygulama yapılmıştır. Bu uygulama sürecinde öğrencilerin tasarladığı modellerin amacı, gerekliliği, kullanılan malzeme vb. özelliklerini dikkate alarak sahip olduğu modelleme becerilerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Yine burada öğrencilerin model yaparken zihinsel süreçlerini ortaya çıkarmak amacı ile araştırmacı alan notlarına başvurmuştur. Bu amaç doğrultusunda araştırmacı süreç içerisinde alan notlarına ihtiyaç duymuştur.

### **3. 4. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Sürecinde Kullanılan Ölçme Araçları ve Özellikleri**

Araştırmada MBYBTE'lerin geliştirilmesi sürecinde mülakat soruları ve alan notlarından yararlanılmıştır. Tablo 9'dan da görüldüğü gibi MBYBTE'lerin geliştirilmesi sürecinde öğrencilere uygulanan mülakat soruları ve alan notlarına yer verilmiştir.

#### **3. 4. 2. 1. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Sürecindeki Mülakat Soruları**

Araştırmanın ikinci aşamasında MBYBTE'lerin geliştirilmesi için, süreç esnasında öğrencilere sorular yöneltilmiştir. Burada amaç, etkinliklerin geliştirme amaçlarının, çalışma mekanizmalarının test edilmesi, anlaşılmayan ya da yanlış anlamaya sebep olan noktaların belirlenmesi, geliştirilmesi gereken ya da eksik olduğu tespit edilen kısımların belirlenerek etkinliklerin düzenlenmesidir. Bu bağlamda öğrencilere, aşağıda belirlenen sorular etkinlik uygulamaları sırasında yöneltilerek veriler toplanmıştır.

- Bilgisayar etkinliğinin düzeni nasıl? Sana karmaşık gelen bir yapısı var mı? Etkinliklerin düzenine ilişkin önerilerin nelerdir?
- Bilgisayar etkinliğini kullanırken tespit ettiğin, çalışmayan bir şeyle karşılaştın mı? Karşılaştığın sorun neydi?
- Bilgisayar etkinliklerinde yazan metinlerde anlamadığın cümleler var mı? Sana karışık gelen, anlamadığın kelimeler neler?
- Bilgisayar etkinliklerinde yer alan görseller ve şekillerden anlaşılmayanlar var mıydı? Etkinliklerin görsellerinde büyüklük, renk, konum vb. konularda önerilerin nelerdir?

- Bilgisayar etkinliklerinin kullanım süreleri nasıldı? Uzun süren etkinliklerde seni sıkın kısımları var mıydı? Bunların giderilmesi için neler önerirsin?

Bu süreç boyunca geliştirilen MBYBTE'lerin uygulanması esnasında öğrencilerle sürekli iletişim halinde olunmuştur. Etkinlikleri uygulayan bütün öğrencilerle iletişim kurularak her etkinlik esnasında sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerden geliştirilen etkinliklere ilişkin anlayamadıkları, kullanamadıkları ya da kullanmakta zorlandıkları kısımlarla ilgili anında araştırmacıya bildirim yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun ilk olarak belirttiği durumun, geliştirilen etkinliklerde bir uygulama yönergesinin olmadığıdır. Uygulama yönergesi olmayan etkinliklerin öğrenciler tarafından kavranmasının ve amacına uygun bir şekilde gerçekleştirilmesinin zor olduğunu fark eden araştırmacı, etkinliklerin başlangıç aşamalarına bu yönergeleri ekleyerek, sorunun üzerinden gelmiştir. Bununla birlikte etkinliklerin geliştirilmesi sürecinde fark edilen bir diğer durumun da geliştirme sürecinde tasarlanan şekilde butonların ve şekillerin arzu edilen yapıda olmadığına öğrenciler tarafından belirtilmesidir. Öğrencilere yöneltilen çalışmayan kısımlara ilişkin sorularla, etkinliklerdeki bu durumlar belirlenmiş ve alan uzmanları yardımıyla MBYBTE'lerde karşılaşılan bu sorunların üstesinden gelinmiştir. Son olarak öğrencilerin bazı ifadeleri anlamakta zorlandıkları görülmüştür. Yöneltilen sorular neticesinde bu durumun olduğu etkinliklerde yer alan ifadeler Türkçe eğitimi alanında doktora yapan bir araştırmacıyla birlikte düzeltilmiş ve etkinliklere bu şekilde son hali verilmiştir.

### **3. 4. 2. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Sürecinde Araştırmacı Alan Notları**

Araştırmanın ikinci aşamasında MBYBTE'ler geliştirilirken tasarım tabanlı araştırma yöntemi aracılığıyla iki döngü süreci yürütülmüştür. Bu döngü süreçlerinde öğrencilerin etkinlikleri uygulama yöntemleri, etkinliklerin içeriklerine verdiği tepkiler, anlama düzeyleri, kullanılan modelleme becerileri vb. özellikler dikkate alınarak araştırmacı alan notlarını oluşturmuştur. Uygulama sürecinde araştırmacı, öğrenci gruplarının aralarında gezerek etkinlikleri uygulama süreçleri arasında notlar almıştır.

### **3. 4. 3. MBYBTE'lerin Etkililiğinin Değerlendirilmesi Sürecinde Kullanılan Ölçme Araçları ve Özellikleri**

MBYBTE'lerin etkililiğinin değerlendirilmesi sürecinde Tablo 9'dan da görüldüğü gibi mülakat soruları, alan notları ve dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır. Aşağıda söz konusu ölçme araçları ve özelliklerinden bahsedilmiştir.

### **3. 4. 3. 1. MBYBTE'lerin Etkililiğinin Değerlendirilmesine Yönelik Mülakat Soruları**

Araştırmanın üçüncü aşamasında öğrencilere uygulanan MBYBTE'lerin değerlendirilmesi amaçlandığından, bu süreçte onların yaptığı uygulamalara yönelik mülakat soruları kullanılmıştır. Bu sorular daha çok yarı yapılandırılmış mülakat soruları kapsamında olsa dahi, süreç içerisinde araştırmacı farklı sorular da sorabilmektedir. Bu bağlamda genel çerçevede öğrencilere sorular yönlendirilmiştir.

### **3. 4. 3. 2. MBYBTE'lerin Etkililiğine Yönelik Alan Notları**

Araştırmanın üçüncü aşamasında MBYBTE'lerin etkililiğine yönelik araştırmacı alan notları alınmıştır. Söz konusu araştırmacı alan notları, öğrencilerin yaptığı uygulamalarda yaşadığı zorlukları, süreç içerisindeki modellemelerini (özellikle ön test ve son test uygulama sürecini karşılaştırırken), süreç sonu değerlendirme yaparken alınan notları kapsamaktadır.

### **3. 4. 3. 3. Araştırma Kapsamında Uygulanan Mülakatların ve Alan Notlarının Analiz Güvenirliği**

Çalışmanın modelleme becerilerinin belirlenmesi, beceri etkinliklerinin geliştirilmesi ve bu etkinliklerin uygulanmasına ilişkin basamaklarında araştırmacı, uygulayıcı olarak bulunduğu öğrenme ortamında dikkatini çeken her şeyi notlarına kaydetmiştir. Alan notları öğrencilerin modelleme becerilerinin belirlenmesi aşamasında, modelleme etkinlikleri sürecinde gerçekleştirilen mülakatlara ilişkin farklı ve destekleyici veriler sunması amacıyla tutulmuştur. Araştırmacı bu noktada modelleme becerilerin belirlenmesi sürecinde; öğrencilerin ifade ettiği ya da kendi gözlemlediği ve muhtemel beceri davranışlarını alan notlarına kaydetmiştir. Yine araştırmacı alan notlarına MBYBTE'lerin geliştirilmesi sürecinde de yer vermiştir. Bu süreç doğrultusunda, araştırmacı öğrencilerin uygulamalar esnasında gerçekleştirdiği ve kendilerinin ifade etmediği bazı davranışları alan notlarına kaydederek etkinliklere ilişkin veriler toplamıştır. Bununla birlikte etkinliklerin geliştirilmesi sürecinde gerçekleştirilen mülakatlarda, öğrencilerin ifade ettiği ya da araştırmacının bu mülakatlar sırasında fark ettiği bazı önemli noktalara da alan notlarında yer verilmiştir. Alan notlarının kullanıldığı bir diğer basamak ise geliştirilen MBYBTE'lerin etkililiğinin değerlendirilmesi sürecidir. Bu süreç kapsamında araştırmacı, öğrencilerin ön test ve son test kapsamında sergilediği davranışları ve bu davranışlarda meydana gelen farklılıkları sürekli gözlemleyerek alan notlarına kaydetmiştir. Alan notları, öğrencilerle gerçekleştirilen



mülakatlar ve öğrencilerin hazırlamış oldukları modellerle karşılaştırılarak, modelleme becerilerindeki değişimin tutarlılığı sağlanmaya çalışılmıştır.

Araştırma kapsamında kullanılan diğer veri toplama aracı ise yarı yapılandırılmış mülakatlardır. Bu doğrultuda modelleme becerilerinin belirlenmesi, belirlenen bu becerilere yönelik MBYBTE'lerin geliştirilmesi ve bu etkinliklerin etkililiğinin değerlendirilmesi süreçlerinde öğrencilere sürekli sorular yöneltilerek bunlar kayıt altına alınmıştır.

Araştırma kapsamında iç güvenirliliğin sağlanabilmesi için, LeCompte ve Goetz (1982) tarafından önerilen toplanan verilerin betimsel bir şekilde doğrudan sunulması yöntemi gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı mülakat ve alan notlarından elde ettiği verilere herhangi bir yorum katmadan analiz etmiştir. Dış güvenirliliğin (teyit edilebilirlik) sağlanması içinse araştırmadan elde edilen bütün veriler, araştırma süreci boyunca yaşanan bütün olaylar, elde edilen bulgular ve sonuçlar doğrudan alıntılarla desteklenerek açıklanmıştır. Bu şekilde araştırmanın dış güvenirliliği sağlanmaya çalışılmıştır. İnanırcılık için, araştırma boyunca elde edilen alan notları ve mülakatlar farklı zamanlarda tekrar incelenerek analiz edilmiştir. Son olarak araştırmada aktarılabirliğin (transfer edilebilirlik) sağlanması amacıyla araştırma basamaklarında belirlenen becerilerin içerikleri, bu becerilere sahip bireylerin sergileyeceği gösterge davranışları, uygulamalara katılan öğrenciler ifadeleri ve uygulama süreci detaylı bir şekilde betimlenmeye çalışılmıştır. Bulgular kısmında doğrudan alıntılar yapılarak yaşanan süreç ortaya konulmaya çalışılmış ve en sonunda ise elde edilen sonuçlar verilmiştir.

### **3. 4. 3. 4. Modelleme Süreçlerinin Değerlendirilmesine Yönelik Dereceli Puanlama Anahtarı**

Araştırmanın üçüncü aşamasında ortaokul yedinci sınıf öğrencileriyle ön test ve son test modelleme çalışmaları yürütülmüş, bu modelleme çalışmaları kapsamında öğrencilerin modelleme becerilerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde, modelleme becerilerinin değerlendirilmesi için hazırlanan dereceli puanlama anahtarının geliştirme sürecine yer verilmiştir. Dereceli puanlama anahtarının geliştirilmesi kapsamında Russell ve Airasian (2001) ve Taylor (2013) tarafından önerilen basamaklar izlenmiştir. Bu basamaklar şu şekildedir:

- a) Performans ürünü veya performans sürecinin belirlenmesi
- b) Ürüne ve sürece yönelik göstergelerin belirlenmesi
- c) Hazırlanacak dereceli puanlama anahtarı için kullanılan seviyelere karar verilmesi
- d) En üst seviyedeki performans göstergelerinin tanımlanması
- e) Diğer seviyelerdeki performans göstergelerinin tanımlanması

a) *Performans ürünü veya performans sürecinin belirlenmesi*: Dereceli puanlama anahtarı hazırlanmadan önce değerlendirilecek bir performans ürünü ve süreci belirlenir. Bu araştırmada da ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin, modelleme çalışmaları kapsamında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla araştırmada performans ürünü ve süreci ortaokul öğrencilerinin modelleme çalışmaları kapsamında elde edilen çıktılardır.

b) *Ürüne ve sürece yönelik göstergelerin belirlenmesi*: Belirlenen performans ürününe ve sürecine yönelik dereceli puanlama anahtarının geliştirilmesi için öncelikle öğrencilerde bulunması gereken modelleme becerilerinin göstergeleri belirlenmiştir. Bu göstergeler belirlenirken, öğrencilerin belirlenen modelleme becerilerinde sergilemeleri gereken davranışlara yer verilmiş, aynı zamanda literatür taramasıyla da gösterge davranışları oluşturulmuştur. Bunun sonucunda, modelleme için zihinsel beceriler başlığı altında uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama, uzamsal rotasyon, orijinal fikir üretme, analogik akıl yürütme ve yapısal ilişki eşleştirme; modelleme için süreçsel beceriler başlığı altında ise, malzeme-araç ilişkisi kurma, malzeme-model ilişkisi kurma, modele ilişkin araştırma yapma ve model planı hazırlama olmak üzere 10 beceri belirlenmiştir. İlgili becerilere ilişkin göstergeler Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Modelleme Becerilerine Ait Göstergeler

Modelleme Becerileri	Kodlar	Göstergeler	
Modelleme İçin Zihinsel Beceriler	Uzamsal	UG1 İki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürme	
	Görselleştirme (UG)	UG2 Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere indirgeme	
	Uzamsal Algılama (UA)	UA Sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurma	
	Uzamsal Rotasyon (UR)	UR1	Nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin etme
		UR2	İki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı açılara dönüşüm yapma
		UR3	Üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlerde dönüşüm yapma
	Orijinal Fikir Üretme (OFÜ)	OFÜ1	Modeli için rutin olmayan bir taslak çizme
		OFÜ2	Modeli için rutin olmayan malzemelere yer verme
		OFÜ3	Modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma
		OFÜ4	Kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma

Tablo 10'un devamı

Analojik Akıl Yürütme (AAY)	AAY1	Bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırma (Yakın transfer)
	AAY2	Bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sınama ve model üzerinde uyarlama yapma (Uzak transfer)
Yapısal İlişki Eşleştirme (YİE)	YİE1	Model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği yapılar belirleme
	Yİ2	Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeleri belirleme
Malzeme-Araç İlişkisi Kurma (MAİK)	MAİK1	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıma
	MAİK2	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilme
	MAİK3	Model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit etme ve bu sorunları çözme
Malzeme-Model İlişkisi Kurma (MMİK)	MMİK1	Model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma
	MMİK2	Model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma
	MMİK3	Model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etme
	MMİK4	Belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit etme ve bunların nasıl giderileceğini bilme
Modele İlişkin Araştırma Yapma (MİAY)	MİAY1	Modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilme
	MİAY2	Modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilme
	MİAY3	Modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme
Model Planı Hazırlama (MPH)	MPH1	Yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli şekilde oluşturma
	MPH2	Yapacağı modelin taslağın üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtme
	MPH3	Modelleme sürecini organize etme

Tablo 10 incelendiğinde uzamsal görselleştirmede iki, uzamsal algılamada bir, uzamsal rotasyonda üç, orijinal fikir üretmede dört, analogik akıl yürütmede iki, yapısal ilişki eşleştirmede iki olmak üzere modelleme için zihinsel beceriler kapsamında toplam 14 gösterge belirlenmiştir. Modelleme için süreçsel beceriler kapsamında ise malzeme-araç ilişkisi kurmada üç, malzeme-model ilişkisi kurmada dört, modele ilişkin araştırmada üç ve model planı hazırlamada üç olmak üzere toplam 13 gösterge belirlenmiştir. Bu göstergeler; UG1: İki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürme, UG2: Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere indirgeme, UA: Sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurma, UR1: Nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin etme, UR2: İki boyutlu çizimlere ilişkin zihinde farklı açılara dönüşüm yapma, UR3: Üç boyutlu nesnelere ilişkin zihinde farklı yönlerde dönüşüm yapma, OFÜ1: Modeli için rutin olmayan bir taslak çizme, OFÜ2: Modeli için rutin olmayan malzemelere yer verme, OFÜ3: Modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma, OFÜ4: Kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma, AAY1: Bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırma (Yakın transfer), AAY2: Bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sınama ve model üzerinde uyarılama yapma (Uzak transfer), YİE1: Model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği yapılar belirleme, Yİ2: Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeleri belirleme, MAİK1: Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıma, MAİK2: Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilme, MAİK3: Model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit etme ve bu sorunları çözme, MMİK1: Model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma, MMİK2: Model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma, MMİK3: Model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etme, MMİK4: Belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit etme ve bunların nasıl giderileceğini bilme, MİAY1: Modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilme, MİAY2: Modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilme, MİAY3: Modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme, MPH1: Yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli şekilde oluşturma, MPH2: Yapacağı modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtme, MPH3: Modelleme sürecini organize etme şeklindedir.

*c) Hazırlanacak dereceli puanlama anahtarı için kullanılan seviyelere karar verilmesi:* Dereceli puanlama anahtarlarının geliştirilmesinde seviyeler betimsel ve sayılar olmak

üzere iki şekilde belirlenmektedir. İkisinin de ortak özelliği, belirlenen bu seviyelerin, farklı performans alanlarını belirtiyor olmasıdır. Bu araştırma kapsamında ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilmesi için betimsel dereceli puanlama anahtarı kapsamında göstergelerden yararlanılmıştır. Göstergeler, becerinin eksiksiz bir şekilde gerçekleştirilmesi (iki puan), kısmen/eksik bir şekilde gerçekleştirilmesi (bir puan) ve hiç gerçekleştirilmemesi (sıfır puan) olmak üzere olarak derecelendirilmiştir.

d) *En üst seviyedeki performans göstergelerinin tanımlanması:* Dereceli puanlama anahtarında performans değerlendirmesi yapılırken öncelikle en üst seviyedeki performansa ait göstergenin tanımlanması gerekmektedir. Yani her bir beceri için en üst seviyedeki performans göstergeleri tanımlanmalıdır. Bu araştırmada da her bir beceri için ayrı ayrı üç seviye belirlenmiştir. Örneğin, uzamsal görselleştirme becerisinin UG1 göstergesinde “iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürür” göstergesine ait en üst düzey iki puan seviyesidir. Bu seviyede tanımlanan davranış ise “iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere sorunsuz dönüştürür” şeklindedir. Seviyelerin belirlenmesinde araştırmacı alan notlarından ve literatür taramasında faydalanılmıştır.

e) *Diğer seviyelerdeki performans göstergelerinin belirlenmesi:* En üst seviyedeki performans göstergeleri tanımlandıktan sonra, diğer seviyelerdeki performans göstergelerinin de tanımlanması gerekmektedir. Bu kapsamda sıfır puan ve bir puan seviyeleri de belirlenmiştir. Örneğin, yine uzamsal görselleştirme becerisinin UG1 “iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürür” göstergesinin diğer seviyeleri, bir puan seviyesinde “iki boyutlu çizimleri üç boyutlu çizimlere eksik şekilde dönüştürür” ve sıfır puan seviyesinde “iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştüremez” şeklinde tanımlanmıştır. Göstergenin kısmen/eksik gerçekleştirilmesine bir puan, hiç gerçekleştirilememesine ise sıfır puan verilmiştir. Tanımlanan diğer göstergelerle birlikte dereceli puanlama anahtarı EK-2’de sunulmuştur.

### **3. 4. 3. 4. 1. Dereceli Puanlama Anahtarının Geçerlik ve Güvenirlik Analizleri**

Dereceli puanlama anahtarının modelleme becerilerinin değerlendirilmesi sürecinden önce, geçerlik ve güvenilirlik analizleri de gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda geçerlik çalışmalarında *kapsam geçerliği ve yapı geçerliği* için araştırmacı dışında fen eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesi ve iki fen bilgisi eğitimi alanında doktora sürecindeki araştırmacıdan yardım alınmıştır. Araştırmacılar dereceli puanlama anahtarının ilk olarak kapsam geçerliğini incelemiştir. Bu bağlamda araştırmacılar geliştirilen dereceli puanlama anahtarının ölçmeyi amaçladığı davranışlar dışında başka davranışları ölçüp ölçmediğini ve belirlenen değerlendirme kriterlerinin uygun olup olmadığını incelemiştir. Uzman ve

araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen kapsam geçerliği analizi sonucunda geliştirilen dereceli puanlama anahtarının ölçülmesi amaçlanan davranışları ölçebilecek bir araç olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar geçerlik çalışmaları kapsamında geliştirilen dereceli puanlama anahtarının yapı geçerliğini de incelemiştir. Bu bağlamda aynı alan uzmanı ve araştırmacılar ile ölçme aracının amaçlanan yapının tüm yönlerinin değerlendirme kriterleriyle değerlendirilip değerlendirilmediği ve değerlendirme ölçütlerinin ilgili yapıyla ilişkili olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda geliştirilen dereceli puanlama anahtarında yer alan maddelerin yapı ile ilişkili olduğu ve ölçülmesi istenen amaca hizmet edecek şekilde hazırlandığı belirlenmiştir.

Dereceli puanlama anahtarının güvenilirliğini sağlamak için nitel çalışmalarda gerekli olan inanırılık bağlamı üzerinde daha çok durulmuştur. Yapılan araştırmanın inanırılığını sağlayabilmek adına, dereceli puanlama anahtarıyla puanlamanın nasıl yapıldığına ilişkin bir örnek analiz 3.5.3. *MBYBTE'lerin Uygulanması Süreci* başlığı altında sergilenmiştir. Bununla birlikte modelleme becerilerinin tek tek incelendiği başlıklarda da dereceli puanlama anahtarından verilen puanın neden verildiğine ilişkin mülakat verilerinden ve araştırmacı alan notlarından örneklere yer verilmiştir. Bu şekilde dereceli puanlama anahtarının güvenilirliği (inandırıcılığı) sağlanmıştır.

Yukarıda verilen basamaklar uygulanarak ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerini değerlendirmek amacıyla dereceli puanlama anahtarı geliştirilmiştir. Daha sonra MBYBTE'lerin geliştirilmesi aşamasında pilot uygulaması gerçekleştirilmiş, hazırlanan bu dereceli puanlama anahtarının uygulanabilirliği test edilerek son hali verilmiştir.

### **3. 5. Veri Toplama Süreci**

Araştırmanın bu bölümünde modelleme becerilerinin belirlenmesi, belirlenen bu becerilere yönelik etkinliklerin geliştirilmesi ve son olarak MBYBTE'nin uygulanması süreci ile ilgili açıklamalara yer verilmiştir.

#### **3. 5. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Süreci**

Araştırmanın birinci bölümünde ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Modelleme becerilerinin belirlenmesi için öğrencilerin model çalışmaları yaparken gözlenmeleri ve bu süreç içerisinde veri toplanması gerekmektedir. Bu bağlamda araştırmacı Şekil 2'den de görülebileceği üzere hem pilot çalışma hem de asıl çalışmada iki eğitim-öğretim yarıyılı boyunca öğrencilerin modelleme çalışmalarını gözlemleyerek becerileri ortaya koymuştur. Veri kaynağı olarak öğrencilerin gerçekleştirmiş

oldukları modelleme süreçleri, veri toplama aracı olarak mülakat soruları ve alan notları kullanılmıştır.

Tablo 11. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Aşamasında Model Geliştirme Basamakları

Hafta	Uygulama	Ödev
1. Hafta	Ön bilgileri yoklama, Konuya karar verme	Araştırma yapma, model planı hazırlama
2. Hafta	Malzeme sorgulama, modelleme süreci sorgulama	Modeli karşılaştırma
3. Hafta	Modelin son halini görme	Modeli düzenleme

Modelleme becerilerinin belirlenmesi aşamasında beşinci, altıncı ve yedinci sınıf öğrencileri ile asıl çalışmada üçer haftadan oluşan iki modelleme süreci takip edilmiştir. Asıl çalışma kapsamında öğrencilerin geliştirdiği modellere ilişkin bilgiler Tablo 12'de özetlenmiştir.

Tablo 12. Modelleme Becerilerin Belirlenmesi Sürecinde Yapılan Modeller

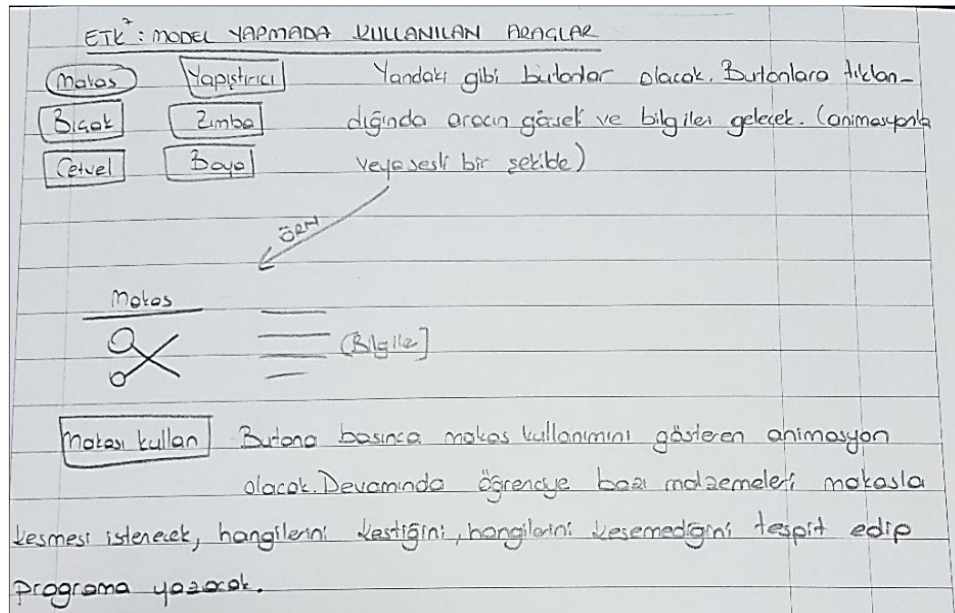
Gruplar	Beşinci Sınıf	Altıncı Sınıf	Yedinci Sınıf
Grup 1	Sindirim Sistemi Modeli	Solunum Sistemi Modeli	Atom Modeli
Grup 2	Sindirim Sistemi Modeli	Hücre Modeli	Atom Modeli
Grup 3	Ağız Modeli	Hücre Modeli	Atom Modeli
Grup 4	Sindirim Sistemi Modeli	Solunum Sistemi Modeli	Molekül Modeli
Grup 5	Ağız Modeli	Dünya'nın Katmanları Modeli	Molekül Modeli
Grup 6	-	Dünya-Güneş-Ay Modeli	-

Tablo 12 incelendiğinde beşinci, altıncı ve yedinci sınıf öğrencileri toplam 16 çeşit model oluşturmuştur. Bu modellerin dağıtılmasında öğrencilerin tercihleri ve kazanım seviyelerine uygunlukları dikkate alınmış, model konuları öğrencilere bu unsurlar gözetilerek verilmiştir. Öğrenciler ikinci modelleme çalışmasıyla birlikte toplamda 32 modelleme çalışması gerçekleştirmiştir. Bu süreçte veri toplama aracı olarak öğrenci gruplarıyla gerçekleştirilen mülakatlar ve alan notları kullanılmıştır. Mülakatlar, öğrencilerin düşüncelerini derinlemesine inceleyerek, mantıksal sorgulamalarının izlenebilmesini sağlayan, öğrencilerin zihinsel süreçlerinin yansıtılarak ortaya çıkarılması amacıyla kullanılan oldukça önemli araçlardır (Bülbül, 2016; Clement, 2003; Güven, 2006). Bu

noktada öğrencilerin modelleme sürecinde kullanmaları beklenen zihinsel becerilerinin ortaya konması amacıyla mülakatlar yardımıyla veriler toplanmıştır. Mülakatlar, öğrenci gruplarıyla hem modelleme çalışmaları sırasında hem de bu süreçten bağımsız olarak yapılmış; bu sayede öğrencilerin süreç içerisindeki ve süreç sonundaki zihinsel yansımaları kayıt altına alınmıştır.

### 3. 5. 2. MBYBTE'lerin Geliştirilmesi Süreci

Bu araştırmada öğrencilerin modelleme becerilerini ortaya çıkarmaya yönelik MBYBTE'ler geliştirilmiştir. MBYBTE'lerin geliştirilme sürecinde öncelikle araştırmacı tarafından yarım dönem boyunca etkinlik taslakları hazırlanmıştır. Hazırlanan bu taslak etkinlikler bilgisayar uzmanlarına verilmiş ve onlar da yarım dönem boyunca Adobe Flash programında bu etkinlikleri bilgisayar ortamına aktarmışlardır. Bilgisayar ortamına aktarılan etkinlikler tasarım araştırmasının ilk döngüsünde ortaokulda öğrenim gören öğrencilere uygulanıp revize edilmiştir. Revizyon aşamasında etkinliklerin çalışmayan, anlaşılmayan ya da hatalı kısımları öğrencilerin önerileri doğrultusunda değiştirilmiştir. Daha sonra ikinci döngü olarak etkinlikler ortaokulda öğrenim gören öğrencilere uygulanmış ve etkinlik geliştirme süreci tamamlanmıştır. Aşağıda ortaokul öğrencilerinin malzeme-model ilişkisi kurma ve malzeme araç ilişkisi kurma becerilerine yönelik bir etkinliğin geliştirilmesi sürecine yer verilmiştir.



Şekil 14. Malzeme model ilişkisi kurma ve malzeme araç ilişkisi kurma becerisini geliştirmeye yönelik taslak çizim

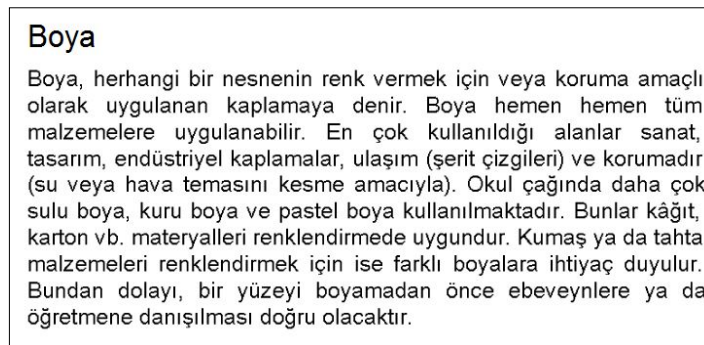


Etkinliği geliştirmeden önce araştırmacı tarafından Şekil 14'te yer alan taslak çizim oluşturulmuştur. Şekil 14'te de gürüldüğü gibi malzeme model ilişkisi ve malzeme araç ilişkisi kurma becerisini ölçmek amacıyla bazı malzemeler (makas, yapıştırıcı, bıçak, zimba, cetvel ve boya) tanıtılmıştır. Taslak çiziminin oluşturulmasını takip eden süreçte alan uzmanları ve bilgisayar uzmanları ile etkinlik geliştirilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada taslakta belirtilen altı malzemeye ek olarak modelleme etkinlikleri sırasında öğrencilerin sıkça kullandığı üç malzeme daha eklenmiştir. Etkinlik taslağında öğrencilerin araç ve malzemeleri kullanmalarına ilişkin bir animasyon olması gerektiği tasarlanırsa da sanal ortamda öğrencilerin bu Şekilde bir uygulama yapmalarının gerekli olmadığı düşünülerek bu fikirden vazgeçilmiştir. Taslak çizimde yapılan bu değişiklikler doğrultusunda bilgisayar uzmanları etkinlik taslağını bilgisayar ortamına aktararak birinci döngünün son aşamasına hazır hale getirmişlerdir.



Şekil 15. Malzeme model ilişkisi kurma ve malzeme araç ilişkisi kurma becerisini geliştirmeye yönelik etkinliğin bilgisayar ortamındaki giriş sayfası

Etkinliğin giriş sayfası Şekil 15'teki gibidir. Öğrenciler burada yer alan butonlara tıklayarak, hakkında bilgi sahibi olmak istedikleri malzeme ya da araç için gerekli bilgilere ulaşabilmektedir. Etkinlikteki butonlara tıkladıktan sonraki içeriğe ait örnekler Şekil 16 ve Şekil 17'de sunulmuştur.



Şekil 16. Boya malzemesi içeriği

### Makas

Kumaş, kâğıt, bez, saç gibi maddeleri kesmek için kullanılan, perçinli bir eksen ile ortadan birbirine eklenen, kestirmek için biri diğerine yaklaştırılan, iki çelik bıçak parçasından oluşur. Makasların yapılış ve kullanılış şekillerine göre çeşitleri ve biçimleri vardır. Kullanılmaları da değişiktir: Teneke, ince kâğıt, saç, kumaş, bez gibi maddeleri kesmek için kullanılan makaslar tek elle kullanılır. Bahçıvanların otları ve buna benzer ağaçları aynı boyda kesmek için kullandıkları ağaç saplı makaslar ile, kalın saç levhaları, demir ve madeni telleri kesmede kullanılan makaslar, çift elle kullanılır.

Şekil 17. Makas aracı içeriği

Yukarıdaki Şekil 16 ve Şekil 17'den de görüldüğü üzere, etkinlikte yer alan araç ve malzemelerin tanıtım ve kullanımına ilişkin açıklamalar yer almaktadır. Öğrenciler butonlara tıklayarak bu içeriklere ulaşmakta ve ilgili becerilerini geliştirdikten sonra modelleme etkinlikleri sürecinde bu becerileri kullanmaya çalışmaktadır.

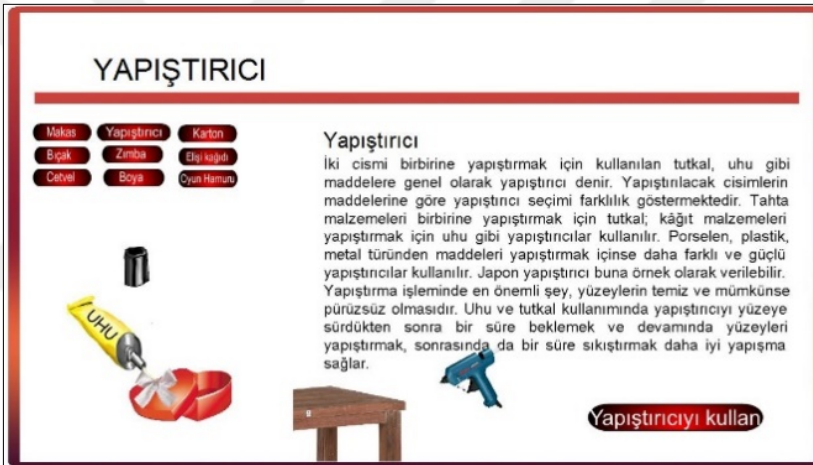
Tasarım araştırmasının birinci döngüsü, etkinliklerin uygulanmasıyla bitirilmiş ve elde edilen dönütlerin incelenmesini, düzeltilmesini ve etkinliklerin yeniden uygulanmasını içeren ikinci döngü sürecine geçilmiştir. İkinci döngüde, birinci döngü sonucunda geliştirilen etkinliğe yönelik revizyonlar yapılmıştır. Malzeme model ilişkisi kurma ve malzeme araç ilişkisi kurma becerisini geliştirmeye yönelik bu etkinliğin revizyonları aşağıda verilmiştir:

- Etkinliğin giriş sayfasında görsel geliştirmelere yer verilmiştir.
- Bazı tuşların basma bölgelerinde (hit-box) yer alan hataları giderilmiştir.
- Malzemelerin olduğu sayfalarda, o malzemeye ilişkin görsel eklemelere yer verilmiştir.
- Tasarım aşamasında vazgeçilen animasyon fikri bu aşamada uygulanarak malzeme ve araçlara ilişkin basit animasyonlar geliştirilmiştir.
- Malzemelere ilişkin açıklamalarda yer alan anlaşılmayan cümleler düzeltilmiştir.
- Malzeme açıklama sayfasına, diğer malzemelere gidilebilmesi amacıyla tuş listesi eklenmiştir.

Yukarıdaki düzeltmelerin sonucunda malzeme-araç ilişkisi kurma ve malzeme-model ilişkisi kurma becerilerine yönelik olarak geliştirilen bilgisayar etkinliğinin giriş sayfasında değişiklik olmamıştır. Ancak malzemelerin içerikleri bağlamında değişiklikler yapılmış ve bu değişikliklere yönelik ekran görüntüleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 18. Zimba aracı içeriği



Şekil 19. Yapıştırıcı malzeme içeriği

Şekil 18'de etkinliğin ana sayfasına bir başlık eklendiği ve butonların şablon üzerine yerleştirildiği görülmektedir. Birinci döngüde butonların bazılarında basma noktalarının doğru olmadığı tespit edilmiş ve bu hatalar giderilmiştir. Malzeme ve araç içeriklerinin olduğu bölümlerde, görsel geliştirmelere yer verilmiştir. Bu görsel geliştirmeler ile araç ve malzemenin basit animasyonları eklenmiş, içerik daha etkileşimli bir hale getirilmiştir. Son olarak Şekil 19'dan da görüldüğü üzere sol üst kısma diğer araçlara ulaşımı sağlamak amacıyla menü getirilmiştir. Takip eden süreçte etkinlik bu haliyle aynı öğrencilere tekrar uygulanmıştır. Uygulama sonucunda etkinliğin amacına uygun ve doğru bir şekilde çalıştığına karar verilmiş ve geliştirme aşaması ikinci döngü sonunda tamamlanmıştır.

MBYBTE'lerin tümü yukarıda örneği verilen etkinlik gibi tasarlanmış ve tasarım araştırmasının döngülerinden geçmiştir. Bu kapsamda araştırmada toplam 12 adet revize edilmiş etkinlik bulunmaktadır. Bu etkinliklere Tablo 13'te yer verilmiştir.

Tablo 13. MBYBTE'ler ve İlgili Modelleme Becerileri

Etkinlik No	Etkinlik Adı	Beceri
1	Analojik Bulmaca	Analojik Akıl Yürütme, Yapısal İlişki Eşleştirme
2	Boyut Tahmini	Uzamsal Beceriler
3	Canlıları Sınıflandırma	Araştırma Yapma
4	Denge Oyunu	Orijinal Fikir Üretme
5	Elektrik Devresi	Yapısal İlişki Kurma
6	Hediye Tahmini	Orijinal Fikir Üretme
7	Hücreleri Tanıyalım	Araştırma Yapma
8	Model Malzemeleri	Malzeme-Araç, Malzeme Model İlişkisi Kurma
9	Molekül İnşası	Orijinal Fikir Üretme, Yapısal İlişki Eşleştirme
10	Puzzle	Model Planı Hazırlama
11	Uzamsallık Testi	Uzamsal Beceriler
12	Uzay Modülü İnşi	Uzamsal Beceriler

Tablo 13 incelendiğinde MBYBTE'lerin her birinin belirlenen modelleme becerilerine yönelik olduğu görülmektedir. Bu bağlamda analojik akıl yürütme becerisine yönelik bir tane, yapısal ilişki kurma becerisine yönelik üç tane, uzamsal becerilere yönelik üç tane, araştırma yapma becerisine yönelik iki tane, orijinal fikir üretme becerisine yönelik üç tane, malzeme araç ilişkisi kurma becerisine yönelik bir tane, malzeme model ilişkisi kurma becerisine yönelik bir tane, model planı hazırlama becerisine yönelik ise bir tane etkinlik bulunmaktadır. Hazırlanan MBYBTE'lerin bazıları birden fazla beceriyi geliştirebilir. Bu yüzden söz konusu belirlenen modelleme becerilerini kesin sınırlarla birbirinden ayırmak çok kolay değildir. Ayrıca bu beceriler birbiri ile ilişkilidir denilebilir. Bu kapsamda hazırlanan MBYBTE'ler ortaokulda öğrenim gören öğrencilere uygulanmıştır.

### 3. 5. 3. MBYBTE'lerin Uygulanması Süreci

Araştırmanın son basamağında geliştirilen MBYBTE'lerin ortaokul öğrencilerine uygulanarak modelleme becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Tek gruplu öntest-sontest zayıf deneysel desenin tercih edildiği bu sürecin aşamaları Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. MBYBTE'lerin Uygulanması Süreci

Hafta	Uygulama	Uygulanan Ölçme Aracı/Etkinlik
1. Hafta	Tanışma	-
2. Hafta	Öntest Çalışması (Modelleme)	Dereceli Puanlama Anahtarı, Alan Notları
3. Hafta	Öntest Çalışması (Modelleme)	Dereceli Puanlama Anahtarı, Alan Notları
4. Hafta	Öntest Çalışması (Modelleme)	Dereceli Puanlama Anahtarı, Alan Notları
5. Hafta	MBYBTE Uygulanması	
6. Hafta	MBYBTE Uygulanması	
7. Hafta	MBYBTE Uygulanması	
8. Hafta	MBYBTE Uygulanması	
9. Hafta	Sontest Çalışması (Modelleme)	Dereceli Puanlama Anahtarı, Alan Notları
10. Hafta	Sontest Çalışması (Modelleme)	Dereceli Puanlama Anahtarı, Alan Notları
11. Hafta	Sontest Çalışması (Modelleme)	Dereceli Puanlama Anahtarı, Alan Notları

MBYBTE'lerin uygulama sürecine yönelik basamakların olduğu Tablo 14 incelendiğinde, toplam 10 haftalık bir süre zarfında uygulamanın gerçekleştirildiği görülmektedir. Araştırmacı tarafından yürütülen uygulamanın ilk üç haftası boyunca yedinci sınıf öğrencileri ile ön test çalışması olan modellemeler gerçekleştirilmiştir. Bu modelleme süreci kapsamında ön test verileri, dereceli puanlama anahtarı ve alan notları ile toplanmıştır. Ön test çalışmasının ardından, bu öğrencilere araştırma kapsamında geliştirilen MBYBTE'ler dört haftalık bir zaman zarfında uygulanmıştır. Etkinliklerin uygulanmasını takip eden zaman zarfında yine üç haftalık bir son test çalışması olan modellemeler gerçekleştirilmiştir. Son test çalışmasında da yine dereceli puanlama anahtarı ve alan notları ile veriler toplanmıştır. Ön test ve son test çalışmalarına ait süreç Tablo 15'te özetlenmiştir.

Tablo 15. MBYBTE'lerin Ön Test ve Son Test Uygulamaları Sırasında Gerçekleştirilen Modelleme Çalışmalarına Ait Uygulama Basamakları

Hafta	Uygulama	Görev
1. Hafta	Ön bilgileri yoklama, Konuya karar verme	Araştırma yapma, model planı hazırlama
2. Hafta	Malzeme sorgulama, modelleme süreci sorgulama	Modeli karşılaştırma
3. Hafta	Modelin son halini görme	Modeli düzenleme

MBYBTE'lerin ön test ve son test çalışmalarında gerçekleştirilen modelleme basamakları Tablo 12'de verilmiştir. Tanışma haftasını takip eden ilk haftada öğrencilerin ön bilgileri yoklanarak konuya karar vermeleri sağlanır. Konuya karar veren öğrencilere belirledikleri modele ilişkin araştırma yapmaları ve model planı hazırlamaları görev verilir. İkinci hafta araştırma ve model planı incelenen öğrencilerle modelleri için belirledikleri malzemelerin ve modellerini oluşturma süreçlerinin sorgulaması gerçekleştirilir. İkinci hafta sonunda modellerini tamamlamaları için diğer modellerle karşılaştırmaları görevi verilir. Son hafta modellerini diğer modellerle karşılaştıran öğrenciler, modellerinin eksik, yanlış kısımlarını düzeltir, eklemek istedikleri unsurları yaparak modellerine son halini verir.

### **3. 6. Verilerin Analizi**

Bu başlık altında, araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Bu bağlamda araştırmada veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizi iki aşamada gerçekleşmiştir. Bu aşamalar; modelleme becerilerinin belirlenmesine yönelik mülakat ve alan notlarının analizi ile MBYBTE'lerden elde edilen dereceli puanlama anahtarı ve gözlemlerin analizi şeklindedir.

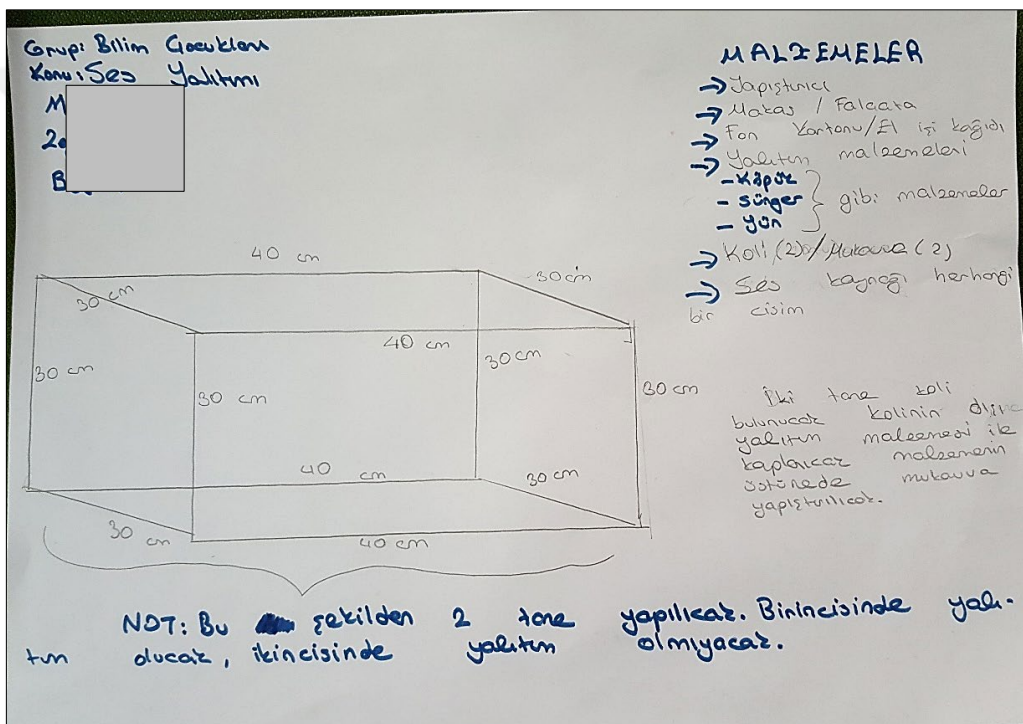
#### **3. 6. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine Yönelik Mülakat ve Alan Notlarının Analizi**

Bu bölümde ortaokulda öğrenim gören öğrencilerin modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen grup mülakatları ve alan notlarından elde edilen verilerin analizine yer verilmiştir. Grup mülakatlarından ve alan notlarından elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizi, metin içerisinde kurallara göre yapılan kodlamaların metnin bazı sözcüklerine göre kategorilendirildiği sistematik bir tekniktir. Araştırmacılar bu kategorilerin anlamlarını ve ilişkilerini belirler ve analiz ederek ilgili çıkarımlarda bulunurlar (Büyüköztürk, 2011).

Araştırma kapsamında grup mülakatlarından ve alan notlarından elde edilen veriler, elektronik ortama aktarılmıştır. Elektronik ortamdaki veriler analiz edilirken katılımcı teyidine baş vurularak güvenilirlik sağlanmaya çalışılmıştır. Bu şekilde grup mülakatlarından elde edilen veriler ile öğrencilerin zihnindeki davranışlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca araştırmacı alan notlarından da öğrencilerin psikomotor davranışları ile süreç içerisinde gerçekleştirdiği davranışlar ile mülakattan elde edilen veriler desteklenmeye çalışılmıştır.

### 3. 6. 2. Ön Test ve Son Test Uygulamalarından Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmanın üçüncü basamağında ön test ve son test modelleme çalışmalarında uygulanan modelleme süreçlerinden veri toplanması kapsamında dereceli puanlama anahtarı, mülakat ve alan notlarından yararlanılmıştır. Dereceli puanlama anahtarı kapsamında toplanan nicel veriler tablolara aktarılarak analize hazır hale getirilmiştir. Nicel veriler SPSS programında bağımlı gruplar t-testi ile analiz edilerek ön test ve son test çalışmalarındaki becerilerin değişimi incelenmiştir. Aşağıda bir modelleme çalışması kapsamında gerçekleştirilmiş olan örnek bir analize yer verilmiştir.



Şekil 20. Öğrencilerin hazırlamış oldukları bir model taslağı

Şekil 20 incelendiğinde öğrencilerin ses yalıtımı modeline ilişkin hazırlamış oldukları bir model taslağına yer verildiği görülmektedir. Bu taslak, model planı hazırlama becerisi doğrultusunda incelendiğinde MPH1 “*yapacağı modelin taslağını oluşturma*” göstergesi bağlamında, taslak üzerinde modelin ölçekli bir haline yer verdiği görülmektedir. Model üzerinde en, boy ve yükseklik ölçülerini belirten öğrenciler, modellerinde yer alacak tüm unsurlara yer vermiştir. Bu doğrultuda öğrencilere bazı sorular sorularak detaylı bir inceleme yapılması amaçlanmıştır. Bu sorulara ilişkin diyalogdan bir örnek aşağıda verilmiştir.

- A : *Arkadaşlar, güzel bir taslak çizmişsiniz. Burada pek çok şeye yer vermişsiniz. Biraz anlatın bakalım. Neler yapacaksınız bu modelde?*
- Ö : *Öğretmenim evimizdeki ses yalıtımını modelliyoruz. Bunun için bize kartonlar gerekecek. Bunlarla duvar yapacağız. Bir de yalıtım için sünger, köpük gibi malzemeler lazım.*
- A : *Başka malzeme ve araçlar da yazmışsınız burada.*
- Ö : *Evet. Onlar da lazım. İlk modelde yazmamıştık, model yaparken lazım oldu. Yanımızda olmayınca modelimizi geç bitirdik. Bu sefer baştan makas, yapıştırıcı falan bunları yazalım dedik.*
- A : *Bu sefer boyutları da yazmışsınız. Buna ihtiyacınız var mıydı?*
- Ö : *Olmaz olur muuu! Onu yazmayınca sürekli tartışıyoruz şu kadar olsun bu kadar olsun diye. En iyisi baştan yazmak. Hem ne kadar karton falan gerekecek böyle daha iyi belli oluyor. Bir de tam boyutları yazınca kestiğimiz malzemeler birbirine uyuyor. Diğer türlü bazen yamuk oluyor model.*

Yukarıdaki mülakat incelendiğinde, öğrencilerin taslağa ilişkin model planı hazırlama becerisi kapsamında değerlendirilecek cevaplar verdikleri görülmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin taslaklarında yer alan malzemelerin ve araçların neler olduklarını ve bunların neden taslakta yer alması gerektiğini belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin malzeme ve araçları daha önceden belirlemiş olmalarının, onlara modelleme süreci içerisinde eksiksiz bir şekilde çalışma fırsatı sağlayacağını belirttikleri görülmektedir. Ek olarak öğrencilerin model taslağı üzerinde, modelin boyutlarını belirtmelerinin kendilerine modelin düzgün olmasını sağlayacağını belirttikleri, bununla birlikte modelleme süreci içerisinde boyut tartışmasına girmeden en baştan belirledikleri ölçekler doğrultusunda modellerini tasarlamalarının daha iyi olacağını söyledikleri görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin model planı hazırlama becerileri MPH1 göstergesi çerçevesinde incelendiğinde iki puan düzeyinde olduğu görülmektedir. Yine bu öğrencilerin hem taslak çizimleri hem de mülakatlarında verdikleri cevaplar incelendiğinde yapacakları modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanacağını eksiksiz bir şekilde belirttikleri görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin model planı hazırlama becerilerinin MPH2 göstergesi çerçevesinde iki puan düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Araştırmanın üçüncü basamağında MBYBTE'lerin uygulanmasından önceki ön test modelleme çalışması ve uygulandıktan sonraki son test modelleme çalışmasından elde edilen veriler öğrencilerin model çalışmaları sırasında sergiledikleri davranışlar, modelleme esnasında öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar ve araştırmacı tarafından tutulan alan notları çerçevesinde değerlendirilerek dereceli puanlama anahtarında yer alan performans ölçütleri doğrultusunda puanlanmıştır. Bu puanlama doğrultusunda öğrencilerin ön test ve



son test uygulamaları kapsamındaki genel beceri puanları bağımlı gruplar t-testi ile analiz edilmiş ve MBYBTE'lerin öğrencilerin modelleme becerilerine olan etkisi incelenmiştir. Daha sonra hem modelleme için zihinsel beceriler hem de modelleme için süreçsel beceriler ana başlıkları altında bütün becerilerin ön test ve son test uygulamaları arasındaki değişimi detaylı bir şekilde ortaya konulmuş ve bu değişime ilişkin öğrenci davranışları, mülakat verilerinden örneklere ve araştırmacı alan notlarına yer verilmiştir.



## **4. BULGULAR**

Bu bölümde, iki eğitim-öğretim dönemi boyunca gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri sonucunda öğrencilerin ihtiyaç duydukları becerilerinin belirlenmesi sürecinden ve MBYBTE'lerin uygulanması sonucunda öğrencilerin bu becerilerindeki değişimlerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Modelleme becerilerinin belirlenmesi süreci doğrultusunda, ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirilen mülakatların ve alan notlarının içerik analizleri sunulmuştur. Araştırmanın son basamağı olan MBYBTE'lerin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine uygulanması sonucu dereceli puanlama anahtarı puanlarının istatistiksel analizinden elde edilen verilerle, yine bu basamakta uygulanan mülakat ve araştırmacı alan notlarından elde edilen verilerin içerik analizine ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

### **4. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Sürecinden Elde Edilen Bulgular**

Ortaokul öğrencilerinin modelleme sürecinde kullandıkları becerilerin belirlenmesi basamağında uygulanan modelleme etkinlikleri kapsamında gerçekleştirilen alan notları ve mülakatlardan elde edilen verilerin içerik analizi sonucunda modelleme becerileri belirlenmiştir. Modelleme becerileri zihinsel ve süreçsel beceriler olmak üzere iki tema altında sınıflandırılmış olup aşağıda bu becerilerin ortaya çıkarıldığı bulgulara yer verilmiştir.

#### **4. 1. 1. Modelleme İçin Zihinsel Becerilere Ait Bulgular**

Araştırmanın ilk basamağında ortaokul beşinci, altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerine modelleme süreçleri sırasında mülakatlar uygulanmış ve alan notları tutulmuştur. Bu süreç kapsamında elde edilen verilerin içerik analizi sonucu belirlenen modelleme için zihinsel beceriler ve bu becerilere ait göstergeler örneklerle birlikte aşağıda sunulmuştur.

##### **4. 1. 1. 1. Uzamsal Becerilere Ait Bulgular**

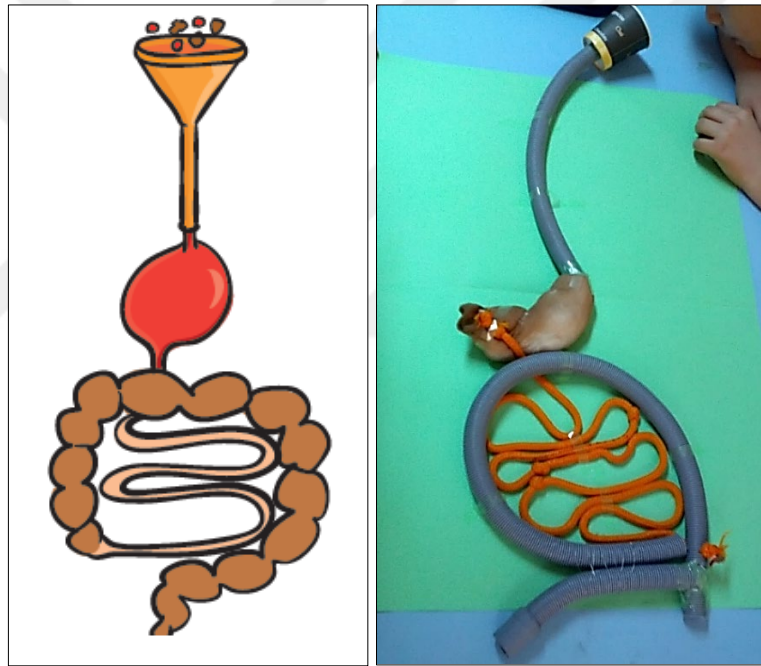
Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden elde edilen verilerin analizi sonucu, öğrencilerin uzamsal beceri davranışları sergiledikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda belirlenen uzamsal beceri davranışları ve bu davranışı sergileyen öğrencilerin frekans ve yüzdeleri Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16. Uzamsal Becerilere Yönelik Belirlenen Davranışlar

Gözlemlenen Davranışlar	Öğrenciler	Frekans	Gösterge Yüzdesi
Cisimleri çizime dönüştürme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö15, Ö16, Ö17, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö37, Ö38, Ö39, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö53, Ö54	21	%37
Çizimleri modele dönüştürme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö53, Ö54	22	%39
Cisim etrafında hareket ederek gözleme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö15, Ö16, Ö17, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö55, Ö56, Ö57	18	%32
Cismi hareket ettirerek gözleme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö15, Ö16, Ö17, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö37, Ö38, Ö39, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö55, Ö56, Ö57	25	%44
Cismi zihninde canlandırarak farklı açılarda düşünme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö15, Ö16, Ö17, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö55, Ö56, Ö57	22	%39
Çizimi zihninde canlandırarak farklı açılarda düşünme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö15, Ö16, Ö17, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö55, Ö56, Ö57	22	%39

Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri kapsamında, öğrenci mülakatlarından ve araştırmacı alan notlarından elde edilen verilerin analizi sonucu öğrencilerin sergilemiş oldukları beceri davranışları Tablo 16'da gösterilmiştir. Tabloya göre *cisimleri çizime dönüştürme* davranışını 22 öğrencinin (%39) sergilediği görülmektedir. Bu davranış doğrultusunda öğrencilerin inceledikleri gerçek nesnelere ya da modelleri zihinsel süreçte bir çizim olarak düşünmeye çalıştıkları ve taslaklarını bu doğrultuda oluşturmayı denedikleri görülmüştür. Tablo 16 incelendiğinde *çizimleri modele dönüştürme* davranışını 21 öğrencinin (%37) sergilediği tespit edilmiştir. Bu davranış çerçevesinde genel olarak öğrencilerin, oluşturdukları çizimleri modele dönüştürmeyi zihinsel süreçte tasarladıkları, taslaklarını bu doğrultuda modele dönüştürmeyi denedikleri belirlenmiştir. Tablo 16'ya göre 18 öğrencinin (%32) *cisim etrafında hareket ederek gözleme* davranışını sergilediği görülmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin oluşturdukları model etrafında ya da model için gözlemledikleri nesnelere etrafında hareket ederek zihinlerinde canlandırma süreci içerisine girdikleri belirlenmiştir. Yine Tablo 16 incelendiğinde dördüncü olarak öğrencilerin *cismi hareket ettirerek gözleme* davranışını gerçekleştirdikleri görülmektedir. Bu davranışı sergileyen 25 öğrencinin (%44) oluşturdukları modeli ya da model için gözlemledikleri nesnelere

hareket ettirerek zihinlerinde canlandırma süreci içerisine girdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin sergiledikleri davranışlar incelendiğinde beşinci olarak *çizimi zihninde canlandırarak farklı açılarda düşünmeyi* gerçekleştirdikleri görülmektedir. Bu davranışı gerçekleştiren 22 öğrencinin (%39) oluşturdukları modeli ya da inceledikleri cismi zihinlerinde canlandırarak farklı yönlerde nasıl göründüğünü hayal etmeye çalıştıkları belirlenmiştir. Son olarak Tablo 16'ya göre 22 öğrencinin (%39) *çizimi zihninde canlandırarak farklı açılarda düşünme* davranışını sergiledikleri görülmektedir. Bu davranışı sergileyen öğrencilerin model oluşturma sürecinin başında hazırladıkları taslakları zihinlerinde canlandırarak farklı yönlerde nasıl göründüğünü hayal etmeye çalıştıkları belirlenmiştir. Aşağıda belirlenen bu davranışların gerçekleştiği modelleme çalışmalarından, öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlardan ve alan notlarından örnekler verilmiştir.



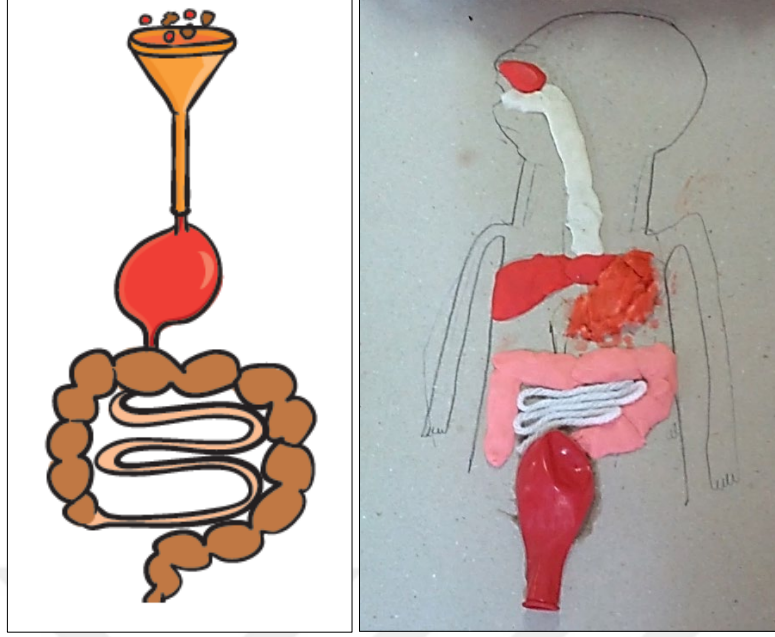
Şekil 21. Ö5, Ö6, Ö7 ve Ö8 kodlu öğrencilerin sindirim sistemi için kullandıkları taslak ve oluşturdukları model

Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden bir örnek Şekil 21'de verilmiştir. Bu şekilde öğrencilerin sindirim sistemini modelledikleri görülmektedir. Modellerinde sindirim sisteminde yer alan ağız bardakla, yemek borusunu hortumla, mideyi ve pankreası çorap ve pamukla, kalın bağırsağı çamaşır makinesi hortumuyla, ince bağırsağı ise nispeten kalın bir ipe ifade ettikleri görülmektedir. Öğrenciler bu modellemeyi gerçekleştirirken taslak olarak ders kitaplarında yer alan sindirim sistemi modelini doğrudan kullanmışlardır. Öğrencilerin modelleri incelendiğinde sindirim sisteminde yer alan organların üç boyutlu olmalarını sağlamaya

çalıştıkları görülmektedir. Özellikle sindirim kanalları, mide gibi organları modellerken düz zemin üzerinde daha belirgin olmasını sağlayacak malzemeler seçtikleri, mide ve pankreasın şişkin durabilmesini sağlamak için içine pamuk doldurdıkları görülmektedir. Öğrenciler kâğıt üzerinde yer alan iki boyutlu taslaklarını üç boyutlu bir şekilde göstermeye çalıştıkları ve bunda da başarılı oldukları görülmektedir. Öğrencilerle modelleri üzerine gerçekleştirilen mülakattan bir kesit aşağıda verilmiştir.

- A : *Çocuklar modelinizle ilgili size bir şeyler sormak istiyorum. Sindirim sistemi modelinizde değişik bir model oluşturmuşsunuz. Neler yaptınız biraz anlatın bakalım.*
- Ö5 : *Öğretmenim organlarımızı modelledik. Kitapta yer alan resimdekine benzesin istedik. Değişik malzemeler kullandık bunun için. Mesela yemek borusu için hortum. İşte mideye kadın çorabı yaptık, içine pamuk koyduk.*
- A : *İçine neden pamuk koydunuz?*
- Ö5 : *İçine pamuk koymazsak kabarık durmaz ki. Öğretmenimiz derste midemizin balon gibi, poşet gibi olduğunu söylemişti. O yüzden biz de kabarık dursun diye pamuk koyduk.*
- A : *Ama kitabınızda düz bir şekilde gösteriyor. Siz bu taslağa göre yapmadınız mı?*
- Ö6 : *Tamam öğretmenim öyle yaptık da kitaptaki resim. Bizimki model olduğu için biz onu böyle göstermeliyiz. Yani gerçeğinde nasıl gözüküyorsa ona benzemeli. Düz bir şey olsa gerçekte öyle yapardık.*

Yukarıda araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen diyalog incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin taslaklarında (ders kitabındaki çizim) yer alan organlara modelleri üzerinde nasıl yer verdiklerini sorguladığı görülmektedir. Öğrencilerin taslakta düz zemin üzerinde iki boyutlu bir şekilde yer alan organları, üç boyutlu olmalarını sağlamak için çeşitli yolları denedikleri görülmektedir. Öğrenciler, her ne kadar kâğıt üzerinde yer alan taslakları iki boyutlu olsa da bunun aslında üç boyutlu bir hedefe ait olduğunun farkında oldukları, dolayısıyla modellerinin de hedefle uyumlu olması için üç boyutlu olması gerektiğini ifade ettikleri görülmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin *çizimlerini modele dönüştürme* davranışı sergileyerek iki boyutta yer alan çizimlerini üç boyutlu modellerine iyi aktarabildikleri, iki boyutu üç boyuta dönüştürmede başarılı oldukları görülmektedir.



Şekil 22. Ö12, Ö13 ve Ö14 kodlu öğrencilerin sindirim sistemi modeli

Şekil 22 incelendiğinde beşinci sınıf öğrencilerinden bir grubun sindirim sistemi modeli görülmektedir. Öğrenciler bu modeli beşinci sınıf kazanımlarından “*Sindirimde görevli yapı ve organların yerini model üzerinde sırasıyla gösterir*” kazanımı çerçevesinde oluşturmuşlardır. Öğrencilerin modeli incelendiğinde sindirim sistemi organları olan ağız, yutak, yemek borusu mide ve kalın bağırsağı oyun hamuruyla, ince bağırsağı iple, anüsü balonla ve sindirime yardımcı organ karaciğeri de yine oyun hamuruyla oluşturdukları görülmektedir. Öğrenciler bu modeli oluştururken, taslak çizmemişler bunun yerine ders kitaplarında yer alan sistem resmini kullanmışlardır. Bu resim yardımıyla oluşturdukları modele bakıldığında, modelin olması gereken yapıya ulaşamadığı görülmektedir. Organların karton üzerinde üç boyutlu bir yapıda olmaları beklenirken, oyun hamuru kullanmalarına rağmen düz yapıda olduğu görülmektedir. Bu noktada öğrencilerin model oluştururken iki boyutlu çizimleri/resimleri, üç boyutlu yapıya aktarıırken eksiklikleri olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlardan bir kesit aşağıda verilmiştir.

- A : *Arkadaşlar, modelinizi incelediğimde kitabınızdaki resimle bazı farklılıkları olduğunu görüyorum. Kitapta organlar böyle düz mü?*
- Ö13 : *Öğretmenim, kitapta düz tabii ama aslında kâğıtta olduğu için öyle. Yani bilgisayarda falan baksak onlar düz değil. Üç boyutlu gibi.*
- Ö14 : *Düz değiller organlarımız. Sadece öyle gibi gözüküyor.*
- A : *Peki organlarımızın şekli, boyutları önemli mi model yaparken? Dikkat ediyor musunuz bunlara?*

Ö14 : *Evet. Zaten model yaparken benzemesi lazım. Ama bizimkiler biraz yamuk oldu. Yani benziyor gibi de ama düz oldu.*

Ö12 : *Öğretmenim, aslında kitapta düz olduğu için biz de düz yaptık. Kitap gibi olsun yanlış olmasın dedim.*

A : *Yani sizin resminiz düz zeminde olduğu için mi düz yaptınız modeli?*

Hepsi : *Eveet.*

Yukarıda geçen diyalog incelendiğinde öğrencilerin düz zeminde yer alan bir resmi taslak kabul ederek oluşturmaya çalıştıkları modeli çok iyi oluşturamadıkları, bunun farkında oldukları görülmektedir. Öğrencilerin modeli düz yapmalarındaki sebebin, kitapta da organların düz bir zemin üzerinde olmasından kaynaklandığını belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin üç boyutlu bir görselin iki boyutlu bir çizimini göz önüne aldıklarında, bu resmi üç boyutlu olarak zihinlerinde canlandıramadıkları, dolayısıyla modellerini oluştururken iki boyutlu çizimi üç boyuta aktarmada sıkıntı çektikleri görülmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin *çizimlerini modele dönüştürme* davranışını sergileyemedikleri, iki boyutta yer alan çizimlerini üç boyutlu modellerine tam olarak aktaramadıkları, iki boyutu üç boyuta dönüştürmede pek başarılı olamadıkları görülmektedir. Buna ek olarak araştırmacı uzamsal becerinin belirlenmesi sürecinde alan notları ile gözlemlerine yer vermiştir. Bu gözlemlerden örnekler aşağıda sunulmuştur.

A : *Öğrencilerin, model yapmaya başlarken ilk baktıkları ders kitaplarındaki modeller. Bazı öğrenciler ise internetten araştırma yapmış fakat kısıtlı sayıda. Bu durumda çoğu öğrenci üç boyutlu model oluşturmaya iki boyutlu taslaklarla başlıyor. Bunu (taslağı) üç boyutlu bir yapıya dönüştürmeye çalışıyorlar.*

A : *Öğrenci taslağı modele dönüştürürken, kağıttakinin aynısını yapmaya çalışıyor. Kağıtta taslak iki boyutlu. Modeli de yaparken üç boyutlu olacağını düşünüyorlar ama yaptıkları model de iki boyutlu. Dönüştürmede zorlanıyor gibi.*

A : *Taslaktaki çizimi dikkate almaya çalışıyorlar. Taslağın iki boyutta olduğunun farkında ve bunu bilerek üç boyuta dönüştürmeye çalışıyor. Modelin neredeyse bütün kısımlarında bunun üzerinde düşünüyor. Bu grupta bu ilişkiyi kuran öğrencilerin modelleri gayet güzel.*

Araştırmacının alan notları incelendiğinde öğrenciler arasında iki boyutlu taslak çizimlerinden model oluşturan öğrencilerden bazılarının, modellerinin üç boyuta dönüştürülmesi sürecini başarabildiklerini ifade ettiği görülmektedir. Bazı öğrencilerin taslağı modele dönüştürme sürecinde, oluşturdukları modelin aslında tam olarak taslağın

öngördüğü üç boyutluluğu yansıtamadıklarını ifade eden araştırmacı, bununla birlikte bu dönüşüm için çabalayan ve bunu modellerine bir şekilde yansıtan öğrencilerin de olduğunu ifade etmektedir. Bu dönüşümü iyi bir şekilde gerçekleştiren öğrencilerin modellerinin, gerçekleştiremeyenlere oranla daha iyi olduğunu ifade eden araştırmacı notlarına göre, öğrencilerin iyi bir model oluşturabilmeleri için iki boyutlu çizimleri üç boyuta aktarma ilişkisini kurmalarının önemli olduğu görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin bu dönüşümü sağlayabilmeleri için *çizimlerini modele dönüştürme* davranışını gerçekleştirebilmeleri gerekmektedir.

Öğrencilerin model oluşturma sürecinde, iki boyutlu çizimler ile üç boyutlu modelleri arasında ilişki kurmasının modellerini daha iyi hale getirdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin bu ilişkinin tam tersini de kurmaları gerektiği hem modelleme sürecinden hem de alan notlarından görülmektedir. Buna ilişkin mülakat örnekleri ve araştırmacı alan notları aşağıda verilmiştir.

- A : *Model oluşturmadan önce, başka modelleri inceleyen öğrenciler var. Bunlar yaptıkları gözlemleri, taslak çizim için kullanmaya çalışıyor. Grup üç ve dördün bunu güzel yaptığı söylenebilir. Modelden taslağa doğru ilişkiyi güzel kurmuşlar.*
- A : *Ö48, Ö49, Ö50 ve Ö51 laboratuvarında yer alan plastik atom modelini incelediler. Su molekülündeki gözlemlerini, NaCl için kullanacaklar. Üç boyutlu modelden çizime gitmeye çalışıyorlar.*
- A : *Modeli tamamladıktan sonra benzer modelle karşılaştırdılar. Karşılaştırmada, bazı eksiklikleri olduğunu not etmişler. Fakat bunu tam olarak nasıl modellerine aktaracaklarını belirleyemiyorlar. Özellikle bunu kâğıda çizip getiren grup altı öğrencilerinin bu çizimleri, gözlemlerini yansıtmıyor.*

Yukarıda yer alan araştırmacı notlarında da anlaşılacağı üzere, öğrencilerin model oluşturma aşamasında iki boyuttan üç boyuta dönüştürme ilişkisini kurmanın yanı sıra, bu ilişkinin tam tersini de kurmaya çalıştıklarını da ifade etmektedir. Öğrencilerin modellerini hem oluşturma sürecinde hem de oluşturdukları modelleri kontrol etme sürecinde, örnek modellerle karşılaştırma ve bu örneklerden elde ettikleri gözlemleri kendi modellerine aktarmayı denedikleri görülmektedir. Bu noktada öğrencilerin üç boyutlu modelden iki boyutlu çizimlere dönüşüm gerçekleştirmeye çalıştıkları, bazı öğrencilerin bu ilişkiyi kurarak dönüşümü gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Bu noktada öğrencilerin *cisimleri çizime dönüştürme* davranışı sergiledikleri görülmektedir. Araştırmacının, bu süreçte öğrencilerle gerçekleştirmiş olduğu mülakatlardan örnekler aşağıda yer almaktadır.



A : *Modeliniz bitmiş sanırım.*

Ö51 : *Bitmişti ama eksik bulduk öğretmenim. Siz ödev verdiniz ya, benzer modellere bakın diye. Ben de okuldakilere baktım. Bir de internetten baktım. Bizim modelde atomları aynı büyüklükte yapmışız. Şimdi çizimde bunu düzelttim. Boyutlarına göre yapacağız modelimizi.*

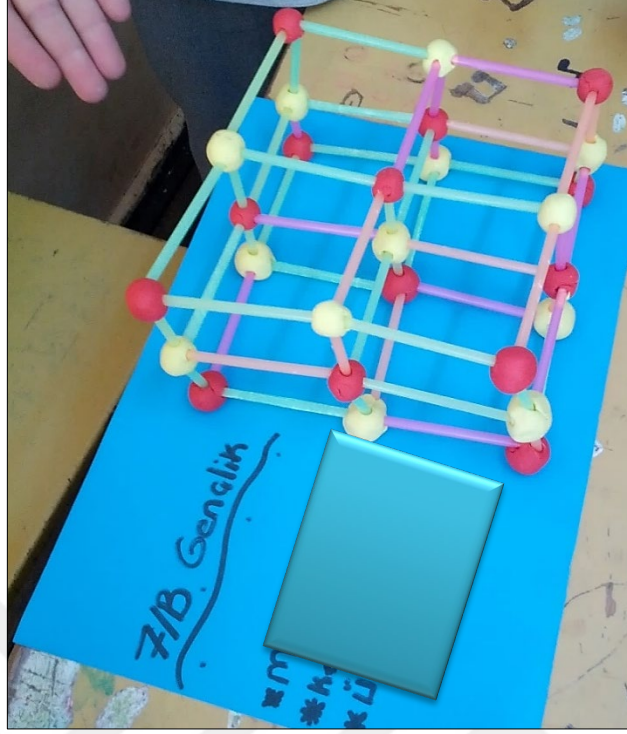
A : *Modelden bakarak yapsan olmaz mı?*

Ö51 : *Öğretmenim, çizince tam ne yapmak istiyorsak öyle oluyor. Modelden bakıyorum sonra da çiziyorum. Öteki türlü bence güzel olmaz. Model de ötekinin aynısı olur.*

Öğrenciler modeli bitirdikten sonra araştırmacı şu notu belirtmiştir:

A : *Ö48, Ö49, Ö50 ve 51 gözlemedikleri modeli hedeflediklerine uygun şekilde çizdiler. Ö55, Ö56 ve Ö57 de gözlemleri çizmeye çalışmış. Diğer gruplardan pek çizen yok. Bu şekilde yapanların modellerinin diğerlerine oranla daha iyi olduğu belli. Bunu yapamayanlar da modeller biraz daha zayıf gibi.*

Yukarıda bir öğrenci ile araştırmacı arasında geçen diyaloga yer verilmiştir. Burada araştırmacının, öğrencinin yapmış olduğu modeli geliştirmek için gerçekleştirmiş olduğu gözlemden elde ettiklerini sorguladığı görülmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin neden model gözleminden elde ettiklerini doğrudan modele aktarmadığı irdelenmiş, öğrencilerin modellerini farklılaştırmak ve kendilerine özgü olmasını amaçladıkları için gözlemedikleri modeli çizmeleri gerektiğini söylemişlerdir. Öğrencilerin inceledikleri üç boyutlu modeli iki boyutlu bir çizime indirgemeye çalıştıkları, yani *cisimleri çizime dönüştürme* davranışı sergiledikleri görülmektedir. Bu indirgemeyi başaran öğrencilerin daha iyi modeller oluşturduğu araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Yani öğrencilerin karşılaştırma yaptıkları üç boyutlu modellere ait gözlemlerini, iki boyutlu çizimlere indirgemeleri neticesinde daha etkili modeller oluşturdukları belirlenmiştir.



Şekil 23. Yemek tuzu (NaCl) molekülü modeli

Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme çalışmalarından Ö55, Ö56 ve Ö57 kodlu öğrencilerin yapmış oldukları model Şekil 23'te verilmiştir. Şekil incelendiğinde öğrencilerin bir karton üzerinde yemek tuzu (NaCl) molekülünü oyun hamuru ve pipetlerle modelledikleri görülmektedir. Öğrenciler, klor atomu için kırmızı renkli, sodyum atomu için beyaz renkli hamur ve atomik bağları göstermek için de pipet kullanmıştır. Öğrencilerin oluşturdukları modelin üç boyutlu bir model olması sebebiyle, etrafında dolaşarak incelemek için müsait bir model olduğu ve öğrencilerin modeli farklı noktalardan gözlemleyerek modellerini iyileştirdikleri belirlenmiştir. Yani öğrenciler, model oluşturma sürecinde modeli sabit bir nesne olarak düşünmüş ve bu nesneyi sabit tutmak suretiyle sürekli olarak farklı açılardan gözlemleyerek zihinlerinde bu gözlemleri yapılandırmaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Bu duruma ilişkin araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

A : Diğer gruplardan farklı bir modeliniz var. Böyle bir model oluşturmak nasıl aklınıza geldi?

Ö57 : Araştırma ödevi verince internetten araştırdık. Biz de böyle bir model yapmaya karar verdik.

A : Peki böyle üç boyutlu bir hale getirmek sizin için zor oldu mu? Modeli oluştururken neler yaptınız?

Ö57 : İlk olarak çıktık aldık öğretmenim. Sonra malzemelere karar verdik. Oyun hamuru ve pipetle kolayca yaptık.

Ö56 : Modeli yaparken en zoru her yerin aynı olmasıydı. Kağıttaki taslağımız küp şeklinde olduğu için küp yapmaya çalıştık. Hep yaparak kontrol ettik modelin etrafını.

A : Model yaparken bu şekilde gözlemlenmek önemli mi?

Ö56 : Yani önemli. Yaparken bazen tek yerden bakınca farklı yerdeki şeyleri göremiyoruz. Yamuk oluyor falan, onları göremiyoruz. Bakarken de ekleyeceğimiz şeyleri düşünerek nasıl olur onu planlıyoruz. O yüzden bakmak lazım.

Yukarıda araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen diyalogda, öğrencilerin oluşturmuş oldukları molekül modeline farklı noktalardan bakılmasına ilişkin cevaplara yer verildiği görülmektedir. İnternette araştırmış oldukları tuz molekülünü taslak olarak kullandıkları ve bunu modellediklerini belirten öğrencilerin, model oluşturma sürecinde zorlandıkları şeyin modelin bir küp olmasından ötürü, her tarafının eşit bir şekilde yapılmasının zor olduğunu belirttikleri görülmektedir. Araştırmacı bunu sağlayabilmek için neler yaptıklarını sormuş, öğrenciler de modeli yaparken modelin küp olmasını sağlamak için farklı noktalardan gözlemlediklerini ve modeli bu şekilde tamamladıkları şeklinde cevap vermişlerdir. Bu aşamada öğrencilerin modeli sabit bir nesne olarak kabul ederek, sürekli farklı noktalardan inceledikleri, bu şekilde zihinsel süreçte oluşan geometrik değişimler arasında ilişki kurmaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notlarından örnekler aşağıda sunulmuştur.

A : Gençlik grubu öğrencileri modeli, basit bir model. Ama öğrenciler bunu ciddiye alarak yaptılar. Modeli oluştururken taslaktaki gibi düzgün bir şey olsun diye, yerleştirdikleri her parçadan sonra etrafında dolaşıp bakıyorlar. Bunu yanlış yaptıkları yerleri görmek için yapıyorlar. Geometrik bir cisim olduğu için, farklı açılardan bakarak değişiklik olup olmadığını anlamaya çalışıyorlar.

Yukarıda, Şekil 23'te yer alan modeli oluşturan öğrencilerle gerçekleştirilen görüşme sonucunda alınan cevaba ilişkin araştırmacı alan notu verilmiştir. Buna göre araştırmacı, ilgili öğrencilerin, bu süreçte kendi modellerinin etrafında hareket ederek taslaktakinin aynısı bir modeli oluşturmaya çalıştıklarını belirtmiştir. Araştırmacı, öğrencilerin modeli farklı noktalardan ve açılardan gözleyerek, oluşabilecek geometrik değişimleri de fark etmeye çalıştıklarını ifade etmiştir. Bu öğrencilerin, model oluşturma sürecinde model ya da hedef

nesne etrafında hareket ederek oluşan geometrik değişimleri fark etmeye çalıştıkları belirlenmiştir.



Şekil 24. Oksijen, flor ve lityum atom modelleri

Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen modelleme etkinliklerinden yedinci sınıf öğrencilerinden Ö40, Ö41, Ö42 ve Ö43'ün yapmış oldukları atom modelleri Şekil 24'te verilmiştir. Şekil incelendiğinde öğrencilerin, düz bir zemin olarak karton üzerinde oksijen, flor ve lityum atom modellerini oluşturdukları görülmektedir. Öğrenciler, atom modelinde merkezde oyun hamurundan bir çekirdeğe ve onun etrafında yine oyun hamurundan elektronlara yer vermişlerdir. Bununla birlikte öğrencilerin elektronların yörüngelerde dolaştığını düşündükleri, pipetlerle oluşturdukları yörünge modellemesinden belli olmaktadır. Oluşturulan model incelendiğinde öğrencilerin, çekirdekle elektronları aynı büyüklükte yaptıkları, bununla birlikte atom çekirdeğinde yer alan tanecikler olan proton ve nötronları belirtmeden sadece tek bir oyun hamuruyla çekirdeği modelledikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu noktada oluşturdukları modelin, düzlem üzerinde oluşturulması sebebiyle, neredeyse iki boyutlu bir model gibi oluşturdukları gözlemlenmiştir. Bu noktada öğrencilerin, oluşturdukları modelin etrafında hareket ederek farklı noktalardan gözlemlenmeleri istenmiştir. Buna ilişkin araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen konuşmalar aşağıdaki gibidir:

A : Çocuklar modelinizi masanın üzerinde bırakın ve etrafında hareket ederek farklı noktalardan gözlemlenmeye çalışın. Size bazı sorularım olacak sonrasında. (Biraz zaman geçer.)

- A : *Şimdi oluşturduğunuz modele farklı yönlerden baktınız. Neler gözlemlediniz?*
- Ö42 : *Öğretmenim, bizim model düz. Yani neresinden bakarsam bakayım bir şey değişmiyor ki.*
- Ö40 : *Bence de değişmiyor. Sadece atomdaki elektronların oldukları yerler değişiyor. Ama o da çok önemli değil bence.*
- Ö41 : *Mesela oksijenin ilk yörüngesinde elektronların biri üstte diğeri altta. Ama yandan bakarsam bu sefer yan yana duruyor. Yerleri değişiyor aslında. Diğerlerinde de aynısı oluyor. Yerleri değişiyor.*

Yukarıda geçen konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin, oluşturmuş oldukları atom modelini farklı noktalardan gözlemlmelerine ilişkin cevaplara yer verilmiştir. Burada öğrencilerin modeli sadece tek bir düzleme göre hareket ettirerek gözlemledikleri tespit edilmiştir. Yani öğrenciler modeli sadece bulunduğu düzlemde incelemiş, üç boyutlu bir şekilde hareket ettirmemişlerdir. Düzlem üzerinde olan bir modeli, yine aynı düzlem üzerinde hareket ettiren öğrencilerin meydana gelen değişiklikleri sadece elektronların yer değiştirmesi şeklinde belirttikleri, hatta bunun da model için önemli bir değişiklik olmadığını belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin, üç boyutlu bir model oluşturmadıkları için, nesnenin etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen değişimler arasında ilişki kurmalarının da kısıtlı kaldığı belirlenmiştir. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notlarında aşağıdaki ifadelere yer verilmiştir:

- A : *Öğrencilerin üç boyutlu düşünceleri kısıtlı. Zihinlerinde bu durumu canlandıramıyorlar. Modeli farklı yönlerden incelediklerinde oluşan değişimleri göremiyorlar. Düzlem üzerinde çember olan yörüngeye yandan bakılınca elips olduğunu fark edemediler.*
- A : *Örnek olarak inceledikleri molekül modelinin farklı yönlerden çizmelerini istedim. Fakat çizim olarak yapan öğrenci neredeyse yok. Ö48'in grubu gibi çizemese de modele yansınlar da var. Ama çoğu bunu yapamıyor gibi. Modelin etrafında hareket edince modelin şeklindeki değişimi yakalayamıyorlar.*

Yukarıda, Şekil 24'te yer alan modeli oluşturan öğrencilerle gerçekleştirilen görüşme sonucunda alınan cevaba ilişkin araştırmacı alan notu verilmiştir. Buna göre araştırmacı, ilgili öğrencilerin, oluşturdukları modelin etrafında hareket etmeleri sonucunda meydana gelen geometrik değişimleri zihinlerinde canlandıramadıklarını, bunu fark edemediklerini belirtmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin model ya da hedef nesne etrafında hareket ettiklerinde iyi bir şekilde gözlem yapabilme davranışını gerçekleştiremedikleri belirlenmiştir.



Şekil 25. Oksijen atomu modeli

Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden bir örnek Şekil 25'te verilmiştir. Şekilde öğrencilerin oksijen atomunu modelledikleri, bu modeli oluştururken çekirdekte pinpon topu, onun etrafında çekirdekteki parçacıkları (proton ve nötron) farklı renk oyun hamurları, elektronları renkli ponponlar ve elektron yörüngelerini pipetler kullanarak betimledikleri görülmektedir. Öğrencilerin oluşturdukları bu model incelendiğinde, üç boyutlu bir formda oluşturulduğu görülmektedir. Şekil 24'te de oksijen atomu modellenmiş olmasına rağmen bu grup öğrencilerinin, farklı olarak modeli etrafında hareket edebilecek şekilde ele alabilecekleri bir süreç içerisinde oluşturdukları belirlenmiştir. Öğrencilerin, modeli oluştururken sürekli bir şekilde hem taslaklarını hem de modellerini hareket ettirdikleri görülmüş, bu durum araştırmacı alan notlarına aşağıdaki gibi yansımıştır.

*A : Atomcuk grubu oksijen modeli yapıyor. Modeli sürekli çevirerek etrafını inceliyorlar. Bir küre ve etrafında halka şeklinde yörüngeler var. Bunlar geometrik cisimler olduğu için farklı açılardan bakarak modeli inceliyorlar. Bu şekilde açılardan kaynaklı bir değişim olup olmadığını kontrol ediyorlar.*

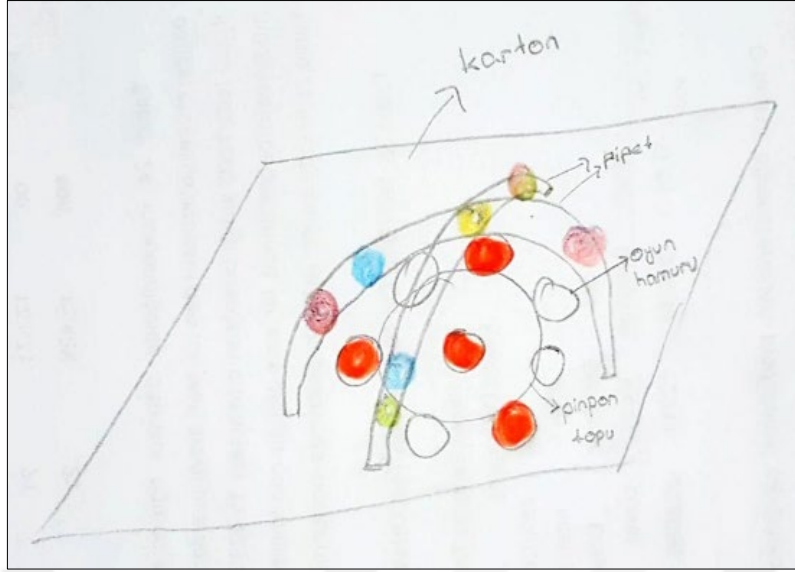
Araştırmacı öğrencilerin modellerini sürekli hareket ettirdiklerini ve bunu gözlemleyerek modellerine devam ettiklerini belirtmektedir. Bu gözlemi gerçekleştirmelerindeki amacın modellerine farklı açılardan bakmak olduğunu belirten araştırmacı, bunun neticesinde modellerinde farklı açılardan bakarak bir değişiklik olup olmadığını belirlemeye çalıştıklarını belirtmektedir. Araştırmacı, bu gözlemi üzerine öğrencilere konu ile ilgili sorular sormuştur. Bu diyaloga ilişkin veriler aşağıda sunulmuştur.

- A : *Oksijen modelini sürekli hareket ettiriyorsunuz. Bunu neden yapıyorsunuz?*
- Ö48 : *Bizim modelimiz üç boyutlu öğretmenim. Böyle bir modelde sürekli kontrol etmek lazım. Küçük olduğu için de çevirerek bakıyoruz. Çünkü çevirince farklı yönlerini görüyoruz.*
- Ö49 : *Böyle üç boyutlu modellere farklı yerlerden bakmamız lazım. Bu şekilde hem hata ya da eğri bir şey var mı ona bakarız, hem de etrafından nasıl göründüğünü bakarak anlarız.*
- A : *Modele farklı noktalardan bakınca ne olabilir?*
- Ö48 : *Bir şey olmaz aslında. Model aynı kalır. Ama görüntüsü şekil olarak değişir.*
- Ö50 : *Öğretmenim mesela yörüngeye karşıdan bakınca halka gibi görüyoruz. Aynısına çevirip bakınca ip gibi görüyoruz. Böylece tam karşısına denk geliyor mu bunu da anlarız bence.*

Yukarıda araştırmacının gözlemi üzerine öğrencilere yöneltmiş olduğu bazı sorulara ve aldığı cevaplara yer verilmiştir. Araştırmacı, öğrencilerin modellerini oluştururken modeli hareket ettirmek suretiyle çeşitli açılardan sürekli gözlemlediklerini belirlemiş ve bu durumu yapmalarındaki amacı öğrencilere sorarak zihinlerindeki yansımalarını sağlamıştır. Öğrencilerin bu durumda verdikleri cevaplar incelendiğinde, amaçlarının modeli sürekli farklı açılardan gözlemleyerek, modelin hareketi sonucu oluşması muhtemel görüntü değişikliklerini tahmin etmeye çalışmak olduğu görülmektedir. Bu durumda öğrencilerin zihinlerinde üç boyutlu modellerini canlandırarak bir dönüşüm gerçekleştirmeye çalıştıkları, bununla birlikte öğrencilerin modellerini bu zihinsel süreçle birlikte daha iyi oluşturabileceklerini düşündükleri belirlenmiştir. Kısacası öğrencilerin bu noktada uzamsal rotasyon becerisi kullanarak, modellerinin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin etmeye çalıştıkları görülmektedir.

Öğrencilerin, modellerini hareket ettirerek oluşacak geometrik değişimleri tahmin etme süreciyle birlikte, oluşturmuş oldukları iki boyutlu çizimlere ilişkin de zihinsel işlemler gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Öğrenciler, modelleme sürecinin başında taslaklar ya da sonraki basamaklarda bu taslaklara ekleme-çıkarma gibi işlemler yapmıştır. Öğrencilerin bu bağlamda iki boyutlu çizimleri zihinlerinde farklı açılarda dönüştürmeye çalıştıkları ve bunu da modelleme sürecinde kullanmayı denedikleri belirlenmiştir. Bu işlemin belirlenmesi sürecine bir örnek aşağıda verilmiştir. Buna göre Şekil 28 incelendiğinde *Atomcuk Grubu* öğrencilerinin oluşturdukları modele ilişkin yapmış oldukları bir çizim verildiği görülmektedir.





Şekil 26. Oksijen modeli için çizilen taslak

Yukarıda verilen Şekil 26 incelendiğinde öğrencilerin oluşturacakları modelin bir taslağını çizmeye çalıştıkları görülmektedir. Öğrenciler oksijen atom modelinin bir noktadan görüntüsünü çizmişler, kullanacakları malzemelere ve bu malzemelerin modelin hangi kısmında kullanılacağını belirttikleri görülmektedir. Taslak çizim incelendiğinde, modeli düz bir zemin üzerinde oluşturmayı düşündükleri, bunun üzerinde bir pinpon topu etrafında oyun hamurları ile proton ve nötronları, bunların üzerinden geçen iki yarım halka ile yörüngeleri ve bu yörüngeler üzerinde ise elektronları betimleyecekleri görülmektedir. Öğrencilerin bu taslaktan modellerini üç boyutlu olarak tasarlamayı planladıkları, bunu iki boyutlu bir çizimle ifade ettikleri görülmektedir. Taslakta modelin sadece bir açıdan görünümünü çizen öğrencilere, bu görünüm ve çizimle ilgili bazı sorular yöneltilmiş ve bu çizimi zihinlerinde nasıl canlandırdıkları incelenmiştir. Araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen konuşmalardan bir örnek aşağıda verilmiştir.

A : Bu taslağa göre bir oksijen atomu yapacaksınız sanırım. Modelinizi üç boyutlu mu yoksa karton üzerinde iki boyutlu şekilde mi yapacaksınız?

Hepsi : Üç boyutlu.

A : Peki bu çizimde tek bir yönden bakılarak çizilmiş. Diyelim ki sağdan bakıyoruz bu modelin nasıl bir görüntüsü olurdu?

Ö48 : Çekirdek yuvarlak. O değişmezdi. Üzerindeki noktalar değişirdi. Yörüngelerin yerleri değişirdi.

A : Nasıl bir görüntü olurdu peki?

Ö48 : Mesela bu çizdiğim soldan sağa giden yörünge, çizgi gibi olurdu. Çünkü tam karşıma geliyor. Diğer ise yandan görünürdü. Önceki yörünge gibi.



A : *Üstünden bakarsak nasıl olurdu peki?*

Ö48 : *Tam tepeden mi? O zaman yörünge pipetleri, ikisi de çizgi şeklinde görünür. Elektronlar daha iyi görünür öyle. Zaten biz üç boyutlu yapıyoruz ki, bunları merak edenler baksınlar.*

Yukarıda verilen diyalog incelendiğinde araştırmacının, öğrencilerin hazırlamış oldukları model taslağını farklı açılardan nasıl gördüğünü zihinlerinde canlandırmaları amacıyla sorular yönelttiği görülmektedir. Araştırmacı, iki boyutlu bir çizimin zihinde farklı açılardan canlandırılmasını sağlamaya çalışmış, bu bağlamda taslak üzerinden modelin sağdan ve üstten görünümünün nasıl olduğunu sormuş, öğrencilerin zihinlerinde oluşan durumu öğrenci cevaplarıyla yansıtmıştır. Diyalogda Ö48 kodlu öğrenci, araştırmacının bu duruma ilişkin sorduğu sorulara doğru cevap vermiştir. Sağdan görünümde yörüngelerin yerinin değiştiği için görünümünün de değişeceğini, üstten bakıldığında ise yörüngelerin çizgi şeklinde görüneceğini ifade eden Ö48'in, bu bağlamda zihninde iki boyutlu çizimlere ilişkin dönüşüm gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notları incelendiğinde, araştırmacının iki boyutlu çizimleri zihinde canlandırma yapan öğrencilerin üç boyutta da benzer durumu yapmaları gerektiğini ifade etmiştir. Aşağıda bu duruma ilişkin araştırmacı alan notu örnekleri verilmiştir.

A : *Çocuklar model taslaklarını zihinlerinde canlandırarak model oluşturma sürecine geçiyor. Zihinlerinde dönüştürme işlemleri yaparak, modelin gelebileceği durumu canlandırmaya çalışıyorlar. Bunu hem çizim üzerinde yapıyorlar hem de model üzerinde. Yani üç boyutlu cisimlerinde oluşturmaları muhtemel durumları zihinlerinde sürekli düşünüyorlar.*

A : *Öğrenciler modeli yaptılar. Gruba modeli gizleyerek, modelin önünde arkasında sağında solunda ne ver diye sorular sordum. Öğrenciler bu şekilde cismi zihinlerinde canlandırıp, görmeden değişik açılardan hayal etmeye çalışıyorlar. Daha iyi bir model oluşturmalarına yardımcı olabilir.*

A : *Modeli zihinde canlandırma süreci önemli. Gözlemlenen gruplarda bunu yapanlar daha kaliteli modeller oluşturuyor. Bu durumu birbirleriyle de tartışarak modeli oluşturmaları, süreç için önemli olabilir.*

Araştırmacının yukarıda bahsettiği modelleme süreci içerisinde üç boyutlu modellerin/nesnelere zihinde dönüştürülme süreci bir davranış olarak belirlenmiştir. Buna göre, öğrencilerin zihinlerinde hem iki boyutlu çizimlere hem de üç boyutlu nesnelere ilişkin farklı açılara ya da yönlere dönüşüm yapmaları daha etkili model oluşturmalarını

sağladıkları görülmektedir. Bu bağlamda uzamsal beceriler başlığı altında toplamda üç beceri belirlenmiştir. Bunlar; öğrencilerin iki boyutludan üç boyutluya, üç boyutludan iki boyutluya dönüşüm yapmalarını sağlayacak *uzamsal görselleştirme* becerisi; öğrencinin bir nesne etrafında hareket etmesi sonucu meydana gelecek değişimleri ilişkilendirmesini sağlayacak *uzamsal algılama* becerisi; bir nesnenin hareket etmesi sonucu meydana gelecek değişimleri tahmin etmesi ile iki boyutlu çizimler ve üç boyutlu nesnelerin zihinsel bir süreçte farklı açılarda dönüştürebilmesini sağlayacak *uzamsal rotasyon* becerileridir.

Tablo 17. Uzamsal Beceriler ve Göstergeleri

Beceri	Göstergeler
Uzamsal Görselleştirme	İki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürür.
	Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere indirir.
Uzamsal Algılama	Sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurar.
Uzamsal Rotasyon	Nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin eder.
	İki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı açılara dönüşüm yapar. Üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlerde dönüşüm yapar.

Tablo 17 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için uzamsal görselleştirme alt becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği görülmektedir. Bu beceriye göre öğrencinin model yaparken iki boyutlu çizimlerini üç boyutlu nesnelere dönüştürebilmesi; üç boyutlu nesnelere ise iki boyutlu çizimlere indirilmesi beklenmektedir. Örneğin; öğrenci modellemeye başlarken bir taslak çizim oluşturur ve bu taslak çizimi üç boyutlu bir modele dönüştürmesi beklenir. Bu dönüştürme işleminin doğru ve eksiksiz yapılabilmesi, öğrencinin uzamsal görselleştirme becerisine sahip olmasıyla ancak mümkün olabilir. Yine benzer şekilde, öğrencinin modelleme sürecinin başında, modele ilişkin araştırma yapması ve kaynak nesneye ilişkin daha önceden yapılmış modelleri incelemesi beklenir. Bu noktada üç boyutlu örnek modellerden elde ettiği bulguları iki boyutlu taslak çizimlere aktarabilmesi yine bu beceriyle mümkün olmaktadır. Bu bağlamda alan notlarından ve öğrenci mülakatlarından elde edilen bulgular neticesinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için uzamsal görselleştirme becerisine sahip olmaları gerektiği belirlenmiştir.

Tablo 17 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için ikinci olarak uzamsal algılama alt becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği görülmektedir. Bu beceri doğrultusunda öğrencinin bir model etrafında hareket etmesi sonucu, modelin şeklinde, görünümünde, konumunda meydana gelen değişiklikleri tahmin ederek önceki haliyle ilişki kurabilmesi beklenmektedir. Örneğin; öğrenci modelleme süreci içerisinde modelini oluştururken sürekli gözlemler. Modelini sabit tutarak etrafında hareket ederken, modeline farklı noktalardan bakarak, bu gözlemini zihninde canlandırır. Öğrencinin bu canlandırma sürecini doğru bir şekilde gerçekleştirebilmesi, uzamsal algılama becerisine sahip olmasıyla mümkün olabilir. Bu bağlamda alan notlarından ve öğrenci mülakatlarından elde edilen bulgular neticesinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için uzamsal algılama becerisine sahip olmaları gerektiği belirlenmiştir.

Tablo 17 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için üçüncü olarak uzamsal rotasyon alt becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği görülmektedir. Bu beceri doğrultusunda öğrencinin modelini farklı yönlerden veya açılardan hareket ettirerek meydana gelen görünüm, konum gibi değişiklikleri zihninde canlandırması, yapmış olduğu iki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı yönlere ve açılara dönüşüm yapması ve oluşturmuş olduğu üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlere ve açılara dönüşüm yapması beklenmektedir. Örneğin; öğrenci modelleme süreci içerisinde modelini sürekli farklı açılara hareket ettirerek gözlemler. Bu sırada kendisi sabit bir konumdayken modelini hareket ettirerek meydana gelen değişimleri zihninde canlandırması beklenir. Bu canlandırma işleminin doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ancak öğrencinin uzamsal rotasyon becerisine sahip olmasıyla mümkün olabilir. Bununla birlikte öğrenci modelleme sürecinin başında modeline ilişkin bir taslak çizim oluşturur. Bu taslak çizimi, model oluşturma süreci başlamadan önce zihninde farklı açılarda ve yönlerde canlandırması beklenir. Benzer şekilde, üç boyutlu modelini farklı açılarda ve yönlerde nasıl gözükeceğini de zihninde canlandırması beklenir. İki boyutlu çizimlerin ve üç boyutlu modellerin farklı açılardan zihinde doğru bir şekilde canlandırılabilmesi de ancak öğrencinin uzamsal rotasyon becerisine sahip olmasıyla mümkün olabilir. Bu bağlamda alan notlarından ve öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlardan elde edilen bulgular neticesinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için uzamsal rotasyon becerisine sahip olmaları gerektiği belirlenmiştir.

#### **4. 1. 1. 2. Orijinal Fikir Üretme Becerisine Ait Bulgular**

Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden elde edilen verilerin analizi sonucu, öğrencilerin orijinal fikir üretme becerisi davranışları sergilediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda belirlenen orijinal fikir üretme becerisi

davranışları ve bu davranışı sergileyen öğrencilerin frekans ve yüzdeleri Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 18. Orijinal Fikir Üretme Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar

Gözlemlenen Davranışlar	Öğrenciler	Frekans	Gösterge Yüzdesi
Modele hazırlık sürecinde alışıl gelmiş modeller dışında bir taslak oluşturma	Ö48, Ö49, Ö50, Ö51	4	%7
Model taslağında malzeme seçiminde kırtasiye malzemeleri dışında farklı malzemeleri tercih etme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8	4	%7
Modelini, benzer modellerden farklı bir biçimde yorumlayarak oluşturma	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8	4	%7
Modelini yaptığı kaynak nesnenin bir parçasını, benzer modellerden farklı bir biçimde yorumlayarak oluşturma	Ö52, Ö53, Ö54	3	%5

Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri kapsamında, öğrenci mülakatlarından ve araştırmacı alan notlarından elde edilen verilerin analizi sonucu öğrencilerin sergilemiş oldukları orijinal fikir üretme becerisine yönelik davranışları Tablo 18'de gösterilmiştir. Tablo 18'de görüldüğü üzere dört öğrenci (%7) modele hazırlık sürecinde alışıl gelmiş modeller dışında bir taslak oluşturma davranışını sergilemişlerdir. Yani bu davranışta öğrenciler kitapta ya da gördükleri diğer kaynakların dışında bir model tasarlamışlardır. Yine Tablo 18'de dört öğrencinin (%7) model taslağında malzeme seçiminde kırtasiye malzemeleri dışında farklı malzemeleri tercih etme davranışı sergiledikleri görülmektedir. Bunun dışında dört öğrenci (%7) modelini, benzer modellerden farklı bir biçimde yorumlayarak oluşturma davranışına sahiptir. Yani öğrenciler yaptıkları modelleri farklı bir biçimde yorumlamışlardır. Buna ek olarak üç öğrenci (%5) modelini yaptığı kaynak nesnenin bir parçasını, benzer modellerden farklı bir biçimde yorumlayarak oluşturma davranışını sergilemişlerdir.

Öğrencilerin modelleme becerilerinin belirlenmesi basamağında, modelleme sürecinin başlarında taslak oluşturmaktadırlar. Bu bağlamda öğrencilerin oluşturdukları bu taslaklar araştırmacının dikkatini çekmiş ve bu durum alan notlarına aşağıdaki örneklerdeki gibi yansımıştır.

- A : *Beşlerdeki çocuklar hep bilinen örnekleri taslak olarak çizmiş. Kendilerine özgü bir taslak yok.*
- A : *Araştırma yapıp gelen öğrencilerin taslakları hep kitapta olan ya da bilinen modeller. Hatta bazıları çizim bile yapmadan doğrudan çıktı almış.*

A : *Bu grupta öğrencilerin taslakları diğer sınıflardaki gibi ya kitap ya da internette var olan modeller. Özgünlük düşük.*

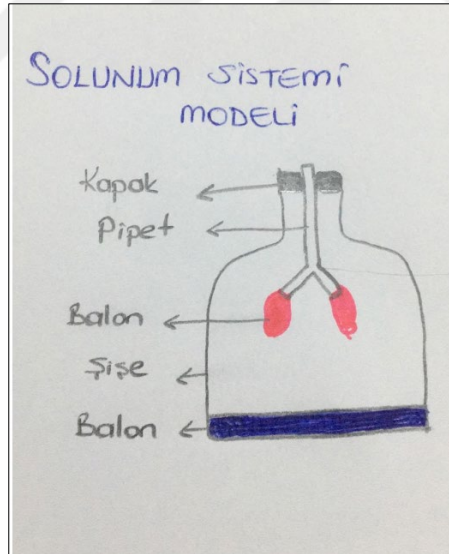
Araştırmacı alan notlarına göre, modelleme sürecinin başında taslak çizmeleri gereken öğrencilerin bu taslakları incelendiğinde, öğrencilerin ya var olan modellerin taslaklarını çizdikleri ya da zaten hali hazırda taslak olarak kullanılabilecek çizimleri getirdiklerinin ifade edildiği görülmektedir. Öğrencilerin modelleme sürecinin ilk adımı olan bu basamakta özgün olamadıkları, dolayısıyla kendi zihinlerinin bir ürünü olması gereken modellerinin aslında, hazır bir şeyi tekrar oluşturma süreci olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı bu durumu incelemek üzere öğrencilere sorular yöneltmiştir.

A : *Geçen hafta size taslak çizerek gelin demiştim. Fakat siz çizim yerine çıktı almışsınız. Neden kendiniz çizmediniz?*

Ö12 : *Bunun aynısını yapacağız öğretmenim. O yüzden çizmedik.*

A : *Peki bu şekilde model yaptığınızda, taklit gibi olmaz mı?*

Ö12 : *Hmm, biraz öyle gibi. Ama sonuçta amacımız modeli güzel yapmak. O yüzden hazır olması bence daha iyi.*



Şekil 27. Ö30, Ö31, Ö32 ve Ö33 kodlu öğrencilerin hazırladıkları solunum sistemi model taslağı

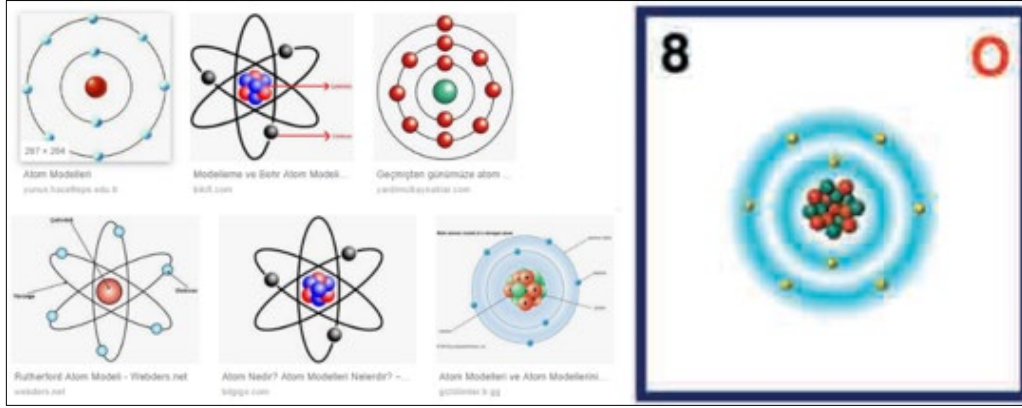
A : *Önce bir taslağınızı inceleyelim birlikte. Bu çizdiğiniz bana tanıdık geldi. Daha önce de gördüm bu modelden ben.*

Ö33 : *Öğretmenim siz araştırın demiştiniz. Biz de bunları araştırdık. Bu solunum sistemi modeli her yerde var. Biz de yapmak için bunu çizdik.*

- A : *Evet kitapta, internette falan da bu modelden var. Ama bu şekilde yaparsak sizin modeliniz mi olacak? Bence size ait bir model gibi değil.*
- Ö33 : *Biz yapacağız ama çizdiğimizizin aynısı olacak. Çok farklı olmasa da modelimizi yapmış oluruz. Benim gördüklerim arasında en güzeli buydu çünkü.*

Yukarıda farklı grup öğrencileriyle araştırmacı arasında, hazırlamış oldukları taslaklara ilişkin konuşmalardan örneklere yer verilmiştir. İlk görüşme incelendiğinde öğrencilerin hücre modeli taslağına yönelik, araştırmacı tarafından bazı eleştiriler getirildiği görülmektedir. Öğrencilerin getirmiş oldukları model taslağı, hali hazırda mevcut bir hücre modeli taslağı olduğu görülmektedir. Yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrencilerin bu durumun farkında oldukları, fakat amaçlarının da getirdikleri bu modeli tasarlamak olduğu görülmektedir. Yani öğrencilerin amacının, model taslaklarının özgün bir şekilde hazırlamak olmadığı, bunun yerine güzel olduğunu öngördükleri bir model taslağını kullanarak model tasarlamak olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, Ö33 kodlu öğrenciyle araştırmacı arasında geçen diyalog incelendiğinde benzer bir durumla karşılaşıldığı görülmektedir. Ö33 ve diğer grup öğrencilerinin Şekil 27’de görüldüğü üzere, internetten buldukları bir solunum sistemi model taslağını kullanmayı amaçladıkları görülmektedir. Araştırmacı bu durumu fark edip öğrencilere neden böyle bir taslak çizdiklerini sorarak, yapacakları modelin kendilerine özgü, rutin olmayan bir model olup olmayacağını sormuştur. Öğrencilerin verdiği cevap incelendiğinde, amaçlarının rutin olmayan bir model tasarlamaktan ziyade bir önceki grup öğrencileriyle benzer şekilde, modellerinin sadece güzel bir şekilde tamamlanması olduğu görülmektedir. Bu durumda öğrencilerin, kendi zihinsel üretimlerinin sonucu olan bir model tasarlayamadıkları ve modelleme sürecinin ilk aşaması olan taslak oluşturma basamağında alışlagelmiş modeller tasarladıkları belirlenmiştir.

Öğrencilerin modelleme süreci başında oluşturduğu taslaklar incelendiğinde, yukarıdaki gibi öğrencilerin çoğunlukla rutin modeller oluşturdukları belirlenmiştir. Bununla birlikte, az sayıda öğrencinin bu durumun dışında rutin olmayan model taslakları oluşturdukları da belirlenmiştir. Şekil 26’da verilen atom modeli taslağı bu duruma örnek olabilecek niteliktedir. Bu taslak incelendiğinde öğrencilerin, yapmış olduğu incelemeler sonucunda elde ettikleri bilgileri kullanarak kendilerine ait bir model tasladıkları görülmektedir. Öğrencilerin ders kitaplarındaki ve internet araması sonucundaki ulaştıkları atom modelleri Şekil 28’de verilmiştir.



Şekil 28. Ö48, Ö49, Ö50 ve Ö51 kodlu öğrencilerin ulaştıkları atom modeli örnekleri

Şekil 28 incelendiğinde öğrencilerin internet taraması sonucunda ulaştıkları atom modelleri ile yedinci sınıf fen ve teknoloji dersi kitaplarında yer alan oksijen atom modeline yer verildiği görülmektedir. Solda yer alan atom modelleri incelendiğinde birinci, üçüncü ve dördüncü atomlarda küre şeklinde bir çekirdek diğerlerinde ise proton ve nötronların küreler şeklinde gösterildiği bir çekirdek olduğu görülmektedir. Sağ taraftaki ders kitabında yer alan model gösteriminde de çekirdek tanecikli bir şekilde gösterilmiştir. Aynı görseller tekrar incelendiğinde elektron konumlarında da farklılıklar olduğu görülmektedir. İnternet kaynağından elde edilen atom modellerinde elektronların yörüngelerde olduğu görülmekle birlikte; ikinci, dördüncü ve beşinci atom modellerinde aynı büyüklükte fakat farklı yönlerde eliptik yörüngeler üzerinde elektronların gösterilmiş olduğu belirlenmiştir. İnternet kaynağından öğrencilerin elde ettiği diğer atom modellerinde ise elektronların yine yörüngelerde, çember şeklinde hareket ettiği ifade edilmektedir. Sağdaki görselde ise, elektronların katman denilen bölgelerde hareket ettiği belirtilmekle birlikte, halka şeklinde bir yörünge yapısı çizildiği görülmektedir. Öğrencilerin oluşturmuş oldukları model taslağı ile elde ettikleri bu bilgiler karşılaştırıldığında, taslağın öğrencilerin kendi zihinsel üretimlerinin bir sonucu olan, rutin olmayan bir model olduğu görülmektedir. Öğrenciler, elde ettikleri bilgileri yorumlamışlar ve kendi aralarında tartışarak bir taslak ve akabinde model oluşturmuştur. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notlarında aşağıdaki gibi bir ifade yer almaktadır.

*A : Atomcuk grubu, araştırmalarında yer alanlardan farklı bir model tasarlamış. Kompleks bir model değil fakat kendileri düşünerek tasarlamış gibi görünüyor.*

Araştırmacı, öğrencilerin araştırmaları sonucu elde ettikleri bilgiler ile hazırlamış oldukları model taslağını karşılaştırdığında, öğrencilerin kendi zihinsel üretimleri,

alışıl gelmiş modellerin dışında bir model tasarladıklarını belirtmektedir. Bu duruma ilişkin araştırmacı ile öğrenciler arasında gerçekleştirilen görüşmeden bir kesit aşağıda verilmiştir.

A : Çocuklar çizdiğiniz taslakla getirmiş olduğunuz modeller farklı? Neden böyle bir şey çizdiniz?

Ö50 : Bu şekilde çizdik, çünkü atomun merkezinde bir çekirdek var. Büyük olsun diye içine top koyduk. Etrafına, proton ve nötron yapacağız. Üstünden de elektronların gezdiği yörüngeler geçecek. Pipetle de onu yapacağız.

A : Ama getirdiğiniz modellerde yörüngeler çekirdeğin etrafında halka şeklinde.

Ö50 : Evet öyle ama onlar gibi yapmak istemiyoruz. Benim aklıma geldi bu şekilde üstünden yörünge yapmak. Modelimiz üç boyutlu olduğu için daha güzel gözükür.

Ö48 : Ben de, çekirdeğin içine top koyalım dedim. Yoksa oyun hamuru çok kullanmamız lazım. Hem yapıştırmak için daha iyi olur hem de (tanecikler) birbirlerinden ayrı durur. Daha güzel gözükür.

Yukarıda araştırmacı ile öğrenciler arasında geçen konuşmalar incelendiğinde, araştırmacının öğrencilere getirdikleri model örneklerine ilişkin sorular sorduğu görülmektedir. Öğrencilerin internet ortamında ve ders kitaplarında yer alan örnekleri inceledikleri görülmekte, bu bağlamda oluşturacakları model taslağında da benzer bir yapı geliştirmeleri beklenmektedir. Fakat öğrencilerin Şekil 26'da verilen model taslakları ve yukarıda araştırmacının sormuş olduğu sorulara ilişkin cevapları incelendiğinde, inceledikleri modelleri birer örnek olarak düşündükleri, bu modellerden yola çıkarak kendi zihinsel üretimleri olan bir model taslağı oluşturdukları görülmektedir. Öğrencilerin hayal ettikleri bir fikri oluşturmaları, *alışıl gelmişin dışında bir model taslağı geliştirme davranışını* sergiledikleri görülmektedir.

Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen modelleme etkinlikleri sürecinin ilk basamağında öğrencilerin oluşturdukları taslaklar incelendiğinde, bu taslaklar üzerinde öğrencilerin modellerinde kullanacakları malzemelere yer verdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin modellerinde kullanmayı düşündükleri malzemeler Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Etkinliklerinde Öğrencilerin Kullandıkları Model Malzemeleri

Sınıf	Grup	Model	Malzemeler
Beşinci Sınıf	Grup 1	Sindirim Sistemi Modeli	Mukavva, oyun hamuru, sulu boya
	Grup 2	Sindirim Sistemi Modeli	Karton bardak, renkli karton, çamaşır makinesi hortumu, naylon çorap, pamuk, ip
	Grup 3	Ağız Modeli	Mukavva, farklı renklerde oyun hamurları



Tablo 19'un devamı

	Grup 4	Sindirim Sistemi Modeli	Mukavva, oyun hamuru, balon, ip, pamuk, sulu boya
	Grup 5	Ağız Modeli	Farklı renklerde oyun hamurları
Altıncı Sınıf	Grup 1	Solunum Sistemi Modeli	Mukavva, farklı renk kartonlar, farklı renk oyun hamurları
	Grup 2	Hücre Modeli	Farklı renklerde karton ve el işi kağıtları
	Grup 3	Hücre Modeli	Saç jölesi, farklı renk oyun hamurları, renkli ipler, farklı renk ve boyutlarda toplar, fanus
	Grup 4	Solunum Sistemi Modeli	Boş pet şişe ve kapağı, pipetler, balonlar
	Grup 5	Dünya'nın Katmanları Modeli	Strafor top, çeşitli renklerde boyalar
	Grup 6	Dünya-Güneş-Ay Modeli	Farklı boyutlarda strafor toplar, renkli el işi kağıtları, tahta çubuklar, mukavva
Yedinci Sınıf	Grup 1	Atom Modeli	Renkli karton, pipet, farklı renklerde oyun hamurları
	Grup 2	Atom Modeli	Renkli karton, oyun hamuru, ponponlar, pipetler
	Grup 3	Atom Modeli	Renkli kartonlar, pinpon topu, farklı renk pipetler, farklı renklerde oyun hamuru, ponponlar.
	Grup 4	Molekül Modeli	Mukavva, renkli karton, farklı renk oyun hamurları, ponponlar
	Grup 5	Molekül Modeli	Renkli karton, farklı renk pipetler, oyun hamuru, ponpon

Tablo 19 incelendiğinde öğrencilerin modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinde yapmış oldukları modellere ve bu modelleri yaparken kullanmayı planladıkları malzemelere yer verildiği görülmektedir. Buna göre 11 grubun modellerini oluştururken farklı renklerde oyun hamuru, sekiz grubun farklı renklerde karton, yedi grubun mukavva, dört grubun farklı malzeme ya da boyutta toplar, dört grubun pipet, üç grubun farklı renklerde el işi kâğıdı, üç grubun farklı özellikte ipler, üç grubun parlak ponponlar, iki grubun da balon kullanarak modellerini oluşturmayı planladıkları belirlenmiştir. Bunlara ek olarak karton bardak, çamaşır makinesi hortumu, naylon çorap, pamuk, saç jölesi, pet şişe, tahta çubuklara model taslaklarında yer verdikleri belirlenmiştir. Genel olarak grupların model taslaklarında yer alan malzemeler incelendiğinde, bütün grupların sıradan olan, rutin malzemelere yer verdikleri görülmektedir. Beşinci sınıf Grup iki öğrencileri haricinde alışlagelmişin dışında malzeme kullanan modelleme grubuna rastlanılmamıştır. Öğrencilerin model oluşturmak için büyük bir oranda kendilerine maliyet oluşturan kırtasiye malzemelerine yer verdikleri, evlerinde olan ya da çevrelerinde yer alan, kullanılmayan malzemelere yönelmedikleri görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin daha

orijinal modeller üretebilmeleri için *model taslağında malzeme seçiminde kırtasiye malzemeleri dışında farklı malzemeleri tercih etme* davranışı sergilemeleri gerektiği belirlenmiştir. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notlarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

A : *Öğrenciler hep oyun hamuruyla model yapmaya çalışıyor. Bir grup hariç (5. Sınıf Grup 2) diğerleri alışlagelmiş malzemeler listelemiş. Farklı düşünen tek bir grup var. Gruba bunun sebebi sorulmalı.*

A : *Altıncı sınıflar da beşler gibi kırtasiye malzemesi yazmışlar. Zaten modeller de pek orijinal model değil. İnternettekileri, bilinen modelleri yapacaklar.*

A : *Yediler de diğer gruplar gibi kırtasiye malzemesi ile model taslağı oluşturmuşlar. Hepsi oyun hamuru ile model yapacak. İlginç, farklı bir malzeme yok.*

Yukarıda verilen araştırmacı alan notları incelendiğinde, Tablo 16'daki gibi benzer bir durumla karşılaşılmaktadır. Tablo 19'da öğrencilerin kırtasiye malzemeleri dışında malzemelere yer veremedikleri görülmektedir. Araştırmacı da benzer şekilde öğrencilerin malzeme seçiminde çok kısıtlı kaldıklarını, modellerinde genel olarak oyun hamuru kullanacaklarını, malzeme seçiminde hep kırtasiye malzemelerine yer verdiklerini belirtmektedir. Hem Tablo 19 incelendiğinde hem de araştırmacı alan notlarına bakıldığında bir grubun alışlagelmemiş, rutin olmayan malzemelere yer verdikleri belirlenmiştir. Bu doğrultuda araştırmacı ilgili gruba sorular sorarak neden böyle malzemelere yer vermek istediklerini belirlemeyi amaçlamıştır.

A : *Çocuklar taslağınızı bir de malzemeler için inceleyelim. Arkadaşlarınızdan farklı olarak siz daha farklı malzemeler kullanacaksınız. Neden bu malzemeleri tercih ettiğiniz?*

Ö6 : *Öğretmenim malzemeleri bölüştük. Daha doğrusu organları bölüştük. Ö5 kartonla, ağız için malzeme, ben mide için, Ö7 yemek borusuyla kalın bağırsak malzemesi, Ö8 de ince bağırsak malzemesi bir de yapıştırıcı getirsin diye bölüştük. Sonra bunları bulduk.*

A : *Peki şöyle sorayım, diğer grup aynı taslakla sadece oyun hamuru kullanacak. Siz neden oyun hamurunu düşünmediniz.*

Ö8 : *Hep oyun hamuruyla yapıyoruz. Sonra para vermemiz lazım bir de. Hem oyun hamuru kuruyunca kötü oluyor. Evden ben ince bağırsak için ip getirdim.*

Ö5 : *Ben huni getirecektim annem vermedi. Karton bardak getirdim ona benzediği için. Hem para vermedim. Hem de farklı bir şey olsun dedim.*

Ö6 : *Mide için çorap getirdim. Mide gibi yumuşak, poşet gibi olur. İçi şişkin olsun diye pamuk, biraz da kâğıt olacak.*

Ö7 : *Ben de yemek borusuyla kalın bağırsak için evden hortum getirdim. Evde fazla bir hortum vardı. Babamdan istedim ben de bunu. Kalın olduğu için işimize yarayacak bir şey.*

Yukarıda araştırmacı ile beşinci sınıf grup iki öğrencileriyle model oluşturma sürecinde kullanmayı planladıkları malzemeler üzerine gerçekleştirilen görüşmeye yer verilmiştir. Araştırmacı ile öğrenciler arasında geçen diyalog incelendiğinde, araştırmacının bu grup öğrencilerin, diğer öğrencilerden farklı olarak neden bu tarz malzemeler seçtiklerini irdelemeye çalıştığı görülmektedir. Öğrencilerin malzeme seçimi için iş bölümü yaptıkları ve herkesin modelleme süreci içerisinde, kendisine düşen organa yönelik olarak bir malzeme belirlediği görülmektedir. Oyun hamurunu çok fazla kullandıklarını, bundan dolayı kendilerine bir maliyet oluşturduğunu, oyun hamurunun dayanıklı olmadığı ve bozulduğunu söyleyen Ö8, bu sebeplerden dolayı ince bağırsak modellemesi için ip kullanmayı düşünmüştür. Malzeme olarak bakıldığında çok farklı olmayan bir malzeme belirlemiş olan Ö8'in, çeşitli gerekçeler çerçevesinde böyle bir malzeme seçmiş olması, malzeme seçiminde alışlagelmişin dışında karar vermeye çalıştığının bir göstergesidir. Ö5 kodlu öğrencinin konuşmaları incelendiğinde, amaçladığı şeyin doğrudan model taslağı üzerinde yer alan malzemeyi getirmek olduğu, fakat bu malzemeye ulaşamadığı için benzer özellikte bir malzeme arayışına girdiği görülmektedir. Ö6 kodlu öğrencinin verdiği cevap incelendiğinde, mide için kullanmayı planladığı malzeme olan çorap ve pamuğu seçerken hem görsel anlamda hem de işlevsel anlamda benzemesini sağlamaya çalıştığı görülmektedir. Öğrencilerin Şekil 21'de yer alan taslaklarına bakıldığında midenin balonla modellenmesinin önerildiği, öğrencinin bu malzemeye alternatif farklı malzeme önerdiği görülmektedir. Ö7 kodlu öğrencinin verdiği cevaplar incelendiğinde ise, kalın bağırsak ve yemek borusu için hortum kullanmayı amaçlayan öğrencinin bu doğrultuda evde kullanılmayan bir malzemeyi kullanmayı amaçladığı, bu malzemenin de kalın olması sebebiyle modellemesi yapılacak organlara yönelik uyumlu olacağını söylediği görülmektedir. Bu dört öğrencinin de vermiş olduğu cevaplar ve getirmiş oldukları malzemeler incelendiğinde, kendi gereçleri çerçevesinde alışlagelmiş, rutin malzemelerin dışında malzemeler getirmeye çalıştıkları görülmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin malzemeleri belirlerken bir düşünme süreci içerisinde karşılaştıkları probleme cevap aradıkları, bu probleme cevap olabilecek çözüm önerileri olan alternatif düşünme biçimleri gerçekleştirdikleri görülmektedir. Dolayısıyla, öğrencilerin *model taslağında malzeme*

*seçiminde kırtasiye malzemeleri dışında farklı malzemeleri tercih etme davranışı sergilediği ve neticesinde daha özgün bir model oluşturdukları görülmektedir.*

Modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri kapsamında bazı öğrencilerin modellerini, benzer modellerden farklı bir şekilde yorumladıkları ve bu yorum çerçevesinde modellerini oluşturdukları belirlenmiştir. Aşağıda bu durumun incelendiği bir örnek, araştırmacı alan notları ve öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlara yer verilmiştir.

Şekil 21'de beşinci sınıf öğrencilerinden Ö5, Ö6, Ö7 ve Ö8'in oluşturdukları sindirim sistemi modeline ve bu modeli oluşturmadan önce getirmiş oldukları, modellerini buna göre tasarladıkları taslağa yer verilmiştir. Taslak incelendiğinde, taslağın sindirim sistemi modeli organlarından ağız, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüsü içeren bir şekil olduğu görülmektedir. Öğrencilerin taslak çerçevesinde oluşturmuş oldukları model incelendiğinde yine bu organları taslaktakine benzer yapıda modelledikleri görülmektedir. Model ve taslak karşılaştırıldığında öğrencilerin birebir getirmiş oldukları taslaktaki şeklin aynısını oluşturmadıkları, bazı farklılıklar doğrultusunda modellerine yorum katarak şekil verdikleri görülmektedir. Bu farklılıklara ilişkin öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlardan bir kesit aşağıda verilmiştir.

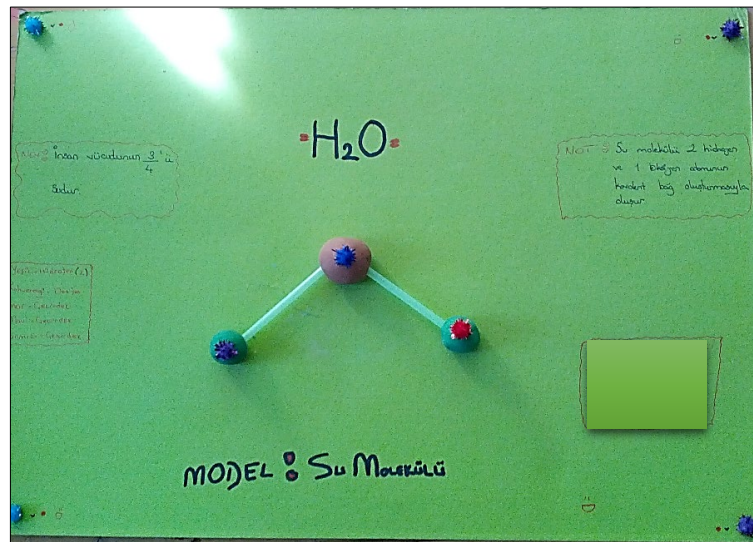
- A : *Modelinizle ilgili tekrar konuşalım. Modelinizi bu şekilde tasarlamayı nasıl planlayıp düşündünüz?*
- Ö5 : *Öğretmenim bizim amacımız, sindirim sistemindeki organların bazılarının şekillerini benzetmek bazılarının da çalışmasını benzetmekti.*
- A : *Peki buna nasıl karar verdiniz? Yani iş bölümü yaparken, taslak oluştururken bunları da mı söylediniz birbirinize?*
- Ö6 : *Malzeme ararken karar verdim ben. Mesela ben mideyi almıştım. Mide yemekleri depolayan, onları karıştıran bir organ. Çorap getirdim. Çoraba da mide gibi şekil verdim benzesin diye. Böyle bastırınca da içindeki malzemeleri eziyoruz. Biraz da görevi benziyor işte.*
- A : *Bu boruları kim getirmişti? (Ö7 cevap verir). Bunları da mı benzediği için getirdin?*
- Ö7 : *Aslında öğretmenim ilk olarak öyle düşündüm. Yemek borusu işte. Adı boru olduğu için ona benzesin dedim. Bir de görevi iletim yapmak yediklerimizi. Böyle olunca içine küçük taneler atsak mideye gider diye düşünmüştüm. Ama mideyi bağlayınca sadece şekil olarak benzedi. Yaptığı işi benzetemedim.*
- Ö8 : *Biz aslında hem çalışmasını hem de şeklini benzetelim diye düşündük öğretmenim. Ama zaman yetmedi biraz o yüzden sadece yapabildiğimiz şekilde benzettik. Yoksa içinden bir şeyler geçen bir model yapacaktık. İlk planımız buydu ama zor geldi biraz da.*

Yukarıda verilen araştırmacı ile Ö5, Ö6, Ö7 ve Ö8 arasında geçen konuşmalar incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin taslak sürecindeki malzeme seçimi ve modellerinin nasıl bir yapıda olacağına ilişkin bir irdeleme yapmak amacıyla öğrencilere bazı sorular sorduğu görölmektedir. Öğrencilerin verdiği cevaplar incelendiğinde, model oluşturma sürecine başlarken ilk amaçlarının modelin hem çalışma hem de benzerlik kurmak olduğu görölmektedir. Öğrencilerin sindirim sisteminde yer alan organların şekilsel benzerliğini koruyarak, besinlerin içinden geçmeye çalıştığı bir model oluşturmak üzere başladıkları çalışmalarında, ilerleyen süreçte bunu başaramadıklarını ifade etmektedirler. Örneğin, Ö7 kodlu öğrenci hem şekil olarak benzediği için hem de içinden bir şeyler geçebileceği için geniş sayılabilecek bir hortum getirmiştir. Fakat sonraki organ olan mideyi modelleyen Ö6'nın orapla modelleme yapacak olması, bir önceki organın işlevsellik modellemesini sekteye uğratmıştır. Bununla birlikte yine Ö6'nın da kendisine düşen organın hem şekilsel hem de işlevsel olarak benzerliğini sağlamaya çalıştığı görölmektedir. orabın içine koyulabilecek çeşitli malzemeleri, tıpkı midede olduğu gibi ezerek, midenin görevini göstermeyi amaçlamış, hem de şekilsel olarak da benzetmeye çalışmıştır. Son olarak Ö8'in verdiği cevap incelendiğinde öğrencilerin amacının modellerinin hem sindirim sisteminin çalışma prensibini modellemek olduğu, hem de sindirim sisteminde yer alan organların şekilsel benzerliklerini sağlamak olduğu, fakat bunu başta planladıkları bir zaman erevesi içerisinde bitiremedikleri, ayrıca bu iki modelleme yorumunu aynı anda oluşturmada biraz zorlandıklarını ifade ettikleri görölmektedir. Öğrencilerin modellerini oluştururken aslında, taslak üzerinde yer alan çizimin birebir kopyasını oluşturduktan sonra öğrendikleri kavramlarla birlikte modellerini yorumlayarak oluşturmaya çalıştıkları belirlenmiştir. Yani öğrenciler hem inceleme yaptıkları modelleri hem elde ettikleri ve oluşturdukları taslakları hem de getirdikleri malzemeleri kendi düşünsel süreçlerinden geçirerek bir model yorumu oluşturmuşlar, bu sayede özgün bir model oluşturmaya çalışmışlardır. Kısacası öğrencilerin modellerini oluştururken *modelini, benzer modellerden farklı bir biçimde yorumlayarak oluşturma davranışı* sergiledikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu davranışa ilişkin araştırmacı da benzer gözlemlerde bulunmuş, bu gözlemler alan notlarına aşağıdaki örneklerdeki gibi yansımıştır.

A : *Grup 2 model oluşturma sürecinde farklı bir yaklaşım sergiledi. Öğrenciler farklı bir açıyla yaklaşarak modellerinin ikili bir görevi olmasını hedeflemişler. Fakat bunu taslakta planlarken ortak hareket etmedikleri için başaramadılar. Ama kendi yorumlarını modele katarak farklılaştırmaya çalışma önemli bir özellik. Modelin özgün olmasına katkı sağlıyor.*

A : Modeli benzerlere göre yorumlama kendi başına önemli bir davranış. Bu sayede model daha özgün oluyor. Model oluşturan öğrencinin bunu sergilemesi gerek. Çok az öğrenci bu açıdan modelini yorumlayabiliyor. Sonuçta az sayıda özgün modeller ortaya çıktı.

Yukarıda verilen araştırmacı alan notları incelendiğinde, öğrencilerin modelleme sürecinde benzer modellerden farklı bir yorumlama getirme davranışı sergilemelerinin önemli olduğunun vurgulandığı görülmektedir. Araştırmacı, bu önemle birlikte belirtilen modelleri yorumlayarak oluşturma davranışını sergileyen öğrencilerin çok kısıtlı kaldığını da belirtmektedir. Dolayısıyla bu durumun öğrencilerin kendi zihinsel süreçlerinin üretimi, özgün modeller oluşturmalarına sebep olduğunu ifade etmektedir. Öğrencilerin model oluşturma sürecinde, bu şekilde *modelini, benzer modellerden farklı bir biçimde yorumlayarak oluşturma davranışı* sergilemelerinin, oluşturdukları modelin özgün, orijinal ve kendi zihinsel süreçlerinin bir yansıması olan modeller üretmelerini sağlayacağı belirlenmiştir. Belirlenen bu davranış modelin tamamını benzer modellerden farklı yorumlayarak oluşturmayı içermektedir. Bununla birlikte bazı öğrencilerin modellerinde, modelin tamamı yerine kaynak nesnenin bir parçasını, benzer modellerden farklı bir biçimde ele aldıkları ve bu şekilde yorumladıkları belirlenmiştir. Bu duruma örnek olacak bir modelleme çalışması, bu modeli oluşturan öğrencilerle gerçekleştirilen mülakat ve araştırmacı alan notlarından örnekler aşağıda verilmiştir.



Şekil 29. Ö52, Ö53 ve Ö54 kodlu öğrencilerin yaptıkları su molekülü modeli

Şekil 29'da yedinci sınıf öğrencilerinden Ö52, Ö53 ve Ö54'ün modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde oluşturmuş oldukları su molekülü modeline yer verilmiştir. Model

incelendiğın öğrencilerin bir oksijen ve iki hidrojen atomundan oluşan su (H<sub>2</sub>O) molekülünü düz bir zemin üzerinde oluşturdukları görülmektedir. Öğrencilerin modelledikleri bu molekülde oksijen ve hidrojen atomlarını oyun hamurlarıyla, bu atomlar arasında bağları ise pipetlerle betimledikleri görülmektedir. Oyun hamurlarının üzerinde ise sadece görsel bir amacı olan ponponlara yer vermişlerdir. Öğrencilerin modelleri incelendiğinde, atomların etrafında yer alması gereken elektronlara yer vermedikleri, bunun yerine sadece molekülü oluşturan atomlara, molekül geometrisine dikkat ederek yer verdikleri görülmektedir. Öğrencilerin araştırma basamağında inceledikleri su molekülü şekillerinde yer almasına rağmen neden elektronlara yer vermedikleri, araştırmacı tarafından aşağıdaki mülakattaki gibi irdelenmiştir.

A : Çocuklar birlikte biraz modelinizi inceleyelim. Normalde atomların etrafında elektronlar da var biliyorsunuz. Siz bunlara yer vermemişsiniz gördüğüm kadarıyla.

Ö52 : Evet, biz elektronları modelde kullanmadık. Sadece atomlara yer verdik.

A : Neden peki? Bu şekilde modelinizde eksiklik olmaz mı?

Ö52 : Hayır. Öyle görünüyor gibi ama olmaz. Çünkü biz aslında burada suyu oluşturan atomları modellemedik. İncelediğimizde modellerde şeklinin böyle açılı bir yapıda olduğunu gördük. O yüzden atomları top şeklinde modelledik. Atomun belli bir kısmı diyelim. Bir de o görüntüyü göstermeye çalıştık.

A : Yani su molekülünün tamamını değil de bazı özelliklerini mi göstermeye çalıştınız?

Ö53 : Öyle gibi öğretmenim. Aslında bunda da eksiklikler var. Mesela böyle çubuklar olmamalıymış. Ama bizim göstermek istediğimiz buydu. Şekliyle, suyu oluşturan atomlar yani.

Yukarıda araştırmacı ile Şekil 29'daki su molekülü modelini yapan öğrenciler arasında geçen bir konuşmaya yer verilmiştir. Burada araştırmacı, öğrencilerin incelemiş oldukları modellerde var olan bir kavramı (elektronlar) modellerinde yansıtmadıklarını gözlemlemiş ve bunun üzerine öğrencilere bu kavramların eksik olup olmadığını sormuş, öğrenciler ise amaçlarının zaten elektronları değil su molekülünü oluşturan atomları ve bu atomların moleküldeki konumlarını göstermek olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin modellerinde, kaynak nesnenin tamamını modellemek yerine, amaçları doğrultusunda belirledikleri bir kısmı oluşturmayı ve bunu kendi yorumlarıyla ifade etmeye çalıştıkları görülmektedir. Yani öğrencilerin, daha önce belirlenen modeli yorumlayarak oluşturma davranışına benzer şekilde, *modelini yaptığı kaynak nesnenin bir parçasını, benzer modellerden farklı bir biçimde yorumlayarak oluşturma* davranışı gerçekleştirdiği belirlenmiştir.

Tablo 20. Orijinal Fikir Üretme Becerisi ve Göstergeleri

Beceri	Göstergeler
Orijinal Fikir Üretme	Modeli için rutin olmayan bir taslak çizer.
	Modeli için rutin olmayan malzemelere yer verir.
	Modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlar/oluşturur.
	Kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlar/oluşturur.

Tablo 20 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için orijinal fikir üretme becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği görülmektedir. Bu beceriye göre öğrencinin modelleme sürecinin başında oluşturacağı model taslağının rutin olmayan bir yapıda oluşturulması; model için belirlediği malzemelerin var olan modellerde kullanılanların dışında olması, rutin olmayan malzemeleri kullanması; oluşturacağı modelin tamamını var olan, sıkça karşılaşılan modellerden farklı olarak kendi zihinsel üretimiyle yorumlaması ve oluşturması; kaynak olarak kullandığı nesnenin tamamının yerine bir parçasını model olarak oluştururken var olan, sıkça karşılaşılan modellerden farklı olarak kendi zihinsel üretimiyle yorumlaması ve oluşturması beklenir. Örneğin; öğrencinin model taslağını oluşturma sürecinde ders kitaplarında yer alan rutin modeller yerine, bunların dışındaki kaynaklardan da elde edeceği bilgileri harmanlayarak rutin olmayan ve yaratıcı model taslakları çizmesi beklenir. Bu yaratıcı taslak çizimini gerçekleştirebilmesi öğrencinin orijinal fikir üretme becerisine sahip olmasıyla mümkün olabilir. Öğrenci modelleme sürecinde pek çok malzeme kullanabilir. Bu malzemelerin ders kaynaklarında yer alan malzemeler dışında rutin olmayan, alışılmadık dışında olması beklenir. Öğrencinin bu tarz malzemelere modelleme sürecinde yer vermesi için orijinal fikir üretme becerisine sahip olması beklenir. Bununla birlikte öğrencinin modelleme sürecinde oluşturacağı modelin bütünsel olarak ya da kaynak nesnede vurgulamak istediği bir parçasının, kendi zihinsel üretimi sonucu yorumlaması ve oluşturması beklenir. Öğrencinin bu genel geçer olmayan, rutinin dışında, kaynak nesnenin tamamını ya da bir kısmını modelleyebilmesi için yine orijinal fikir üretme becerisine sahip olması gerektiği belirlenmiştir.

#### 4. 1. 1. 3. Analogik Akıl Yürütme Becerisine Ait Bulgular

Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden elde edilen verilerin analizi sonucu, öğrencilerin analogik akıl yürütme becerisi davranışları sergilediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda belirlenen analogik akıl



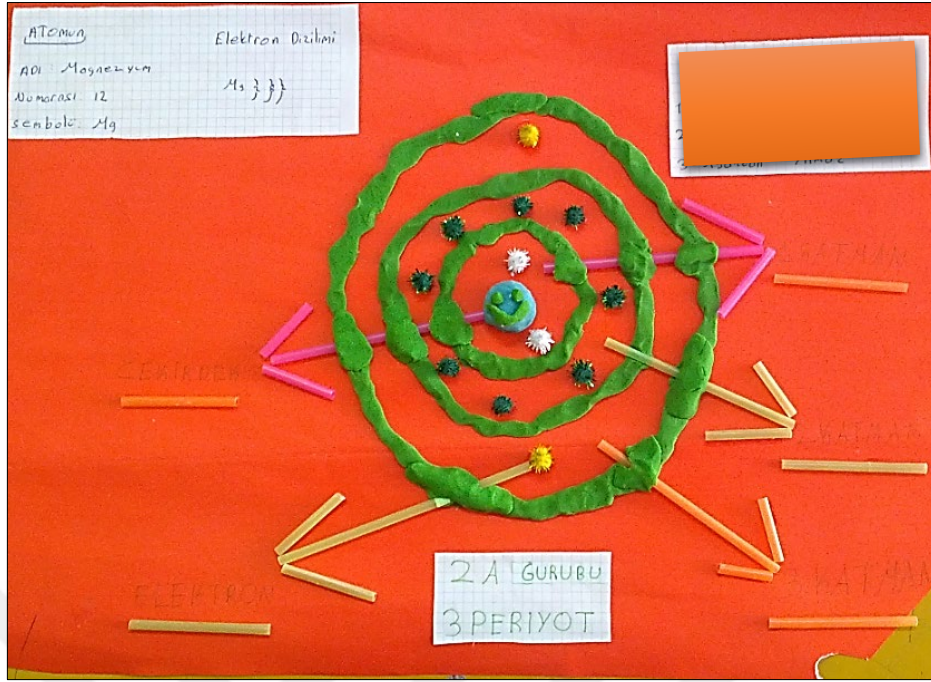
yürütme becerisi davranışları ve bu davranışı sergileyen öğrencilerin frekans ve yüzdeleri Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21. Analogik Akıl Yürütme Becerisine Yönelik Belirlene Davranışlar

Gözlemlenen Davranışlar	Öğrenciler	Frekans	Gösterge Yüzdesi
Modelini oluştururken veya oluşturduktan sonra, modeliyle daha önce oluşturduğu ya da gözlemlediği modeller arasında benzerlik kurma	Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö44, Ö45, Ö46, Ö47, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51	12	%21
Oluşturduğu modeli yeni durumlara test etme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö37, Ö38, Ö39	15	%26
Modelini çeşitli durumlarda test ettikten sonra düzenleme ve yapılandırma	Ö37, Ö38, Ö39	3	%5

Tablo 21’de analogik akıl yürütme becerisine yönelik belirlenen davranışlara yer verilmiştir. Tablo 21’e göre oluşturduğu modeli yeni durumlara test etme davranışını 15 öğrencinin (%26) gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu davranış doğrultusunda öğrencilerin yaptıkları modelleri farklı durumlara uyarlayabildiği gözlenmiştir. Yine Tablo 21’de 12 öğrencinin (%21) modelini oluştururken veya oluşturduktan sonra, modeliyle daha önce gözlemlediği modeller arasında benzerlik kurma davranışını sergilediği tespit edilmiştir. Bu davranışta ise genel olarak öğrenciler oluşturdukları modelleri, farklı kaynaktaki modellerle ilişkilendirebilmekte ve benzerlik ile farklılıklarını ayırt edebilmektedir. Son olarak Tablo 21’de üç öğrencinin (%5) modelini çeşitli durumlarda test ettikten sonra düzenleme ve yeniden yapılandırma davranışını sergilediği görülmektedir. Bu davranış ise öğrencilerin, oluşturdukları modellerde hatalar bulduğunda düzeltilmesi ve düzeltilen bu hatalara göre modelin revize edilmesi davranışını içermektedir.

Ortaokul öğrencilerin modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde, gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri sırasında öğrencilerin modellerini oluştururken ya da oluşturduktan sonra, daha önce oluşturmuş olduğu modeller ya da gözlemlediği modeller ile yeni oluşturduğu modeli arasında yüzeysel bir ilişki kurduğu belirlenmiştir. Bu duruma bir örnek modelleme etkinliği, öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeler ve araştırmacı alan notlarından alıntılar aşağıda yer almaktadır.



Şekil 30. Ö44, Ö45, Ö46 ve Ö47 kodlu öğrencilerin yaptıkları magnezyum atomu modeli

Şekil 30 incelendiğinde yedinci sınıf ikinci grup öğrencilerinin yapmış oldukları magnezyum atomu modeli görülmektedir. Öğrencilerin hazırlamış oldukları model incelendiğinde magnezyum atomunun çekirdeğini oyun hamuru ile oluşturdukları görülmektedir. Çekirdeğin etrafında yer alan elektronları göstermek amacıyla ponponlar kullanan öğrenciler, elektronların etrafını oyun hamurlarıyla çevirmişlerdir. Pipetler yardımıyla da oluşturdukları bu modelde yer alan kısımların hangi kavramlara ait olduğunu nitelendirmeye çalışan öğrencilere, hazırlamış oldukları bu modelle ilgili bazı sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen bu görüşmeden bir kesit aşağıda verilmiştir.

A : Çocuklar bu atom modelinde fazladan yörünge mi yaptınız?

Ö44 : Onlar yörünge değil katman. Kitapta elektronlar katmanlarda hareket eder diyor. Biz de katmanların sınırlarını göstermek için oyun hamuru kullandık. Yani elektronlar oyun hamurlarının arasındaki yerlerde hareket ediyor. Bunu göstermeye çalıştık.

A : Peki bu nereden aklınıza geldi? Yani oyun hamurları üzerine neden yapmadınız da böyle arasına bir yol şeklinde yapmak istediniz?

Ö46 : Benim bir oyuncağım vardı öğretmenim. İçinde yolların olduğu bir araba yarışması oyuncağı. Orada böyle yollar vardı. Biz model için araştırma yapınca, elektronların da kendine ait yolları olduğunu gördük. Biz de bunun gibi olsun diye elektronlara yol gibi katmanlar yaptık.

A : *Bu durumun modelinize sizce bir katkısı oldu mu?*

Ö46 : *Bence oldu. Çünkü modelde bir şeyi daha iyi anlamak için gösteriyoruz. Önceden gördüğüm bir şey yardımıyla böyle bir model yaptım. Katmanları bence daha iyi gösterdik. Diğer arkadaşlar mesela hep çizgi gibi yaptılar. Bence doğru değil öyle.*

Yukarıda verilen diyalogda, araştırmacının öğrencilerin yaptığı modellerle diğer atom modellerinde fark ettiği yörünge-katman farklılığının nereden kaynaklandığını irdelediği görülmektedir. Öğrencilerin Şekil 30'da verilen modelleri incelendiğinde elektronların oyun hamurları arasında kalan bir bölgede hareket ettiği Ö44 tarafından ifade edilmiştir. Öğrenci elektronların bu şekilde atom etrafında hareketlerini, araştırmaları sonucu elde ettiğini belirtmiş ve bunu da modeldeki gibi göstermiştir. Bu şekilde modelleme yapma durumunu, öğrencinin bir oyuncağında olan durumla benzerlik kurarak ilişkilendirdiği görülmektedir. Yani öğrenci model oluşturma sürecinde, daha önce yaşadığı benzer bir durumla yeni durumu ilişkilendirmiş, ortak bir çıkarım sonucu modelinde benzer bir özelliğe yer vermiştir. Bununla birlikte öğrenci araştırması sonucu elde ettiği katman kavramını daha iyi gösterebilmek için de pipetler yardımıyla modeli üzerindeki kısımları açıklamıştır. Öğrenci bu süreçte *modelini oluştururken veya oluşturduktan sonra, modeliyle daha önce oluşturduğu ya da gözlemediği modeller arasında benzerlik kurma* davranışı gerçekleştirmiştir. Bu davranışın modelleme sürecinde olmasına ilişkin araştırmacı alan notlarından bir örnek aşağıda verilmiştir.

A : *Ö44 modelleme yaparken daha önce rastladığı bir duruma ilişkin deneyimini modele aktarmaya çalışmış. Benzer durumların diğer gruplarda da olup olmadığı irdelenmeli. Deneyimleriyle model arasında ilişki kurmak önemli olabilir.*

Yukarıda verilen alan notunda araştırmacı öğrencinin geçmiş deneyimleriyle ilişki kurduğunu ve bu kurduğu ilişkiyi modeline aktarmaya çalıştığını belirtmektedir. Bu durumun diğer model oluşturan öğrencilerde de olup olmadığının irdelenmesi gerektiğini belirten araştırmacının bu notu üzerine, gruplara modelleriyle ilgili geçmiş deneyimleriyle bir ilişki kurup kurmadıkları yönünde sorular yöneltilmiş ve öğrencilerden cevaplar almıştır. Bu cevaplardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö50 : *Biz altıncı sınıfta katı-sıvı-gaz maddeler için model yapmıştık. Ben katı maddeler için oyun hamuruyla tanecikler yapmıştım. Hepsini üst üste yerleştirerek yaptım. Orada o hamurların atom olduğunu bilmiyordum. Şimdi öğrenince yine oyun hamuru kullanabilirim diye düşündüm.*

Ö19 : *Beşinci sınıfta sigaranın zararları ile ilgili bir ödev vermişti öğretmenimiz. Orada da akciğer falan yapmıştım. Onu yaparken elışı kağıtları kullanmıştım. Şeklini gösterdik ama dümdüz olmuştu model. Şimdi siz araştırma yapın deyince o zamanki model aklıma geldi ve biraz daha değişiklik yaparak oyun hamuruyla şekil vererek yaptık modeli.*

Yukarıda verilen ilk örnek incelendiğinde öğrencinin altıncı sınıf konusu olan katı-sıvı-gaz haldeki maddelerin tanecikli yapısına ilişkin daha önceden yapmış olduğu modelde kullandığı bir durumun, uygulama kapsamında yapmış oldukları atom modeliyle ilişkilendirildiği görülmektedir. Öğrenci geçmişte tecrübe ettiği bir durumu, bu durumdan elde ettiği deneyimi, yeni yapacak olduğu modelle ilişkilendirmeye çalışmıştır. İkinci örneğe bakıldığında benzer bir durumla karşılaşılmaktadır. Öğrenci beşinci sınıfta sigaranın sağlığa zararları konusunda yapmış olduğu bir ödev kapsamında elde ettiği deneyimleri, uygulama kapsamında hazırladıkları solunum sistemi modeline aktardığı görülmektedir. Bu örnekler doğrultusunda öğrencilerin *modeliyle daha önce oluşturduğu ya da gözlemlediği modeller arasında benzerlik kurma* davranışı sergilediği görülmektedir.

Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde, araştırmacı genel haliyle model için araştırma yapma, modeli oluşturma ve modeli düzenleme olmak üzere üç basamaktan oluşan bir model oluşturma süreci takip etmiştir. Bu basamakların sonucunda öğrencilerin oluşturdukları modelin son halini kontrol ederek düzenlemeleri beklenmektedir. Bu basamakta öğrenci, oluşturduğu modelini kontrol ederek son halini vermeye çalışır. Bu noktada bazı öğrencilerin modellerini, mevcut durum dışında başka durumlarda test etmeye çalıştığı, bu test aşaması sonucunda modellerini düzenleyip yapılandırdıkları belirlenmiştir. Bu davranışı sergileyen ve sergilemeyen öğrencilerden elde edilen verilerden bazı örnekler, mülakat ve araştırmacı alan notlarıyla birlikte aşağıda verilmiştir.

A : *Oluşturduğunuz model için birkaç sorum olacak. Dünya, Güneş ve Ay modelinizi başka bir modele dönüştürmenizi istesem neler yaparsınız?*

Ö37 : *Nasıl bir modele dönüştürebilir ki? Hımm, öğretmenim yani başka gezegenler falan ekleriz belki. Öyle bir şey geliyor aklıma.*

Ö39 : *Sadece Dünya var bizde. Diğer gezegenleri de bu şekilde oluşturabiliriz. Böylece sadece bunları değil bütün Güneş Sistemi'ni gösteririz.*

A : *Gelecek hafta sizden o zaman modelinizi bu şekilde düzenlemenizi istiyorum.*

A : *Dünya-Güneş-Ay modeli yapan öğrencilerin, yaptıkları bu model farklı durumlara uyarlanabilir. Güneş sistemi modeline dönüştürülebilir diye düşünerek*

*öğrencilere bunu söyledim. Model üzerinde nasıl bir uyarlama yapacaklar haftaya incelenmeli.*

Yukarıda araştırmacı ile altıncı sınıf öğrencilerinden Ö37, Ö38 ve Ö39 ile gerçekleştirilen bir diyalogdan alıntı ve bu diyaloga ilişkin araştırmacının belirtmiş olduğu alan notu verilmiştir. Grup öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi bağlamında Dünya-Güneş-Ay modeli yaptıkları görülmektedir. Bu modeli oluşturmalarındaki temel amaç öğrencilerin belirtilen gök cisimlerinin büyüklüklerini karşılaştırmalarını sağlamaktır. Öğrencilerin hazırlamış oldukları modelde, gök cisimlerinin çok iyi orantılı olmasa da büyüklüklerine dikkat edilerek hazırlanmış olan bir model olduğu söylenebilir. Araştırmacı, öğrencilerin hazırladıkları bu modelin, Güneş Sistemi modeline dönüştürülebileceğini fark ederek, öğrencilere bu fikri keşfettirme amacıyla soru yöneltmiştir. Öğrenciler de araştırmacının bu sorusuna diğer gezegenlerin de eklenebileceği cevabını vererek, modellerinin Güneş Sistemi modeline dönüştürülebileceğini belirtmiştir. Öğrencilerin, verilen yeni duruma modellerini nasıl uyarlayacaklarının incelenmesi gerektiği araştırmacı alan notundan da görüleceği üzere önemli görülmektedir. Takip eden hafta öğrenciler, modellerinde bazı değişiklikler yaparak derse gelmiş, buna müteakip araştırmacı aşağıdaki soruları öğrencilere yöneltmiştir.

*A : Geçen haftaki modelinizi baya değiştirmişsiniz. Neler yaptınız anlatın biraz.*

*Ö37 : Öğretmenim, modelimize diğer gezegenleri de ekledik. Ama bunu yaparken biraz değişiklikler yaptık. Bizim modelimizde üç top vardı. Bunları yerleştirdiğimiz mukavva küçük geldi diğerlerini de ekleyince. Biz de söküp daha büyük bir mukavvaya yerleştirdik gezegenleri.*

*A : Başka değişiklikler de var sanki? Ay'ın boyutu değişmiş sanki.*

*Ö38 : Değiştirdik çünkü biraz büyük olmuş. Diğer gezegenlerle aynı boyutta oluyordu. Ay uydu olduğu için küçük olmalı. Bir de hepsi için köpük top bulamadık. Başka malzemeler aldık.*

Öğrencilerin hazırlamış oldukları yeni modele ilişkin, araştırmacının modelde nasıl değişiklikler yaptıklarını ortaya koymaya çalıştığı diyalog yukarıda verilmiştir. Buna göre öğrencilerin, yeni verilen duruma göre modellerinin çalışıp çalışmadığını sınıadıkları, gezegenlerin sığmadığı için yeni bir kaide oluşturarak bu sorunu çözdüklerinden anlaşılmaktadır. Öğrenciler, verilen duruma göre ellerindeki modeli test etmişler ve bu bağlamda bir problem tespit etmişlerdir. Yine yukarıda verilen öğrencilerin cevapları incelendiğinde, model için daha önceden kullandıkları topların büyüklüklerinin, yeni model için pek de uygun olmadığını tespit ettikleri görülmektedir. Ay için kullandıkları boyutun bazı

gezegenlerle aynı olduğunu belirten öğrenciler, bunun uygun olmadığını fark ederek uydu olduğu için boyutu değiştirdiklerini ifade etmektedir. Yine öğrencilerin, verilen yeni durum çerçevesinde kendi modellerinin uygunluğunu sınıadıkları, bu sınama sonucu modellerinde uygun olmayan durumları belirleyerek bu durumu düzelterek çözümler ürettikleri görülmektedir. Yukarıda verilen örneklerden de anlaşılacağı üzere, *öğrencilerin oluşturduğu modeli yeni durumlara test etme ve modelini çeşitli durumlarda test ettikten sonra düzenleme ve yapılandırma* davranışları sergiledikleri belirlenmiştir. Benzer şekilde bir uyarılmanın yapılabileceği model de altıncı sınıf öğrencilerinden Ö22, Ö23, Ö24 ve Ö25'in hazırlamış oldukları model olarak düşünülmüş, bu bağlamda öğrencilere aşağıdaki verilen sorular yöneltilmiştir.

- A : *Çocuklar, model düzenleme aşamasında neler yaptınız bunları inceleyelim. Anlatın bakalım. Bu hücre modelini başka modellerle karşılaştırdınız mı?*
- Ö22 : *Biz karton ve kağıtlardan hücre modeli oluşturduk öğretmenim. Amacımız hücreyi göstermektir. Sonra dediğiniz gibi başka modelleri yine inceledik. Bazıları daha böyle üç boyutlu gibi. Bizimkisi kâğıt üstünde dümdüz oldu. Eksik bir şey yok modelde ama resim gibi oldu.*
- A : *Bu modelleri daha önce de gördünüz ben hatırlıyorum. Model araştırması yapmıştınız ilk haftalarda orada resimleri vardı. Ama siz onlar gibi yapmadınız.*
- Ö23 : *Öğretmenim aslında yapabiliydik ama kolay olsun bir de güzel olsun istedik.*
- A : *Mesela diyelim ki modelinizi biraz değiştirmenizi istiyorum. Ne gibi değişiklikler yaptınız?*
- Ö25 : *Karton üzerinde yapmazdım ben. Daha doğrusu eli işi kâğıdı değil de böyle üç boyutlu malzemeler kullanırdım ki daha iyi model olsun. Geçen sene de fen dersinde model yaptık biz. Orada pamuk, oyun hamuru kullandık mesela. Boşaltım sistemini yapmıştık biz.*
- A : *Peki bu hücre modelinde neden böyle şeyler kullanmadınız? Ya da düzenleme istediğimde neden bunları da kullanacak şekilde değişiklik yapmadınız?*
- Ö22 : *Öğretmenim modeli bozmamız gerekirdi o zaman. Böyle değişiklik yapmak için biraz uygun değil bence bizim model.*

Yukarıda verilen mülakat örneği incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin yerine getirmesi gereken modellerini diğer modellerle karşılaştırma ve düzenleme aşamasında neler yaptıklarını irdedeği görülmektedir. Bu doğrultuda araştırmacı ilk olarak öğrencilere modellerini başka modellerle karşılaştırmaları sonucu neler gözlemlediklerini sormuştur. Ö22 kodlu öğrencinin cevabına göre, yaptıkları modelin iki boyutlu bir model olduğu, bununla birlikte inceledikleri modellerin ise üç boyutlu modeller olduğunu belirtmiştir. Araştırmacının inceledikleri modeller kapsamında, modellerinde neden değişiklik

yapmadığını sorması üzerine öğrencinin modeli daha basit bir şekilde oluşturmayı amaçladığı şeklinde cevap verdiği görülmektedir. Öğrencilerin model oluşturma sürecinde biraz kolayca kaçtıklarını fark eden araştırmacı, inceledikleri modeller kapsamında bir değişiklik planları olsaydı neler olurdu şeklinde bir soruyla öğrencilerin zihinlerindeki model uyarlama planlarında neler olabileceğini açığa çıkarmaya çalışmıştır. Bu soruya öğrencilerin verdiği cevaplar incelendiğinde ise, modellerini üç boyutlu hale getirebilecekleri, farklı malzemelerle yeniden tasarlayabileceklerini söylediği görülmektedir. Öğrencilerin bu çıkarımı, daha önce tecrübe edindikleri başka bir modelde kullandıkları malzemeleri örnek vererek yaptıkları yine cevaplarından anlaşılmaktadır. Öğrencilerin bu değişikliğe gitmeme sebebi olarak modeli bozmaları gerektiği ve modellerinin bu bağlamda pek de uygun olmadığını düşündükleri görülmektedir. Yapılan görüşmeden anlaşılacağı üzere, öğrencilerin modellerini düzenleme işinden kaçındıkları, yine de geçmiş bir modelleme çalışmasından elde ettiklerini yeni duruma uygulayabileceklerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin modellerini test etme bağlamında sınırlı bir davranış sergilediği, sadece modellerini taslaklarında yer alan biçimde tamamlayarak modellerini son halini vermeyi amaçladıkları görülmektedir.

Tablo 22. Analogik Akıl Yürütme Becerisi ve Göstergeleri

Beceri	Göstergeler
Analogik Akıl Yürütme	Bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırır. (Yakın transfer) Bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sınar ve model üzerinde uyarlama yapar. (Uzak transfer)

Tablo 22 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için analogik akıl yürütme becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği görülmektedir. Bu beceriye göre öğrencinin model oluşturma sürecinde, daha önce günlük yaşantısında tecrübe ettiği, derslerinde öğrendiği bilgi ya da durumlar ile geliştireceği model arasında bir benzerlik kurması, bu benzerliğe göre modelini yapılandırması beklenir. Diğer bir ifadeyle modelinin yüzeysel gerçeklerine dikkat ederek yakın transfer gerçekleştirilmesi beklenir. Bununla birlikte öğrencinin yapılandığı bu modelin problem çözüm sürecinde yeni durumlara uygulayarak sınaması, bu sınama sonucu elde ettiği veriler neticesinde eğer gerekiyorsa modelini uyarlaması beklenir. Kısaca öğrencinin modelini yaratıcı ve dönüştürücü bir şekilde kullanabilmesi beklenir. Örneğin; modelin geliştirilmesi aşamasında ders kitaplarından ya da başka kaynaklardan elde ettiği bilgilerle birlikte, daha önce geliştirdiği model konusuna ya da farklı bir konuya ilişkin edindiği deneyimleriyle

geliştirmekte olduğu modeli arasında bir ilişki kurması beklenir. Diğer bir ifadeyle, öğrenci deneyim-mevcut durum ilişkisini yakın transfer edebilmelidir. Bununla birlikte öğrenciye modeli için bir problem durumu verilerek, geliştirmiş olduğu bu modeli problemin çözümü için test eder. Bu noktada öğrencinin problemin çözümüne yönelik tam bir sonuç elde edebilmesi için modelini gerekiyorsa, iyileştirmesi ve uyarlaması beklenir. Yani öğrenci modelini problem durumuna uzak transfer edebilmelidir. Öğrencinin belirtilen bu yakın ve uzak transfer durumlarını gerçekleştirebilmesi için analogik akıl yürütme becerisine sahip olması gerektiği belirlenmiştir.

#### 4. 1. 1. 4. Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisine Ait Bulgular

Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden elde edilen verilerin analizi sonucu, öğrencilerin yapısal ilişki eşleştirme becerisi davranışları sergilediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda belirlenen yapısal ilişki eşleştirme becerisi davranışları ve bu davranışı sergileyen öğrencilerin frekans ve yüzdeleri Tablo 23'te gösterilmiştir.

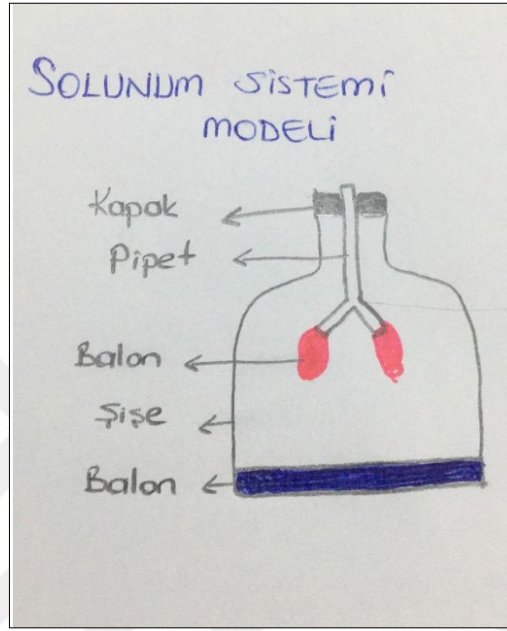
Tablo 23. Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar

Gözlemlenen Davranışlar	Öğrenciler	Frekans	Gösterge Yüzdesi
Oluşturulan model ile bu modelin oluşturulduğu obje arasında bir ilişki kurabileceği özellikleri tespit etme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33	11	%19
Model ile bu modelin oluşturulduğu obje arasında, sistemsel ilişki kurma	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33	11	%19

Tablo 23'te öğrencilerin yapısal ilişki eşleştirme becerisine yönelik belirlenen davranışları ve bu davranışların yüzde ile frekansları verilmiştir. Tablo 23 incelendiğinde öğrencilerin yapısal ilişki eşleştirme becerisine yönelik davranışlarının alt bileşenlerinde eşit sayıda katılım gösterdikleri görülmektedir. Oluşturulan model ile bu modelin oluşturduğu obje arasında bir ilişki kurabileceği özellikleri tespit etme davranışını 11 öğrenci (%19) sergilemiştir. Bu davranış, öğrencilerin oluşturdukları modeller ile objeler arasındaki ilişkileri belirlemesi ve bu ilişkileri analiz edebilmesi anlamına gelmektedir. Benzer şekilde 11 öğrenci (%19) model ile bu modelin oluşturulduğu obje arasında, sistematik ilişki kurma davranışını sergilemiştir. Bu davranış ise öğrencilerin bir önceki davranışta buldukları ilişkiyi sistematik hale getirebildiği, yani artık bulunan bu ilişkiyi kavramsal boyutta öğrendiği anlamına gelmektedir.



Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde, gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri sırasında öğrencilerin oluşturdukları model ile bu modellerini oluşturdukları nesnelere arasında ilişki kurabileceği özellikleri tespit etmeye çalıştıkları belirlenmiştir. Belirlenen bu davranışa örnek bir modelleme etkinliği, öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeler ve araştırmacı alan notlarından alıntılar aşağıda yer almaktadır.



Şekil 31. Ö30, Ö31, Ö32 ve Ö33 kodlu öğrencilerin hazırladıkları solunum sistemi model taslağı

Şekil 31’de verilen taslak incelendiğinde öğrencilerin solunum sistemi modelini yapmayı planladıkları görülmektedir. Taslağa göre öğrenciler, bir pet şişe içerisinde iki balonu pipetler yardımıyla dış ortama bağlayacaklardır. Pet şişenin açık olan alt tarafına ise yine bir balon geçirilip kapatılacaktır. Şişe hem alttan hem üstten kapatılarak hava almayacak bir şekilde yalıtılacaktır. Öğrencilerin gerçekleştirdiği bu model, sıkça karşılaşılan model örneklerinden bir tanesidir. Bu modelde akciğerleri şişenin içerisindeki balonlar, soluk borusu ve bronşları pipetler, diyaframı pet şişenin altında gerili şekilde duran balon ve göğüs kafesini ise pet şişe ile ifade eden öğrencilerle, hazırlamış oldukları modele ilişkin görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerden ve araştırmacı alan notlarından örnekler aşağıda yer almaktadır.

- A : *Solunum sistemi modelinizi biraz anlatın bakalım neler yaptınız?*
- Ö33 : *Burada biz solunum sistemi organlarını gösterdik öğretmenim. Akciğerleri, diyaframı bir de soluk borusunu. Balonlar akciğer, pipet soluk borusu, alttaki balon da diyafram.*
- A : *Bu Y şeklindeki pipetler peki?*
- Ö32 : *O bronş.*
- A : *Peki pet şişe niye kullandınız? Bir görevi var mı bunun?*
- Ö33 : *Pet şişenin içine koymamız gerekiyor. Kapalı olması lazım ki, aşağıdaki balonu çekince dışardan balonların içine hava girsin. Yoksa şişenin içine hava girer ve çalışmaz model.*
- A : *Tamam onu biliyorum ama merak ettiğim vücudumuzda bir yerle ilişkisi var mı sizce?*
- Ö30 : *Öğretmenim o da göğsümüz işte, göğüs kafesi yani. Buradaki (göğsünü gösterir) kemikler gibi düşünebiliriz onu da.*
- Ö33 : *Evet o da kaburgalar yani. Onlar akciğerlerimizi koruyor, şişe de balonlarımızı koruyor. Modelde aşağıdaki balon da diyafram. Derste de öğrenmiştik. Bu alttaki balon diyaframımız. Bunu çekince dışardan, balonlara hava giriyor ve aynı nefes almamız gibi balonlar şişiyor. Balonlar burada akciğer gibi şişiyor yani. Alttaki balonda diyafram kasılınca hava girmesini sağlıyor ya, o da öyle çalışıyor yani.*

Araştırmacı ile altıncı sınıf grup dört öğrencileri ile gerçekleştirilen görüşmeden bir kesit yukarıda verilmiştir. Gerçekleştirilen bu görüşme incelendiğinde, araştırmacının bilinen bir model yapmayı planlayan öğrencilere, modellerinde neler gösterdiklerini ifade etmelerini istediği ve bu bağlamda sorular yönelttiği görülmektedir. Öğrencilerin modellerinde yer alan malzemelerin, solunum sisteminde yer alan hangi organları nitelediğini tek tek açıkladığı görülmektedir. Bu açıklamalar incelendiğinde, öğrencilerin modelin kısımlarındaki çalışma mekanizmasının solunum sisteminin çalışma mekanizmasıyla bir ilişki kurmaya çalışarak açıkladıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin hedef nesne olarak belirledikleri solunum sistemi organları ile bu hedef sistemde yer alan yapılarındaki ilişkileri modellerindeki akciğeri niteleyen balonlara, göğüs kafesini niteleyen pet şişeye ve diyaframı niteleyen alttaki balonla kurmaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Yani öğrencilerin modeli yaparken *oluşturulan model ile bu modelin oluşturulduğu obje arasında bir ilişki kurabileceği özellikleri tespit etme* davranışı gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte öğrencilerin açıklamaları tekrar incelendiğinde, oluşturdukları modelin amacının soluk alıp vermedeki mekanizmanın nasıl olduğunu göstermeyi amaçladıkları görülmektedir. Solunum sisteminde yer alan diyafram kasının kasılarak akciğerler içine hava almasını sağlayan bu mekanizmayı, öğrencilerin alttaki balonu tıpkı diyafram kasının kasılması gibi aşağı doğru çekerek, akciğerleri niteleyen balonların içine hava girmesini sağlayarak ifade ettikleri görülmektedir. Öğrenciler

solunun sisteminde yer alan bu mekanizmayı doğru bir şekilde modellerinde de çalışır bir halde gösterebilmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin modellerini oluştururken *model ile bu modelin oluşturulduğu obje arasında, sistemsel ilişki kurma* davranışı sergiledikleri, hedef nesne ile model arasında çalışma sistemini ilişkilendirmeye çalıştıkları görülmektedir. Belirlenen bu duruma ilişkin araştırmacı alan notlarından bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir.

A : *Altıncı sınıf dördüncü grup modellerinde, nesnenin görselliğini değil de çalışma sistemini de göstermeye çalışıyor. Solunum sistemi modelinde bu durum var. Akciğerlerin şişme mekanizmasını gösteren bir model bu. Akciğer-balon ikisi de şişen şeyler. Çalışma mekanizmalarını ilişkilendirmiş. Benzer şekilde pet şişe-göğüs kafesi ilişkisi kuruyorlar. Akciğerleri koruma görevini şişeye atfediyorlar. Hem özellikleri belirlediler hem de çalışma şekillerini modellerine yansıtıyorlar.*

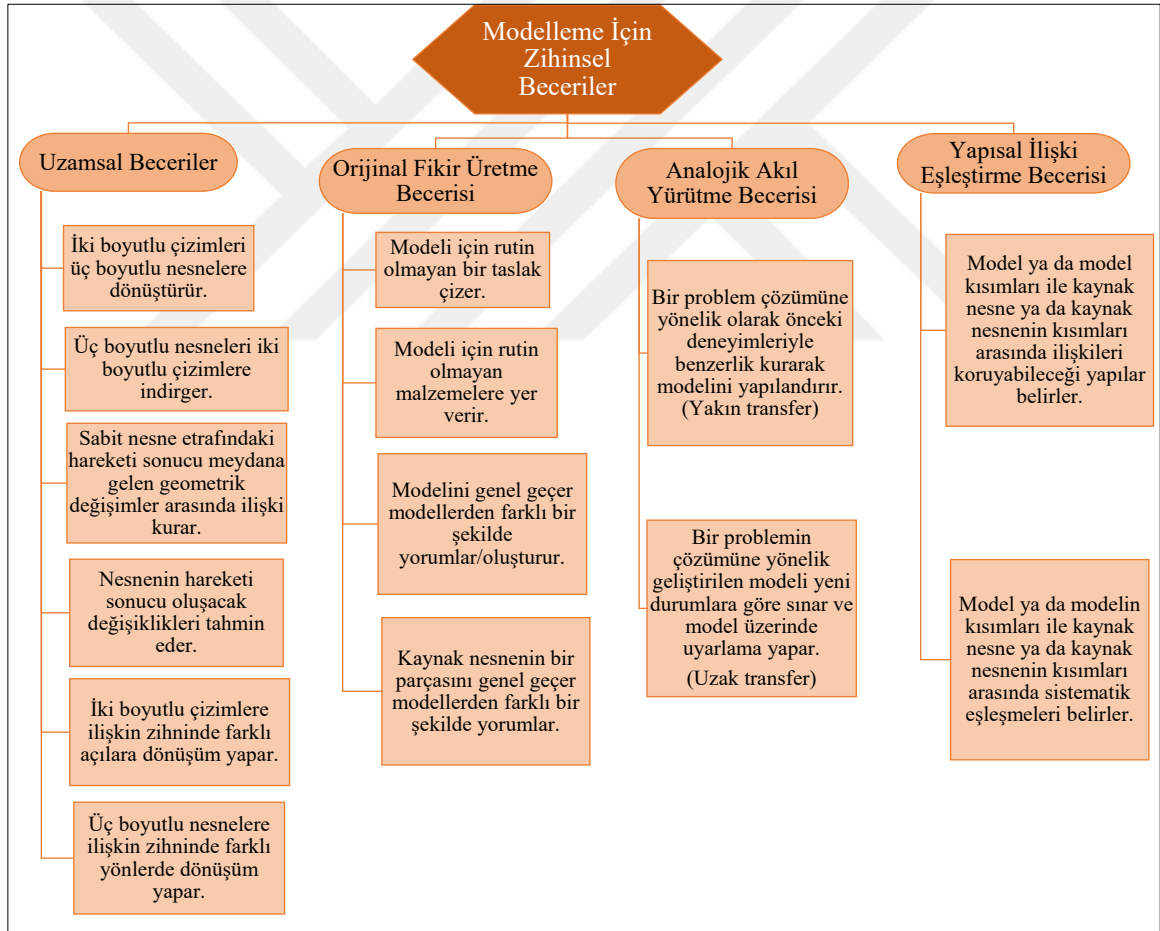
Yukarıda araştırmacının Şekil 31’de yer alan solunum sistemi modelini gerçekleştiren öğrencilere yönelik tuttuğu alan notu incelendiğinde, öğrencilerin model oluşturma sürecinde gerçekleştirdikleri davranışın araştırmacı tarafından da belirtildiği görülmektedir. Araştırmacı, öğrencilerin modellerinde kaynak nesne olan solunum sistemi organlarıyla ilişkilendirilen malzemeleri hem özellik bakımından hem de çalışma mekanizması bakımından ilişkilendirdiklerini ifade etmektedir. Öğrencilerin akciğerle balonu, pet şişeye göğüs kafesini benzeterek model oluşturduklarını söyleyen araştırmacı, ek olarak soluk alık verme mekanizmasıyla, kaburgaların akciğerleri koruma görevini modellerine yansıttıklarını belirtmektedir. Kısaca araştırmacı da öğrencilerin *oluşturulan model ile bu modelin oluşturulduğu obje arasında bir ilişki kurabileceği özellikleri tespit etme* ile *model ile bu modelin oluşturulduğu obje arasında, sistemsel ilişki kurma* davranışlarını öğrencilerin model oluşturma sürecinde sergilediklerini belirttiği görülmektedir.

Tablo 24. Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisi ve Göstergeleri

Beceri	Göstergeler
Yapısal İlişki Eşleştirme	Model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği yapılar belirler. Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeleri belirler.

Tablo 24 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için yapısal ilişki eşleştirme becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği görülmektedir. Bu beceriye göre öğrencinin modelleme sürecinde kaynak nesne ile kendi

oluşturduğu model ya da bunların belli kısımları arasında benzer ilişkileri koruyabildiği yapılar belirlemesi beklenir. Bununla birlikte öğrencinin kaynak nesne ile kendi oluşturduğu model ya da bunların belli kısımları arasında görev, çalışma prensibi gibi benzer sistematik eşleşmeleri belirlemesi beklenir. Örneğin; öğrencinin modelleme sürecinde daha önceden öğrenmiş olduğu bir konuda (Güneş Sistemi) edindiği kavramlar ya da yapılar ile, yeni durumda öğrendiği model durumları (Atom Modeli) arasındaki ilişkileri koruyabilmelidir. Diğer yandan öğrenci bu ilişki koruma durumuyla birlikte, kaynak nesne ve model arasında çalışma prensipleri, görevleri vb. (Güneş gezegeni çeker, çekirdek elektronu çeker) aynı olan sistematik eşleşmeleri de belirlemelidir. Öğrencinin belirtilen bu ilişkileri koruma ve sistematik durumları belirleme görevlerini gerçekleştirebilmesi için yapısal ilişki eşleştirme becerisine sahip olması gerektiği belirlenmiştir.



Şekil 32. Modelleme için zihinsel beceriler

Öğrencilere uygulanan modelleme etkinlikleri kapsamında belirlenen modelleme süreci için ihtiyaç duyacağı zihinsel becerilere Şekil 32’de yer verilmiştir. Buna göre öğrencilerin modelleme sürecinde uzamsal beceriler (uzamsal görselleştirme, uzamsal

algılama, uzamsal rotasyon), orijinal fikir üretme becerisi, analogik akıl yürütme becerisi ve yapısal ilişki eşleştirme becerisi olmak üzere toplam dört beceriye ihtiyaç duydukları belirlenmiştir.

#### 4. 1. 2. Modelleme İçin Süreçsel Becerilere Ait Bulgular

Araştırmanın ilk basamağında ortaokul beşinci, altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerine modelleme süreçlerinde mülakatlar uygulanmış ve alan notları tutulmuştur. Bu süreç kapsamında elde edilen verilerin içerik analizi sonucu belirlenen modelleme için süreçsel beceriler ve bu becerilere ait göstergeler örneklerle birlikte aşağıda sunulmuştur.

##### 4. 1. 2. 1. Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisine Ait Bulgular

Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden elde edilen verilerin analizi sonucu, öğrencilerin malzeme-araç ilişkisi kurma becerisi davranışları sergilediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda belirlenen malzeme-araç ilişkisi kurma becerisi davranışları ve bu davranışı sergileyen öğrencilerin frekans ve yüzdeleri Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 25. Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar

Gözlemlenen Davranışlar	Öğrenciler	Frekans	Gösterge Yüzdesi
Modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları tanıma	Ö1, Ö2, Ö3, ... Ö55, Ö56, Ö57	57	%100
Modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları kullanmayı bilme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö37, Ö38, Ö39, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51	19	%33
Model kapsamında kullanacağı malzemeler ile bu modele uygun kullandığı makas, cetvel ve falçata gibi araçların oluşturduğu sorunları bulma ve bu sorunların üstesinden gelme	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö37, Ö38, Ö39, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51	15	%26

Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri kapsamında, öğrenci mülakatlarından ve araştırmacı alan notlarından elde edilen verilerin analizi sonucu öğrencilerin sergilemiş oldukları malzeme-araç ilişkisi kurma becerisine yönelik davranışları Tablo 23'te gösterilmiştir. Tabloya göre modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları tanıma davranışını 57 öğrencinin (%100) sergilediği görülmektedir. Bu davranış öğrencilerin tamamının modelde

kullanacağı malzemeleri tanıdığı anlamına gelmektedir. Yine Tablo 23'te 19 öğrencinin (%33) modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları kullanmayı bilme davranışı sergiledikleri görülmektedir. Yani öğrenciler malzemeleri kullanabilmekte, ancak modele uygun araçları tercih etmede biraz zorluk yaşamaktadırlar. Son olarak Tablo 23'e bakıldığında toplam 15 öğrencinin (%26) model kapsamında kullanacağı malzemeler ile bu modele uygun kullandığı makas, cetvel ve falçata gibi araçların oluşturduğu sorunları bulma ve bu sorunların üstesinden gelme davranışını sergilediği görülmektedir. Bu durum öğrencilerin oluşturdukları model ile kullandıkları araçlar arasında bir problem yaşanması durumunda üstesinden gelebilme davranışını ifade etmektedir.

Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri sırasında *modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları tanıma, modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları kullanmayı bilme ve model kapsamında kullanacağı malzemeler ile bu modele uygun kullandığı makas, cetvel ve falçata gibi araçların oluşturduğu sorunları bulma ve bu sorunların üstesinden gelme* davranışları sergiledikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu davranışlara ait öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden ve araştırmacı alan notlarından alıntılar aşağıda yer almaktadır.

- A : *Çocuklar taslağınızda kullanacağınız araçları yazmamışsınız. Neler kullanacaksınız?*
- Ö5 : *Öğretmenim işte getirdiğimiz malzemeleri kullanacağız. Hortum, ip falan.*
- A : *Onlar malzeme, ben araç olarak diyorum. Mesela makas falan gibi şeyler.*
- Ö5 : *Haa, anladım. Makas lazım, falçata kullanırız hortumu keserken. Cetvel lazım olur mu? Olmaz sanırım ama yine de kullanırız. Sanırım bunlar sadece.*
- Ö6 : *Öğretmenim zımba da lazım olabilir. Şimdi bunları mukavvaya yapıştırsak bazen tutmuyor. Ya bant ya zımba gerekir bize.*

Yukarıdaki araştırmacı ile beşinci sınıf ikinci grup öğrencileri arasında geçen diyalog incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin modelleme sürecinde ihtiyaç duyacakları araçların neler olduğunu irdelemeye çalıştığı görülmektedir. Öğrenciler, taslaklarında kullanacakları araçlara yer vermedikleri için araştırmacı hangi araçları bu bağlamda kullanacaklarını sormuş ve Ö6 kodlu öğrenci de ilk olarak getirdikleri malzemeleri kullanacaklarını belirtmiştir. Burada öğrencilerin modelleme sürecinde kullanacakları malzemeler ile araçları ayırt edemedikleri görülmektedir. Araştırmacının düzeltmesi ile kullanacakları araçları makas, falçata, cetvel ve zımba olarak belirten öğrenciler, modelleme sürecinde bu araçlardan sadece makas ve falçatayı kullanmıştır. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notu aşağıda verilmiştir.

A : *Malzeme-araç arasındaki farkı bilmiyorlar. Taslaklarda malzemelere yer vermişler.*

A : *Öğrenciler model oluşturma süreci öncesinde araçları belirlemeli. Süreçte kolaylık sağlar. Bazıları da getirmiyor. Eksik araçtan süreçte zorluk çekebiliyor.*

Yukarıda verilen araştırmacı alan notlarına göre, öğrencilerin malzeme ile araç arasındaki farkın bilinmediği araştırmacı tarafından ifade edilmektedir. Öğrencilerin model yapmak için kullanmayı planladıkları ya da getirdikleri her şeyi malzeme olarak gördükleri hem alan notlarında hem de öğrenci ifadelerinden tespit edilmiştir. Bu durumla ilişkili olarak yine öğrencilerin model oluşturma sürecinde araçları önceden belirlemedikleri, bundan dolayı modelleme sürecinde gerekli araçları eksik bir şekilde temin ettikleri ifade edilmektedir. Modelleme sürecinde gerekli olan araçları temin etmeyen ya da eksik temin eden öğrencilerin, modellerini oluşturmada zorlandıkları yine araştırmacı tarafından tespit edilmiştir. Bu duruma ek olarak araştırmacı öğrencilerin modellerinde yer verdikleri malzemeler ile bunların araçlarla kullanımı sırasında oluşan bazı durumlara da alan notlarında yer verdiği görülmektedir. Bu durumlara örnekler aşağıda verilmiştir.

A : *Genelde kullanılan malzemeler makas, maket bıçağı (falçata), cetvel. Zimba kullanan çok az. Yapıştırıcı olarak uhu ve bant neredeyse her grupta var. Boya tercih edenler az.*

A : *Sindirim sisteminde mideyi pamukla yaptılar. Kabarıksun istiyor ama sulu boya ile boyayınca yapıştı. Doğru seçim değil.*

A : *Kesme ve biçme işlemlerinde, araç seçiminde doğru karar veremeyenler var. Makasla mukavva kesiyor, malzeme zarar görüyor. Bunu fark edebiliyor, kısmen de sorunun üstesinden gelebiliyor gerekli araç varsa.*

A : *Grup maket bıçağıyla kesmesi gereken köpüğü makasla kesmeye çalışıyor. Malzeme parçalandı ve çöpe atıldı. Yenisini alıp yine makasla daha düzgün kesmeye çalıştılar ama yine de çok iyi olmadı.*

Araştırmacının yukarıda verilen alan notları incelendiğinde, öğrencilerin modelleme sürecinde genel olarak makas, falçata ve cetvel, sınırlı sayıda grubun ise zimba kullandıkları, bu araçlar ile süreçte yararlandıkları malzemeler arasında uyumsuzluğun belirlendiği ifade edilmektedir. Öğrencilerin belirledikleri malzemelere şekil vermek amacıyla kullanmaları gerekli araç yerine ellerinde mevcut olan araçları tercih ettikleri, bu

araçlar yardımıyla gerçekleştirdikleri işlemler sonucunda ise malzemeye zarar verdikleri ya da amaçladıkları şekilde biçimlendiremedikleri belirlenmiştir. Bundan dolayı malzemeleri de israf eden öğrencilerin, belirlenen bu durumun çözümüne yönelik davranış sergilemek yerine, modellerini daha zor bir şekilde aynı araçlarla devam ederek tamamlamaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerle gerçekleştirilen bir görüşme örneği aşağıda verilmiştir.

A : *Çocuklar, mukavvanın kenarları neden böyle oldu?*

Ö5 : *Öğretmenim biraz kötü oldu burası ya. Makasla kestik ondan biraz yırtık yırtık oldu kenarları.*

A : *Düzgün de kesememişsiniz sanki*

Ö7 : *Evet, bize falçata lazım ama aklımıza gelmedi getirmek. Olsaydı çizdiğimiz yerden dümdüz keserdik. Böyle hiç güzel olmadı.*

Öğrencilerle gerçekleştirilen yukarıdaki görüşme örneği incelendiğinde, mukavva kesmek için makas kullanıldığı ve bunun sonucunda mukavvanın amaçlanan şekilde düzgün kesilemediği ifade edilmektedir. Araştırmacının, bu durumu sorduktan sonra, araç olarak makas yerine falçata kullanmaları gerektiği öğrenciler tarafından belirtilmektedir. Öğrenciler bu noktada ellerindeki araçları tanımalarına rağmen bu aracın hangi malzemelerle uyumlu olduğunu tam olarak belirleyememektedirler. Bu bağlamda öğrenciler model oluşturma sürecinde *modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları tanıma, modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları kullanmayı bilme ve model kapsamında kullanacağı malzemeler ile bu modele uygun kullandığı makas, cetvel ve falçata gibi araçların oluşturduğu sorunları bulma ve bu sorunların üstesinden gelme* davranışları sergiledikleri tespit edilmiştir.

Tablo 26. Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisi ve Göstergeleri

Beceri	Göstergeler
Malzeme-Araç İlişkisi Kurma	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanır.
	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilir.
	Model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit eder ve bu sorunları çözer.

Tablo 26 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için malzeme-araç ilişkisi kurma becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği



görülmektedir. Bu beceriye sahip öğrenciler modelleme süreci kapsamında kullanacakları malzemeler için gerekli olan araçları ve bunların görevlerini bilir. Bununla birlikte bu malzemeler için gerekli araçların doğru bir şekilde kullanılmasını da bilir. Son olarak modelleme sürecinde belirlediği malzemeler ile kullanacağı araçlar arasında bir sorun olması durumunda bunları tespit eder ve sorunları ortadan kaldıracak alternatifler üretir. Örneğin, öğrencinin model kapsamında belirlediği kâğıt, karton, yapıştırıcı gibi malzemeleri kullanmak için gerekli olabilecek makas, maket bıçağı, zımba gibi araçların neler olduğunu; bu araçların seçtiği malzemeler kapsamında nasıl kullanılacağını (makasla ince malzemeleri, bıçakla daha kalın malzemeleri kesmek gibi) bilir. Belirlediği araçlar ile model malzemeleri arasında ortaya çıkabilecek sorunları (mukavvayı maket bıçağıyla kesmek yerine makasla kesmeyi denemek) tespit eder ve bu sorunların nasıl giderileceğini de bilir. Öğrencinin belirtilen bu malzeme-araç ilişkilerini tam ve doğru kurabilmesi için malzeme-araç ilişkisi kurma becerisine sahip olması gerektiği belirlenmiştir.

#### 4. 1. 2. 2. Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisine Ait Bulgular

Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden elde edilen verilerin analizi sonucu, öğrencilerin malzeme-model ilişkisi kurma becerisi davranışları sergilediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda belirlenen malzeme-model ilişkisi kurma becerisi davranışları ve bu davranışı sergileyen öğrencilerin frekans ve yüzdeleri Tablo 27’de gösterilmiştir.

Tablo 27. Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar

Gözlemlenen Davranışlar	Öğrenciler	Frekans	Yüzde
Seçilen malzemelerin kullanılacak modelin sertlik, sağlamlık gibi fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma	Ö5, Ö6 Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö34, Ö35, Ö36, Ö37, Ö38, Ö39, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö53, Ö54, Ö55, Ö56, Ö57	27	%47
Model için seçilen malzemeler ile modelin nasıl çalışacağını açıklama	Ö5, Ö6 Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33	11	%19
Model oluşturmak için ucuz ve her yerden kolayca ulaşılabilir malzeme temin etme	Ö5, Ö6 Ö7, Ö8	4	%7
Belirlenen malzemelerin model ile ilişkisini kurarken yaşanan sorunları tespit ederek üstesinden gelme	Ö5, Ö6 Ö7, Ö8, Ö37, Ö38, Ö39, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51	11	%19

Tablo 27’de öğrencilerin malzeme-model ilişkisi kurma becerisine yönelik belirlenen davranışlarına yer verilmiştir. Bu kapsamda Tablo 27 incelendiğinde en sık 27 öğrencinin (%47) seçilen malzemelerin kullanılacak modelin sertlik, sağlamlık gibi fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma davranışını sergilediği görülmektedir. Bu davranış ise öğrenciler modellerini yaparken modelin yapısal özelliklerine (sert, yumuşak, kaygan, dik durma vb.) göre malzeme seçtikleri anlamına gelmektedir. Yine Tablo 27’de 11 öğrencinin (%19) hem model için seçilen malzemeler ile modelin nasıl çalışacağını açıklama davranışı hem de belirlenen malzemelerin model ile ilişkisini kurarken yaşanan sorunları tespit ederek üstesinden gelme davranışını sergiledikleri görülmektedir. Bunun dışında Tablo 27’den de görüldüğü gibi dört öğrenci (%7) model oluşturmak için ucuz ve her yerden kolayca ulaşılabilir malzeme temin etme davranışını göstermiştir. Bu davranış oluşturulacak modele yönelik malzemelerin ekonomiklik ilkesine karşılık gelmektedir.

Modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinde öğrencilerin *seçilen malzemelerin kullanılacak modelin sertlik, sağlamlık gibi fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma* davranışı sergiledikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu davranışlara ait öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden ve araştırmacı alan notlarından alıntılar aşağıda yer almaktadır.

- A : *Size bir sorum daha var. Modelinizdeki malzemeleri seçerken nelere dikkat ettiniz? Malzemelerin yapısı, rengi falan önemli mi modelinizde?*
- Ö56 : *Öğretmenim aslında dikkat ettiğimiz şey taslak çizdik ya onun gibi olmasıydı. Orada renkli toplar gibi şeyler vardı. İlk topla denedim ben ama pipetleri tutturması zor. Yani düzgün olmuyordu. Sonra oyun hamuruna karar verdik.*
- Ö55 : *Oyun hamuru kolay şekil alıyor. Hem de boyamadan istediğimiz rengi kendisinden var. Pipetleri de tutturması kolay. O yüzden daha iyi oldu böyle.*
- A : *Sağlam mı oldu sizce?*
- Ö55 : *Yok yok öğretmenim ellemeyin sağlam değil pek. Oyun hamuruyla yapınca sağlam olmuyor. Zaten kartonun üzerinde de çok iyi durmuyor. Dikkat etmemiz lazım.*

Yukarıda araştırmacı ile altıncı sınıf grup beş öğrencileri ile gerçekleştirilen görüşme kayıtlarından bir kesit verilmiştir. Bu noktada araştırmacının, Şekil 23’te yer alan NaCl molekül modelini hazırlayan öğrencilerin kullandıkları malzemelerin fiziksel ve biçimsel özellikleriyle modelin ilişkisini irdelemeye çalıştığı görülmektedir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, ilk olarak belirledikleri malzeme olan topla denemenin başarısız olması sebebiyle, daha kolay şekil verilebilen oyun hamurunu tercih ederek modellerini oluşturduklarını ifade etmektedirler. Oyun hamurunun sağladığı diğer bir avantajın ise,

kendi rengi olmasından dolayı boyama ihtiyacının ortadan kalkması olduğunu ifade eden öğrenciler, bu sebeplerden ötürü modellerinde oyun hamuruna yer verdiklerini belirtmiştir. Bununla birlikte araştırmacı, öğrencilerin hazırlamış oldukları bu modelde oyun hamuru ve pipet kullanmalarından ötürü sağlam olup olmadığını incelemiştir. Öğrenciler de modellerinde kullandıkları malzemelerden ötürü modellerinin dayanıklı bir yapıda olmadığını farkında olduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu görüşlerine ilişkin araştırmacı alan notlarında bir örnek aşağıda yer almaktadır.

*A : Modelde seçilen malzemenin yapısı da önemli. Genelde kolay işlenir ve renk seçimi kolay olduğu için öğrenciler hep oyun hamuruna yöneliyor. Fakat oyun hamuru da modelin çok çabuk bozulabilir olmasına sebep oluyor. Hem dayanıklı hem işlenmesi kolay malzeme bulmak gerek.*

Yukarıda verilen araştırmacı alan notu incelendiğine, öğrencilerin modellerinde malzeme seçiminde dikkat ettikleri şeyin kolay işlenebilirlik olduğunun ifade edildiği görülmektedir. Bu sebepten pek çok öğrencinin modellerinin fiziksel yapısına kolay uyum sağlayabilen oyun hamurunu tercih ettikleri araştırmacı tarafından da ifade edilmektedir. Bununla birlikte, seçilen malzemenin yine fiziksel özelliği dolayısıyla modelin sağlamlığına katkıda bulunmasının önemli olduğunu ifade eden araştırmacı, öğrencilerin modellerinde oyun hamuru kullanmalarından dolayı sağlamlık unsurunu göz ardı ettiklerini belirtmektedir. Yukarıda verilen görüşme kesiti ve araştırmacı alan notlarından da anlaşılacağı üzere öğrencilerin modelleme sürecinde *seçilen malzemelerin kullanılacak modelin sertlik, sağlamlık gibi fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma* davranışı sergiledikleri tespit edilmiştir.

Modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinde öğrencilerin *model için seçilen malzemeler ile modelin nasıl çalışacağını açıklama* davranışı sergiledikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu davranışlara ait öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden ve araştırmacı alan notlarından alıntılar aşağıda yer almaktadır.

*A : Evet çocuklar, sizin modeliniz ne durumda bir bakalım. Ağız modelinde kullandığınız malzemeler neler?*

*Ö10 : Mukavva kullandık zemin olsun diye. Üstüne de dişleri yaptık öğretmenim.*

*A : Peki bu malzemeleri seçtiniz. Ağız açılıp kapanan, hareket eden bir organımız. Bu olayla malzemelerinizin bir bağlantısı var mı? Modeli nasıl yaptınız?*

*Ö10 : Öğretmenim ilk önce mukavvadan çene kısmını yaptık, sonra oyun hamurları ile dişleri çizdik. Şimdi alt çenenin açılıp kapanması gerekiyor. Onun içinde iki tane*

*mukavvayı birbiri ile bantlamaya karar verdik. Böylece ağız gibi hareket eder modelimiz de. Sadece dişler düşüyor bazen onu iyi yapıştırmak lazım.*

Yukarıda verilen görüşme kesiti incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin modellerinde yer verdikleri malzemeler ile modellerinin nasıl çalışacağını ilişkilendirme durumlarının irdelendiği görülmektedir. Öğrenciler ağız modelini oluşturma sürecinde, alt çenenin açılma kapanma hareketini dikkat aldıklarını belirtmişlerdir. Yine öğrenciler modelin hareketli olması için iki farklı mukavvayı birbirine bant ile birleştireceklerini söylemişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin model için seçtikleri bant ve mukavvanın, modelin çalışmasına nasıl katkıda bulunacağını açıkladıkları görülmektedir. Bu durum araştırmacı alan notlarına aşağıdaki gibi yansımıştır.

A : *Malzeme seçiminde öğrenci modelinde kuracağı mekanizmayı dikkate almalı. Sabit durması gereken bir şey ya da hareketli bir kısım seçeceği malzemenin yapısının da buraya uygun olması gerek. Çene modeli gibi bir örnekte bu daha belirgin anlaşılıyor.*

A : *Solunum sistemi modelinde akciğer balonla modellendi. Malzemenin yapısı çalışma şeklini kurmaya uygun olduğu için seçilmiş. Malzeme seçilirken benzerlik ilişkisi yanında mekanizma gibi bir yapı varsa bunu da sağlayacak şey seçmek gerekli.*

Yukarıda verilen araştırmacı alan notlarına göre, öğrencilerin modelleme yaparken kullandıkları malzemelerin, modelde nitelediği benzerliğin yanında, çalışmasını da sağlayacak bir yapıda olmasını belirttiği görülmektedir. Alan notlarında verilen ağız modelinde, hareketli bir mekanizma olmasından dolayı, solunum sistemi modelinde ise akciğerlerin şişme hareketi yapmasından dolayı, bunlar için seçilecek malzemenin bu olayları da sağlayacak yapıda olması gerektiği araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Öğrencilerin modelleme sürecinde sergilediği davranışlar, öğrencilerle yapılan görüşmeler ve araştırmacı alan notlarından da görüleceği üzere öğrencilerin modelleme çalışmalarında *model için seçilen malzemeler ile modelin nasıl çalışacağını açıklama* davranışı sergiledikleri belirlenmiştir.

Modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinde öğrencilerin *model oluşturmak için ucuz ve her yerden kolayca ulaşılabilir malzeme temin etme* davranışı sergiledikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu davranışlara ait öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden ve araştırmacı alan notlarından alıntılar aşağıda yer almaktadır.

- A : Öğrenciler modelleme sürecinde nerdeyse bütün modellerde oyun hamuru kullanıyor.
- A : Yine bu sınıf da oyun hamuru ile modeller yapacak. Malzeme seçiminde maliyet oluşturan bir unsur bu. Evde bulduğu malzemeleri getiren bir grup var.
- A : Kırtasiyeden alınmış malzemeler. Özellikle evden malzeme getirmelerini istediğim halde para harcanarak malzeme temini var.
- A : Temin edilen malzemeler basit şeyler. Karton, el işi kâğıdı, oyun hamuru vs. ama satın alınan şeyler. Evden malzeme getiren öğrenci yok.
- A : Gruplarda malzeme temin etmede basit, ulaşması kolay malzemeler seçiliyor. Kırtasiyeden almasalar daha iyi olurdu. Hazır malzemeler olduğu için, kolay buldukları için bunları tercih ediyorlar sanırım.

Yukarıda verilen araştırmacı alan notlarına göre, öğrencilerin malzeme seçiminde tercih ettikleri ana malzemenin oyun hamuru olduğu görülmektedir. Daha önce verilen Tablo 19'dan (OFÜ) görülebileceği üzere öğrencilerin seçtikleri malzemelerin oyun hamuru, mukavva, karton gibi kırtasiye malzemeleri olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin modelleme çalışmalarında kullandıkları bu malzemelerin model oluşturma sürecinde bir maliyet oluşturduğu araştırmacı tarafından alan notlarında da belirtilmektedir. Öğrencilerin ucuz da olsa bu malzemeleri tercih etmeleri yerine, etrafında ya da evinde yer alan malzemeleri tercih etmediği yine araştırmacı alan notlarından görülmektedir. Bununla birlikte araştırmacı alan notlarında öğrencilerin malzeme seçiminde kolay temin etme unsuruna dikkat ederek malzeme tercih ettikleri görülmektedir. Öğrenciler, malzeme seçiminde hazır malzemelere yönelerek kolayca malzeme temin etme işlemini tamamlama yoluna gitmişleridir. Bu durumla ilgili olarak araştırmacı öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirmiştir. Bu görüşmelerden bir örnek aşağıda yer almaktadır.

- A : Çocuklar size bir soru daha. Malzemelere toplam ne kadar para verdiniz?
- Ö18 : Kırtasiyeden aldık hepsini. Yaklaşık 20 TL kadar verdik. Bölüştük işte beşer lira. Böylece aldık malzemeleri.
- A : Neden para vererek aldınız? Bu malzemeleri parasız bir şekilde temin edemez miydiniz?
- Ö18 : Öğretmenim bunlar kırtasiyede satılıyor. Parasız alamayız ki.
- A : Onu demek istemedim. Yani bunlar yerine aynı işi yapan malzemeler olamaz mı? Para vermeden alabileceğiniz?

Ö20 : *Bunları kolayca bulabiliyoruz öğretmenim. Öteki türlü malzemeleri aramamız gerekirdi. Belki yerine bulamazdık bir şey. Bu sefer de malzemesiz kalırdık.*

Ö18 : *Evet öğretmenim. Zaten önceden belirlediğimiz için her yerde bulabiliriz bunları. Ama doğru biraz para harcadık bunun için. Olsun güzel olacaksa para veririz.*

Yukarıda verilen görüşme kesiti incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin almış oldukları malzemelerin maliyeti ve temin edilme zorluğuna ilişkin sorular yönelttiği görülmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin cevapları incelendiğinde temin etmiş oldukları malzemelere bir bütçe ayırdıkları ve bunu da grup üyeleriyle paylaşarak karşıladıkları görülmektedir. Öğrencilerin neden kırtasiyeden malzeme alma yoluna gittikleri yönünde sorulan soruya verdikleri cevap incelendiğinde, belirledikleri malzemelerin kırtasiye ürünleri olması sebebiyle buradan alınması gerektiği yönünde bir cevap verdikleri görülmektedir. Öğrencilerin burada maliyet noktasında, para vermeden model malzemesi temin edemedikleri, bunun sebebinin de belirledikleri malzemelerin kırtasiye malzemeleri olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Öğrencilerin kırtasiye malzemelerini temin etmelerindeki nedene yönelik sorulan soruya ise, malzemelerin kolay bulunabilir olması şeklinde cevap verdikleri görülmektedir. Yukarıda verilen örneklerden de görüldüğü üzere öğrenciler model malzemelerini belirlerken maliyet unsurunu görmezden gelerek hareket ettikleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin malzemelerin kolay bulunabilir olmasına dikkat ederek model oluşturdukları da belirlenmiştir. Öğrencilerin model oluşturma sürecinde malzeme belirleme noktasında maliyeti düşük malzemeleri tercih etmeleri gerektiği, bununla birlikte kolay bulunabilir malzemelere yönelmeleri gerektiği ifade edilebilir. Dolayısıyla öğrencilerin modelleme çalışmalarında *model oluşturmak için ucuz ve her yerden kolayca ulaşılabilir malzeme temin etme* davranışı sergilemeleri gerektiği belirlenmiştir.

Modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinde öğrencilerin *belirlenen malzemelerin model ile ilişkisini kurarken yaşanan sorunları tespit ederek üstesinden gelme* davranışı sergiledikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu davranışlara ait öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden ve araştırmacı alan notlarından alıntılar aşağıda yer almaktadır.

A : *Nasıl gidiyor çocuklar? Ne yapıyorsunuz, bir problem var mı?*

Ö38 : *Öğretmenim biz gezegenleri yapıyoruz. Gezegenleri oluştururken de renkli oyun hamurlarını çubuklarla strafora tutturduk. Ama sonra bu hamurlar ağır geldi yere düştü hepsi.*

A : *Peki bu düşme probleminin üstesinden nasıl geldiniz?*

Ö37 : *Öğretmenim ben söyleyebilir miyim?*

A : Söyle bakalım.

Ö37 : Öğretmenim bize hem top şeklinde bir şey hem de hafif bir şey lazımdı. Elimizdeki straforu yuvarlak şekilde kesip renkli el işi kağıtları ile kapladık. Daha sonra kapladığımız topları çubuklara taktık.

Yukarıda verilen görüşme örneği incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin modelleme sürecinde yaşadıkları bir probleme yönelik neler yaptıklarına ilişkin bir inceleme yaptığı görülmektedir. Öğrencilerin yapmakta oldukları modelde, ilk planları olan tahta çubuklara oyun hamurları yerleştirerek gezegenleri gösterme, oyun hamurlarının fazla ağır gelmesi sebebiyle gerçekleştirilememiştir. Öğrenciler bu durumu fark ederek alternatif bir çözüm yolu üretmiş, malzeme değişikliği ile oyun hamuru yerine daha hafif olan strafor köpük ve renkli el işi kâğıdı kullanarak gezegenleri gösterme yoluna gittikleri görülmektedir. Öğrenciler bu modelleme sürecinde ilk olarak belirlemiş oldukları malzemelerin modelleme sürecinde kendilerine sorun çıkardığını fark etmişlerdir. Bu malzemenin oluşturduğu problemin farkında olan öğrenciler, modelleme sürecine devam etmeyerek malzeme değişikliğine gitmiş ve problemi gidermişlerdir. Yukarıdaki örnekten de anlaşılacağı üzere öğrencilerin bu süreçte *belirlenen malzemelerin model ile ilişkisini kurarken yaşanan sorunları tespit ederek üstesinden gelme* davranışı sergiledikleri tespit edilmiştir.

Tablo 28. Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisi ve Göstergeleri

Beceri	Göstergeler
Malzeme-Model İlişkisi Kurma	Model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurar.
	Model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurar.
	Model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat eder.
	Belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit eder ve bunların nasıl giderileceğini bilir.

Tablo 28 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için malzeme-model ilişkisi kurma becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği görülmektedir. Bu beceriye sahip öğrenciler modelleme süreci kapsamında seçtiği malzemelerin fiziki özellikleri ile modelin ve kaynak nesnenin fiziki özellikleri arasında çeşitli ilişkiler kurar. Aynı zamanda bu malzemeler ile modelin ve kaynak nesnenin çalışma prensiplerini de göz önünde bulundurarak aralarında bir ilişki kurar. Öğrenci malzemelerin temin edilmesi noktasında ekonomik ve kolay bulunabilir olması hususuna dikkat eder. Son olarak modelleme süreci kapsamında belirlediği malzemeler ile modeli arasında olabilecek

sorunları tespit eder ve bunların giderilmesine yönelik alternatif malzemelerin neler olabileceğini bilir. Örneğin; modelleme sürecinde öğrenci seçtiği malzemenin doku, renk, büyüklük, ağırlık gibi fiziksel özellikleriyle yapacağı model arasında bir ilişki kurar. Bununla birlikte belirlediği bu malzemelerin model üzerindeki görevleriyle ve çalışma prensipleriyle bir ilişki kurar. Bunlara ek olarak öğrenci malzeme seçiminde bunların ekonomik olmasına, aynı zamanda da kolay bulunabilir olmasına dikkat eder. Öğrenci bu beceri kapsamında son olarak modelleme sürecinde temin ettiği bu malzemelerin model ile olan ilişkisi arasında modele renk, büyüklük, doku ya da ekonomik, ulaşılabilirlik noktalarına bir sorun varsa bunu tespit eder ve bunları gidermeye yönelik alternatif çözüm yolları üretir. Öğrencinin belirtilen bu malzeme seçimi ve model ilişkisini tam ve doğru kurabilmesi için malzeme-model ilişkisi kurma becerisine sahip olması gerektiği belirlenmiştir.

#### 4. 1. 2. 3. Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisine Ait Bulgular

Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden elde edilen verilerin analizi sonucu, öğrencilerin modele ilişkin araştırma yapma becerisi davranışları sergilediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda belirlenen modele ilişkin araştırma yapma becerisi davranışları ve bu davranışı sergileyen öğrencilerin frekans ve yüzdeleri Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tablo 29. Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar

Gözlemlenen Davranışlar	Öğrenciler	Frekans	Yüzde
Model için gerçekleştireceği araştırmanın sürecini bilme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö37, Ö38, Ö39, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö55, Ö56, Ö57	18	%32
Araştırma kapsamında kitaplar, ilgili literatür tarama, videolar izleme gibi hangi kaynaklardan yararlanacağını bilme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö37, Ö38, Ö39, Ö55, Ö56, Ö57	14	%25
Model için topladığı dokümanları değerlendirerek sonuç çıkarma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö37, Ö38, Ö39, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö55, Ö56, Ö57	19	%33

Tablo 29'da öğrencilerin modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri kapsamında, öğrenci mülakatlarından ve araştırmacı alan notlarından elde edilen verilerin analizi sonucu öğrencilerin sergilemiş oldukları modele ilişkin araştırma yapma becerisi davranışları gösterilmiştir. Tablo 29 incelendiğinde 19 öğrencinin (%33) model için topladığı dokümanları değerlendirerek sonuç çıkarma



davranışını sergilediği görülmektedir. Bu davranış, öğrencilerin model oluşturmadan önce modeli oluşturmaya yönelik yaptığı araştırmaları analiz ederek sonuç çıkarabildiği anlamına gelmektedir. Yine Tablo 27’de 18 öğrencinin (%32) model için gerçekleştireceği araştırmanın sürecini bilme davranışı sergilediği görülmektedir. 14 öğrenci ise (%25) araştırma kapsamında kitaplar, ilgili literatür tarama, videoları izleme gibi hangi kaynaklardan yararlanacağını bilme davranışı sergilemiştir. Bu davranış ise öğrencilerin modelini oluşturmadan önce modele yönelik hangi kaynakları tarayacağını bilmesi anlamına gelmektedir.

Modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinde öğrencilerin *model için gerçekleştireceği araştırmanın sürecini bilme* davranışı sergiledikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu davranışlara ait öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden ve araştırmacı alan notlarında alıntılar aşağıda yer almaktadır.

A : *Evet çocuklar, hangi modeli çizeceksiniz?*

Ö34 : *Dünya'nın katmanlarını modellemeye çalışacağız öğretmenim. Bizim konularımızda var ama henüz görmedik bu konuyu. Öğrenmek için yaparsak iyi olur diye düşündük.*

A : *Peki bir hafta boyunca bu modeli yapacağınıza karar verdiniz. Bu bir haftalık süreçte bu modeli yapacağınıza nasıl karar verdiniz? Hangi aşamalardan geçtiniz?*

Ö34 : *Öğretmenim önce ne yapalım diye düşündük. Sonra kitaptan konularımıza baktık.*

Ö36 : *Öğretmenim kitaptan bakarken ben anneme de gittim sordum. Ben hep nasıl bir yerde yaşadığımızı merak ediyordum. Yani dünyamızın yapısının nasıl olduğunu anneme sordum.*

A : *Güzel. Peki annen nasıl cevap verdi?*

Ö36 : *Öğretmenim annem dünyamızın bazı katmanlardan oluştuğunu söyledi. Bu katmanların bizi güneşin zararlı ışınlarından koruduğunu da söyledi. Ama katmanları tam olarak bilmiyormuş. Daha sonra ben de diğer arkadaşlarıma bunu anlattım.*

A : *Peki diğer arkadaşların ne dedi?*

Ö35 : *Öğretmenim daha sonra hep birlikte kitabımızdan ve internetten de baktık. Çok güzel şekilli renkli şeyler çıktı. Burada dünyamızın katmanlarının taş küre, su küre, hava küre, ateş küre ve ağır küre olduğunu gördük ve bunu modellemeye karar verdik.*

Ö34 : *Öğretmenim bulduğumuz şekillerin çıktıklarını aldık. Siz bize bulduklarınızı getirin demiştiniz çünkü.*

- A : *Peki bu modelinizi belirlerken hangi aşamalardan geçmiş oldunuz?*
- Ö35 : *Öğretmenim yani önce yapacağımız modele hep birlikte karar verdik. Daha sonra araştırmalar yaptık. Ama araştırma yaparken sadece kitaptan bakmadık. İnternetten falan da baktık. İşte Ö34 annesine sormuş ama ben sormadım. O bilmez bunu. İnternet ve kitaba baktık. Sonra bulduklarımızı getirdik işte.*
- A : *Bu bulduğunuz şekilleri incelediniz mi? Bu katmanlar ne işe yarıyor, görevleri neler, modelinizde nasıl göstereceksiniz hiç üzerinde düşündünüz mü?*
- Ö36 : *Yani bunları düşünmedik. Ama modeli yapınca bunları da inceleriz o zaman.*

Yukarıda verilen görüşme örneği incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin modelleri için yapmış oldukları araştırma sürecine ilişkin sorular sorduğu görülmektedir. Araştırmacı ilk olarak öğrencilere yapacakları modele karar verme durumlarını sormuş, öğrenciler ise belirledikleri modeli söyleyerek bu modeli öğrenmek için yapacaklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu noktada, yeterince hâkim olmadıkları bir konu çerçevesinde modelleme yapmaya çalıştıkları görülmektedir. Konuyu belirleme sürecinde Ö36 kodlu öğrencinin, annesine danışarak genel itibarıyla ders kitapları ve internetten yararlanan öğrencilerin aksine farklı bir bilgi kaynağına ulaşmaya çalıştığı görülmektedir. Yine öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, model konusuna karar verme ve modelle ilgili yapacakları araştırmada ders kitaplarını inceledikleri ve internet ortamından belirledikleri konuya ilişkin veri topladıkları görülmektedir. Öğrencilerin bu noktada *araştırma kapsamında kitaplar, ilgili literatür tarama, videolar izleme gibi hangi kaynaklardan yararlanacağını bilme* davranışı sergiledikleri belirlenmiştir. Yani öğrenciler yapacakları modele ilişkin gerçekleştirmeleri gereken araştırma sürecinde, çeşitli kaynaklardan yararlanarak veri toplamışlardır. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notlarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

- A : *Öğrenciler model için genelde kitaptan araştırma yapıyorlar. İmkânı olanlar evinde internetten de bakmış.*
- A : *Kitap ve internetten bakan öğrenci çok. Bunun dışında başka kaynakları araştıran öğrenciler yok.*
- A : *Gruplar kitaplardaki bilgileri araştırma olarak getirmiş. İnternetten çıktılar almışlar. Bu kaynaklar dışında ailesinde birilerine danışan birkaç öğrenci de tespit edildi.*

A : *Öğrencilerin model için tercih ettiği kaynaklar ders kitapları ve internet. İnternette bakanlar genelde yapacakları modelin daha önce gerçekleştirilmiş görselini getirmiş. Sonuçlar, kaynaklarda kısıtlı kaldıklarını gösteriyor.*

Yukarıda verilen araştırmacı alan notları incelendiğinde, öğrencilerin model oluşturma sürecinde gerçekleştirdikleri araştırmalarda kaynak olarak genellikle ders kitaplarını ve interneti kullandıkları ifade edilmektedir. Bazı öğrencilerin ise bu kaynaklar dışında aile üyelerine danışarak bilgi elde etmeye çalıştıkları da yine araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Öğrencilerin, modelleme sürecinin başında oluşturacakları taslaklarını şekillendirecekleri bilgilere ulaşmaları bağlamında yaptıkları araştırma sürecinde kaynak çeşitliğini kısıtlı da olsa sağladıkları tespit edilmiştir.

Öğrenciler seçtikleri modelleri yapmadan önce bir süreç geçirmişlerdir. Bu süreç, hangi modelin hangi kısımlarını seçeceklerine, seçtikten sonra da hangi araç ve malzemeleri kullanacaklarına karar verme aşamalarından oluşmaktadır. Bu başlık altında da öğrencilerin modelini oluşturmadan önce topladığı verileri nasıl analiz ettikleri incelenmiştir. Öğrencilerin bir kısmı doğrudan internette ya da kitaplardan buldukları model örneklerini birebir yapmıştır. Bazı öğrenciler de topladığı verileri kendileri yorumlayarak modellerine ulaşmışlardır. Aşağıda bir grup öğrenci ile araştırmacı arasında geçen diyaloga yer verilmiştir.

A : *Evet çocuklar, ne modeli oluşturacaksınız?*

Ö1 : *Solunum sistemi modeli oluşturacağız.*

A : *Peki bu modelle ilgili nasıl bir araştırma yaptınız?*

Ö2 : *Öğretmenim biz önce kitaptan bu modele baktık. Solunum sisteminin nasıl çalıştığı yazıyordu. Daha sonra internette balon ve pet şişeleri kullanarak bir solunum modeli vardı. Onun resmini getirdik ondan yapacağız.*

A : *Peki pet şişe ve balon kullanmadan yapılan başka bir model aklınıza geldi mi? Ya da araştırdınız mı?*

Ö1 : *Bunu araştırdık işte öğretmenim. Bunun güzel olduğunu düşündük.*

Yukarıda verilen görüşme örneği incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin modelleri için yapmış oldukları araştırma sürecine ilişkin sorular sorduğu görülmektedir. Öğrencilerin modelleri için yaptıkları araştırmanın ders kitapları ve internette buldukları bir solunum sistemi modeli ile kısıtlı olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin elde ettikleri bu verileri, doğrudan kullanma yoluna gittikleri, topladıkları verileri yorumlama yoluna gitmedikleri görülmektedir. Bununla birlikte aşağıdaki görüşme kesintinde olduğu gibi öğrencilerin topladıkları verileri analiz ederek modelleme sürecine geçtikleri görülmektedir.

- A : *Evet çocuklar, ne modeli oluşturacaksınız?*
- Ö : *Hücre modeli öğretmenim.*
- A : *Peki bu modelle ilgili nasıl bir araştırma yaptınız?*
- Ö1 : *Öğretmenim önce herkes bu modelle ilgili araştırma yaptı. Yani ayrı ayrı bu modelle ilgili neler bulabiliriz araştırdık. Daha sonra topladık.*
- A : *Peki bu araştırma sürecinde kimler ne buldu?*
- Ö1 : *Öğretmenim ben önce babama sordum. Benim babam da öğretmen. Babam bitki ve hayvan hücresi modelinin olabileceğini söyledi.*
- Ö2 : *Öğretmenim ben de ağabeyime sordum. Onlar daha önce görmüşler, o da bana hücreyi anlattı.*
- Ö3 : *Öğretmenim benim de CD'lerim var. Fen bilgisi konularını videolarla anlatıyor. Orada hücre ile ilgili video izledim.*
- A : *Güzel, hepiniz araştırma yapmışsınız. Peki çocuklar bu araştırmalarınızı daha sonra nasıl birleştirdiniz?*
- Ö1 : *Öğretmenim herkes ne bulunduğunu gösterdi. Daha sonra oyun hamurlarıyla hangisini yapabiliriz diye düşündük. En güzel bitki hücresi olur dedik. Çünkü elimizde yeşil renkli oyun hamurları da var çok güzel modelleriz dedik.*
- A : *Aferin çocuklar.*

Yukarıda verilen görüşme örneği incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin modelleme süreci öncesinden gerçekleştirmiş oldukları araştırma süreciyle ilgili sorular sorduğu görülmektedir. Buna göre öğrencilerin modelleme sürecine başlamadan önce bir model konusu belirledikleri, bu model konusu kapsamında onlara verilen ödev olan araştırma süreciyle veri topladıkları ifade edilmektedir. Öğrencilerin veri kaynağını çeşitlendirme çalışması içine girdikleri cevaplarından da anlaşılmaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin, araştırma süreci kapsamında bu veri kaynaklarından elde ettikleri verileri, malzeme uyumu ve modelin güzel olması bağlamında yorumlamaya çalıştıkları, yani topladıkları verileri analiz ettikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin bir araştırma süreci içine girdikleri, bu araştırma sürecinde veri toplamak için çeşitli kaynakları inceledikleri ve bu verileri analiz ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu süreç çerçevesinde *model için gerçekleştireceği araştırmanın sürecini bilme ve modele için topladığı dokümanları değerlendirerek sonuç çıkarma* davranışları sergiledikleri tespit edilmiştir.

Tablo 30. Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisi ve Göstergeleri

Beceri	Göstergeler
Modele İlişkin Araştırma Yapma	Modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilir.
	Modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilir.
	Modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz eder.

Tablo 30 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için modele ilişkin araştırma yapma becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği görülmektedir. Bu beceriyle öğrenci gerçekleştireceği modelleme çerçevesinde yapacağı araştırma sürecinin hangi basamaklardan oluştuğunu ve bu basamaklarda neler yapması gerektiğini bilir. Bununla birlikte öğrenci, modelleme için araştırma yaparken ders kaynaklarıyla birlikte, internette bulunan ve doğruluğu kabul edilen kaynaklara ve belli zamanlarda da ailesine başvurması gerektiğini bilir. Son olarak öğrenci bu beceri doğrultusunda belirlediği kaynaklardan topladığı verileri doğru bir şekilde analiz ederek sunar. Örneğin, öğrenci modellemeye başlamadan önce ilk olarak modeline ilişkin ulaşması gereken kaynakları belirler, bu kaynaklardan veriler toplar, elde ettiği bu verileri analiz eder ve modeli için hangi verilerin kullanılması gerektiğine karar vererek araştırmasını tamamlar. Öğrencinin belirtilen bu modele ilişkin araştırma yapabilmesi, doğru kaynaklara ulaşabilmesi ve bu kaynaklardan elde ettiği verileri analiz edebilmesi için modele ilişkin araştırma becerisine sahip olması gerektiği belirlenmiştir.

#### 4. 1. 2. 4. Model Planı Hazırlama Becerisine Ait Bulgular

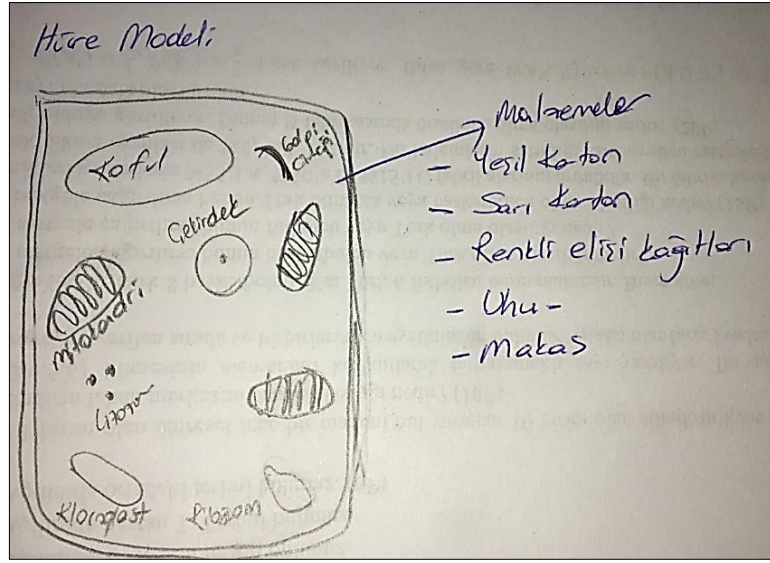
Modelleme becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinden elde edilen verilerin analizi sonucu, öğrencilerin model planı hazırlama becerisi davranışları sergilediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda belirlenen model planı hazırlama becerisi davranışları ve bu davranışı sergileyen öğrencilerin frekans ve yüzdeleri Tablo 31’de gösterilmiştir.

Tablo 31. Model Planı Hazırlama Becerisine Yönelik Belirlenen Davranışlar

Gözlemlenen Davranışlar	Öğrenciler	Frekans	Yüzde
Yapılacak modeli bir kâğıtta çizerek taslağını oluşturma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö9, Ö10, Ö11, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö34, Ö35, Ö36, Ö37, Ö38, Ö39, Ö40, Ö41, Ö42, Ö43, Ö44, Ö45, Ö46, Ö47, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö53, Ö54, Ö55, Ö56, Ö57	51	%90
Oluşturulan model taslağında hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirler	Ö9, Ö10, Ö11, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö37, Ö38, Ö39, Ö55, Ö56, Ö57	21	%37
Modelleme sürecini planlama	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö37, Ö38, Ö39, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö55, Ö56, Ö57	21	%37

Tablo 31’de öğrencilerin model planı hazırlama becerisine yönelik belirlenen davranışlarına yer verilmiştir. Tablo 31 incelendiğinde 51 öğrencinin (%90) yapılacak modeli bir kâğıtta çizerek taslağını oluşturma davranışını sergilediği görülmektedir. Yani 51 öğrenci modeli yapmadan önce araştırmalarını analiz ettikten sonra bir kâğıt üzerinde model planı yapmaktadırlar. Yine Tablo 31’de 21 öğrencinin (%37) hem oluşturulan model taslağında hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirleme hem de modelleme sürecini planlama davranışlarını sergiledikleri görülmektedir. Bu davranışlar ise öğrencilerin model taslağında kullanacağı malzeme ve araçların listesini yapabilmesi ve modelleme sürecini bu doğrultuda planlayabilmesi anlamına gelmektedir.

Modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecinde gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinde, öğrenciler ilk olarak bir taslak oluşturma ile hazırlamayı planladıkları modelin krokisini oluşturmaya çalışmışlardır. Bu bağlamda öğrencilerin *yapılacak modeli bir kâğıtta çizerek taslağını oluşturma* davranışı sergiledikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu davranışa ait öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden ve araştırmacı alan notlarından alıntılar aşağıda yer almaktadır.



Şekil 33. Ö22, Ö23, Ö24 ve Ö25 kodlu öğrencilerin modelleri için hazırladıkları taslak

Şekil 33'te Ö22, Ö23, Ö24 ve Ö25 kodlu öğrencilerin hazırladıkları hücre modeli taslağı verilmiştir. Verilen şekil incelendiğinde öğrencilerin bir bitki hücresi modeli oluşturmayı planladıkları görülmektedir. Hazırladıkları taslakta, modellerinde yer vermeyi düşündükleri organelleri ve hücrenin genel yapısını çizdikleri, sağ tarafta ise bu model için kullanmayı düşündükleri malzeme ve araçlara yer verdikleri görülmektedir. Öğrencilerin taslaklarını oluşturma sürecinde yapacakları modelin boyutuyla ilgili bir bilgiye yer vermedikleri tespit edilmiştir. Ek olarak model üzerinde yer alacak kısımlarda, hangi malzemeleri kullanacaklarını da tek tek belirtmedikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilere, hazırlamış oldukları taslağa ilişkin yöneltilen görüşme soruları ve verdikleri cevaplar aşağıda yer almaktadır.

A : Evet çocuklar ne çizdiniz açıklayın bakalım.

Ö22 : Öğretmenim hücre modeli çizdik.

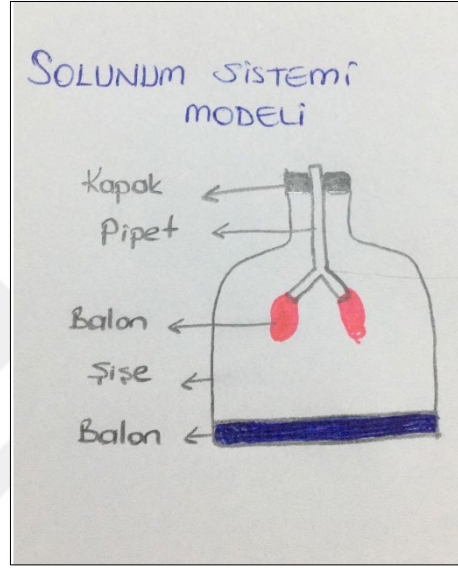
A : Nasıl yaptınız?

Ö22 : Öğretmenim şimdi ilk önce araştırdıklarımızın sonucunda hücre modelini çizdik. Sonra hangi malzemeleri kullanacağımızı belirledik. Bu şekilde yapacağımız modelin taslağını oluşturduk.

A : Peki, taslakta şekil ve malzemeler dışında bir şeyin olması gerekiyor mu? Mesela organelleri hangi el işi kağıdı ile yapacaksınız belli mi? Veya kartonla mı yapacaksınız?

Ö22 : Onları belirlemedik öğretmenim. Yani şekildeki şeyleri kendimize göre yaparız diye düşündük. Bakalım yaparken karar veririz ona bence.

Yukarıda verilen görüşme örneğinde, araştırmacı öğrencilerin hazırlamış oldukları model taslağına ilişkin bazı sorular sormuştur. Öğrencilerin hazırlamış oldukları model taslağında, modelleme için gerekli araç ve malzemelere yer vermelerine rağmen, modelin hangi kısmında hangi malzemeleri kullanacaklarını belirtmediklerini fark eden araştırmacı, öğrencilerin de bu durumun farkında olmadıklarını belirlemiştir. Öğrenciler malzemeleri belirlemelerine rağmen, model üzerinde belirtecekleri kısımların ne renk olacağına modelleme sürecinde karar vermeyi planladıklarını belirtmişlerdir.



Şekil 34. Ö30, Ö31, Ö32 ve Ö33 kodlu öğrencilerin hazırladıkları solunum sistemi model taslağı

Şekil 34'te verilen solunum sistemi model taslağı incelendiğinde öğrencilerin yapacakları modelin genel görüntüsünü çizdikleri, bu modeli oluşturma sürecinde kullanmayı düşündükleri malzemelere yer verdikleri görülmektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin modellerinde kullanmayı planladıkları malzemeleri, modelin hangi kısımlarında kullanacaklarını da tek tek belirttikleri belirlenmiştir. Araştırmacının bu duruma ilişkin öğrencilere sorduğu sorular ve öğrencilerin verdiği cevaplar aşağıda yer almaktadır.

A : *Peki şimdi, güzel bir model yapacağınızı söylüyorsunuz. İnternetteki her model güzel midir?*

Ö32 : *Yani öğretmenim güzelleri seçiyoruz biz zaten.*

A : *Peki malzemeleri belirlemiştiniz. Bunu model taslağı üzerinde neden belirttiniz? Mesela liste şeklinde yazsak ne olurdu?*



- Ö33 : *Bir şey olmazdı aslında. Çünkü bizde malzeme çok değil. Ama mesela malzemesi çok olan bir model yapsaydık, orada karışırdı eğer belirtmezsek. Yani hangi malzemeyi kullanacağız zor olurdu. Böyle yaparsak daha planlı olur.*
- Ö30 : *Öğretmenim, bazen de şey oluyor. Mesela modeli yapıyoruz. Arkadaş bir şey diyor. Şu renk yapalım diyor. Ben başka renk diyorum. Tartışma oluyor. O zaman da derste zaman gidiyor. Böyle olunca önceden belirlediğimiz için zamanımız da yetiyor.*

Yukarıda verilen görüşme örneğinde, araştırmacı öğrencilere hazırladıkları model taslağına ilişkin bazı sorular yönelmiştir. Öğrencilerin taslaklarında yer alan çizimle birlikte, bu modelde kullanmayı planladıkları malzemeler ve bu malzemeleri model üzerinde tek tek gösterdikleri belirlenmiş, araştırmacı da bu şekilde malzemeleri listelemenin neden önemli olduğunu irdelemeye çalışmıştır. Öğrenciler kendi modelleri için, malzemelerin nereye ait olacağını belirtmeme durumunun sorun olmayacağını belirtmelerine rağmen, malzeme sayısı çok olan bir model olması durumunda, hangi malzemenin nereye ait olduğunun belirtilmesinin önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sayede modellerinin bir kısmında kullanacakları malzemenin karışma olasılığını azaltacaklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte öğrenciler, malzemelerin belirlenmesinin ve nerede hangi malzemenin kullanılacağını taslak üzerinde gösterilmesinin modelleme sürecinin planlamasına da katkı sağlayacağını söylemişlerdir. Yukarıda verilen örneklerdeki durumlara ilişkin araştırmacı alan notları aşağıda yer almaktadır.

- A : *Taslakta malzeme listeleyen de listelemeyen de öğrenciler var. Listeleyen öğrencilerin model oluşturma süreci daha planlı gözüküyor. Süreç takip edilmeli.*
- A : *Malzeme listesi modelleme sürecinin organizasyonu için önemli. Kendi aralarında iş bölümü yapıyor bazı gruplar. Olumlu katkıları olacaktır.*
- A : *Sürecin başında iş bölümü yapan gruplar, modellerini zamanında bitirdi. Yapmayan gruplardan bazıları hala devam ediyor. Taslaklarda modelde kullanılacak malzemelerin, nerede kullanılacağı belirtilmeli. Süreç organize etmede önemli bir husus.*

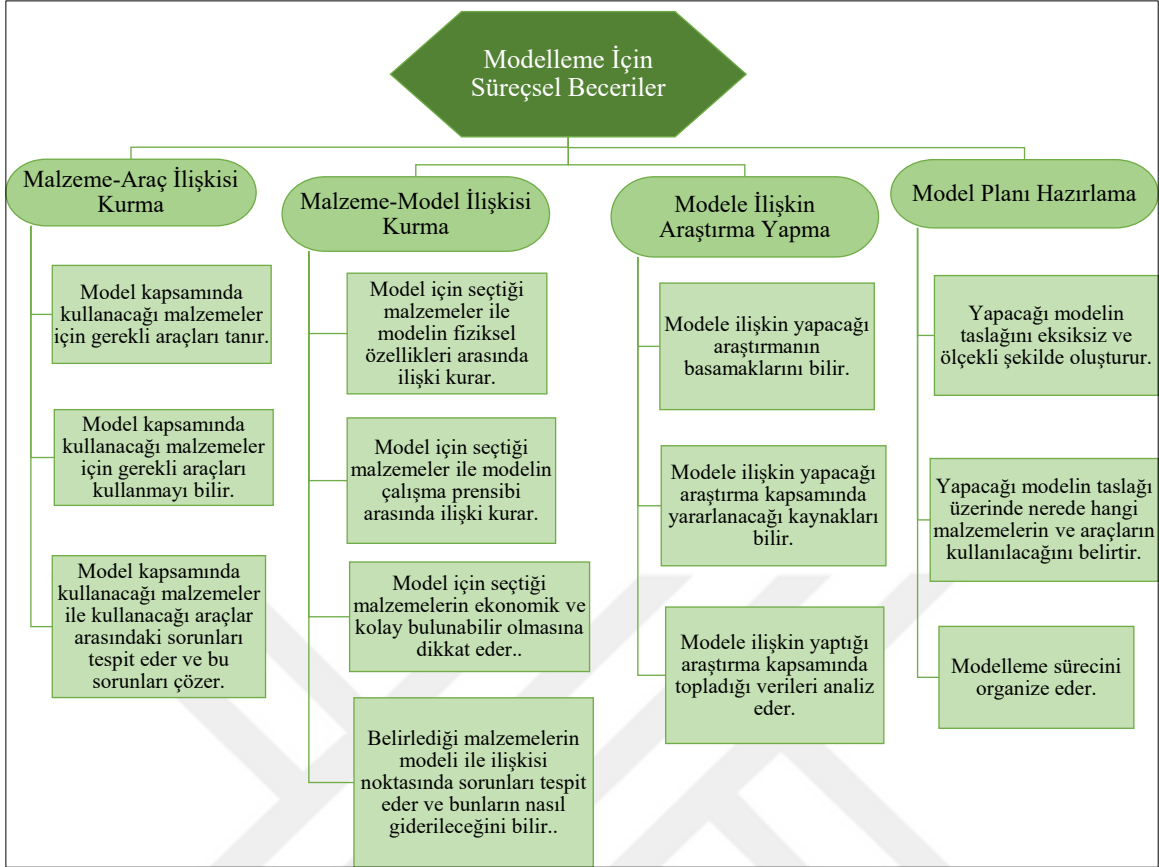
Yukarıda verilen araştırmacı alan notları incelendiğinde, öğrencilerin modelleme sürecinde oluşturdukları taslakların, bu taslaklarda modellerinde yer vermeyi planladıkları malzeme listelerinin yer almasının önemli olduğu ifade edilmektedir. Öğrenciler model taslaklarında malzeme listesinin yer almasının ve iş bölümü yapılmasının, modelleme sürecinin daha organize olmasını sağladığını ifade etmektedirler. Bu şekilde model taslağı

oluşturan öğrencilerin, modellerini zamanında bitirdikleri, yapmayanların ise modelleme sürecini iyi organize edemedikleri için zamanında bitiremedikleri belirtilmiştir. Bu noktada öğrenci mülakatlarından ve araştırmacı alan notlarından elde edilen veriler neticesinde *yapılacak modeli bir kâğıtta çizerek taslağını oluşturma, oluşturulan model taslağında hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirleme ve modelleme sürecini planlama* davranışları sergiledikleri belirlenmiştir.

Tablo 32. Model Planı Hazırlama Becerisi ve Göstergeleri

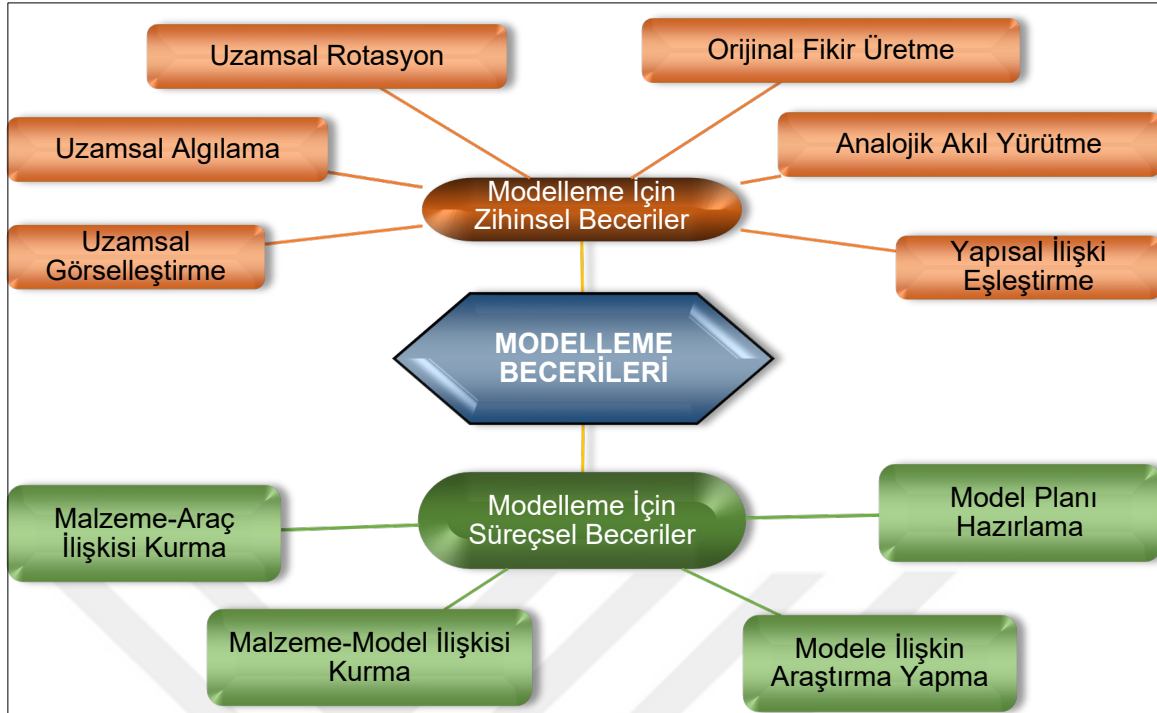
Beceri	Göstergeler
Model Planı Hazırlama	Yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli şekilde oluşturur.
	Yapacağı modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtir.
	Modelleme sürecini organize eder.

Tablo 32 incelendiğinde öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için model planı hazırlama becerisi çerçevesinde sahip olmaları gereken göstergelere yer verildiği görülmektedir. Bu beceri çerçevesinde öğrenci belirlediği konu için yapacağı modelin eksiksiz bir taslağını, modelin boyutlarını da belirleyerek çizer. Bununla birlikte bu taslak çiziminde modeli için gerekli olan malzemeleri, hangi kısımlarda kullanacağını ve bu modelleme sürecinde ihtiyaç duyacağı araçları belirtir. Son olarak modelin oluşturulması sürecinin zamansal olarak planlaması gerçekleştirir ve organize edilir. Örneğin, öğrenci modelleme sürecine modelinin bir taslağını kâğıt üzerine çizerek başlar. Bu taslak çizimde öğrencinin modeline ait tüm kısımları göstermesi, bunların boyutlarını belirtmesi gerekir. Bununla birlikte taslak çizim üzerinde modelin hangi kısmında hangi malzemeleri kullanacağını da tek tek belirtir. Son olarak bu taslak çizimde yer alan modelin tamamlanması için hangi kısımların ne kadar sürede tamamlanacağını organize eder. Öğrencinin belirtilen bu model oluşturma sürecini doğru bir şekilde planlayabilmesi ve organize edebilmesi için model planı hazırlama becerisine sahip olması gerektiği belirlenmiştir.



Şekil 35. Modelleme için süreçsel beceriler

Öğrencilerin modelleme süreci için ihtiyaç duyacağı süreçsel becerilere Şekil 35'te yer verilmiştir. Buna göre öğrencilerin modelleme sürecinde malzeme-araç ilişkisi kurma becerisi, malzeme-model ilişkisi kurma becerisi, modele ilişkin araştırma yapma becerisi ve model planı hazırlama becerisi olmak üzere toplam dört beceriye ihtiyaç duydukları belirlenmiştir.



Şekil 36. Modelleme becerileri

Modelleme becerilerinin yer aldığı Şekil 36 incelendiğinde, beceriler modelleme için zihinsel beceriler ve modelleme için süreçsel beceriler olmak üzere iki tema altında sınıflandırılmıştır. Modelleme için zihinsel beceriler incelendiğinde, öğrencilerin modelleme yapmak için bazı düşünme yapılarını gerçekleştirmelerinin gerekli olduğu belirlenmiştir. Öğrencinin, iki boyutlu ve üç boyutlu düşünebilme, bunları zihninde görselleştirebilmesi için uzamsal becerilere ihtiyacı olduğu; var olan ve daha önce yapılmış bir modelden ziyade tamamen kendi hayal gücünün sonucu bir fikir ile model üretmesi için orijinal fikir üretme becerisine ihtiyacı olduğu; öğrencinin karşılaştığı yeni duruma ilişkin benzetimleri iyi yapabilmesi için analogik akıl yürütme becerisine ihtiyacı olduğu; farklı sistemler ya da modeller için birbirine benzemese de ilişkisel ya görev bakımından ortak yapılarının farkına varabilmesi için yapısal ilişki eşleştirme becerisine ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Modelleme için süreçsel beceriler incelendiğinde ise, öğrencilerin modelleme yaparken bazı davranışları gerçekleştirmelerinin gerekli olduğu belirlenmiştir. Öğrencinin, model yapmak için kullanmak üzere belirlediği malzemelerin model ile olan ilişkisinin pek çok açıdan değerlendirilebilmesi için malzeme-model ilişkisi kurma becerisine ihtiyacı olduğu; model için belirlediği malzemeler ve modelleme süreci için kullanacağı araçları doğru seçme ve amacına uygun bir şekilde kullanabilmesi için malzeme-araç ilişkisi kurma becerisine ihtiyacı olduğu; öğrencinin zihninde tasarladığı modelin gerçek bir modele dönüştürülmesi aşamasında gerçekleştireceği basamakların doğru belirlenebilmesi için model planı

hazırlama becerisine ihtiyacı olduğu; model yaparken temelde bir probleme çözüm araması sebebiyle, bu probleme yönelik araştırmayı doğru yapabilmesi için araştırma yapma becerisine ihtiyacı olduğu belirlenmiştir.

#### 4. 2. MBYBTE'lerin Uygulanmasına Yönelik Bulgular

Bu bölümde araştırma kapsamında geliştirilen MBYBTE'lerin, ortaokul öğrencilerinin modelleme becerileri üzerinde nasıl bir rol oynadığına yönelik bulgulara yer verilmiştir. Bu amaçla etkinliklerin uygulanması öncesinde ve uygulama sonrasında öğrencilerin modelleme becerilerindeki değişimin betimsel istatistiklerine, öğrencilerle yürütülen mülakatlara ve araştırmacı tarafında tutulan alan notlarına yer verilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen veriler, modelleme için zihinsel becerilere yönelik uygulanan MBYBTE'lere ait bulgular ve modelleme için süreçsel becerilere yönelik uygulanan MBYBTE'lere ait bulgular başlıkları altında verilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerine yönelik geliştirilen MBYBTE'lerin öğrenciler üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla ön test-son test tek gruplu zayıf desen tercih edilmiştir. Bu amaçla ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinden, ön test ve son test için modelleme süreci kapsamında dereceli puanlama anahtarı yardımıyla veriler toplanmıştır. Geliştirilen MBYBTE'lerin öğrencilerin modelleme becerileri üzerindeki genel etkisinin incelenmesi amacıyla istatistiksel analizlere başvurulmuştur. Bu bağlamda tek gruplu ön test – son test deneysel desen için literatürde önerilen bağımlı örneklem (paired samples) t-testi ile veriler analiz edilmiştir. Bu analizden önce veri setinin fark puanlarının test için uygun olup olmadığının bakılması amacıyla normallik testi yapılmıştır. Normallik testinden elde edilen veriler Tablo 33'te gösterilmiştir.

Tablo 33. Tanımlayıcı İstatistikler

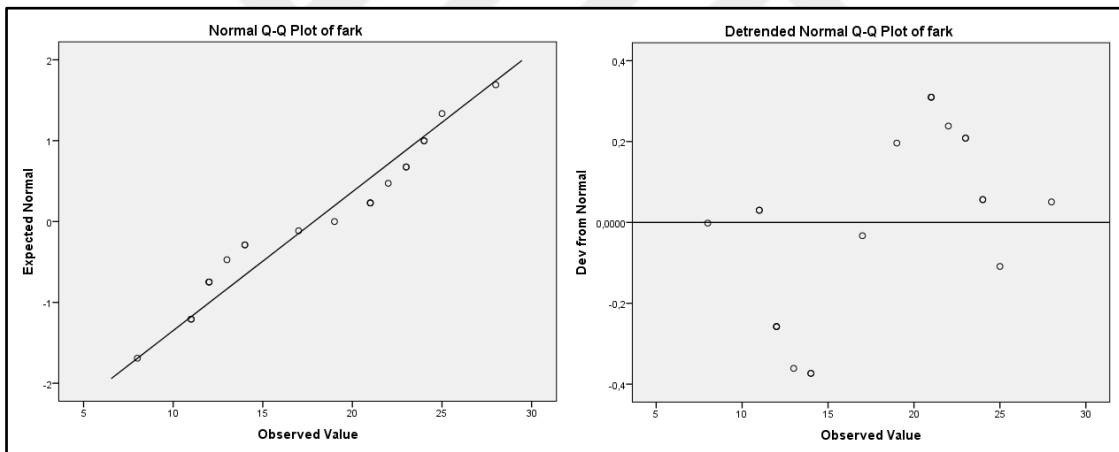
		İstatistik	Standart Hata
Fark Puanları	Ortalama	17,857	1,2711
	Medyan	19,000	
	Varyans	33,929	
	Standart Sapma	5,8248	
	Minimum	8,0	
	Maksimum	28,0	
	Ranj	20,0	
	Çarpıklık	-,035	,501
	Basıklık	-1,372	,972

Tablo 33'te verilen veri setinin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde fark puanlarının ortalamasının 17.857, medyanın 19.00, varyansının 33.929, standart sapmasının 5.82, çarpıklık katsayısının -0.035 ve basıklık katsayısının -1.372 olduğu görülmektedir. Bu değerlere göre veri setinin normal dağıldığı söylenebilir. Buna ek olarak Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testlerinden elde edilen istatistikler de Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. Normallik Testi Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Sig.	İstatistik	df	Sig.
Fark Puanları	,181	21	,069	,927	21	,122

Tablo 34 incelendiğinde veri seti için uygulanan normallik testi sonucu görülmektedir. Bu doğrultuda Kolmogorov-Smirnov testinden elde edilen sonuçlara göre ( $p > 0.05$ ) veri setinin normal dağıldığı söylenebilir.



Şekil 37. Normal dağılım grafikleri

Şekil 37'de yer alan normal dağılım grafikleri incelendiğinde, birinci grafikte verilerin doğru üzerine ve çok yakınına dağıldığı, ikinci grafikte ise sıfır çizgisi etrafında rastgele dağıldığı görülmektedir. Bu grafiklerden de görülebileceği gibi MBYBTE'lerin uygulanması kapsamında elde edilen verilerin normal dağıldığı söylenebilir. Bu bağlamda elde edilen verilerin istatistiksel analizinde parametrik testlerden bağımlı örneklem t-testi kullanılması uygundur. Bu bağlamda MBYBTE'lerin uygulanma sürecinden önce gerçekleştirilen Modelleme Çalışması-I (ön test) ve etkinliklerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen Modelleme Çalışması-II'nin (son test) dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi

sonucu elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına ilişkin değerler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 35. Ön Test ve Son Test Puan İstatistikleri

		Ortalama	N	Standart Sapma	Standart Hata
Uygulama Grubu	Ön	17,571	21	5,3532	1,1682
	Son	35,429	21	9,3839	2,0477

Tablo 35 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'lerin uygulanmasından önceki model çalışması-I'den (ön test) aldığı puanların ortalaması 17.571, model çalışması-II'den (son test) aldığı puanların ortalaması 35.429'dir. Uygulama sonrasında öğrencilerin modelleme becerilerinde bir artış olduğu görülmektedir. Bu artışın anlamlı olup olmadığı Tablo 36'da elde edilen veriler kapsamında incelenmiştir.

Tablo 36. MBYBTE Ön Test ve Son Test Ortalama Puanlarının t-Testi Sonuçları

		Bağımlı Örneklem t Testi					
		Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	t	df	Sig. (2-tailed)
Uygulama Grubu	Ön-Son	-17,8571	5,8248	1,2711	-14,049	20	,000

Ortaokul öğrencilerinden modelleme çalışmaları kapsamında dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilen model çalışmalarından elde edilen ön test ve son test puanlarının istatistikleri Tablo 35 ve Tablo 36'te verilmiştir. Buna göre ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinde anlamlı bir gelişme olduğu belirlenmiştir ( $t(20)=-14,049$ ,  $p<0.01$ ). Öğrencilerin MBYBTE'nin uygulanması öncesinde beceri puanlarının ortalaması 17.571 iken, MBYBTE'nin uygulanması sonrasında bu puanları 35.429'a yükselmiştir. Bu bulgu, MBYBTE'nin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin geliştirilmesinde genel olarak etkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte ön test ve son test uygulamaları arasındaki anlamlılık farkının şiddetini belirlemek için etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Bunun için Cohen's D etki büyüklüğü hesaplamasından yararlanılmıştır.

$$d = \frac{t}{\sqrt{N}}$$

Şekil 38. Cohen's d etki büyüklüğü hesaplama (Cohen, 1998)

Şekil 38'de yer alan bağıntıya göre araştırma kapsamında belirlenen Cohen's d etki büyüklüğü değeri 3.06 olarak hesaplanmıştır. Belirlenen bu değer yorumlanması için Cohen (1998) tarafından belirlenen kriterler ( $d < .20$ , küçük;  $.20 < d < .50$ , orta;  $.50 < d < .80$ , büyük;  $.80 < d$ , çok büyük) esas alınmıştır. Bu değer ön test ve son test uygulamaları arasındaki anlamlı farkın çok büyük bir etkiyle uygulamalardan kaynaklandığını göstermektedir. Bununla birlikte araştırmanın birinci aşaması kapsamında belirlenen becerilerin hangilerinde değişimin gerçekleştiğinin incelenmesi gerekmektedir. Modelleme için zihinsel beceriler ve modelleme için süreçsel beceriler başlıklarında bu becerilerin değişim durumu ayrı ayrı aşağıda sunulmuştur.

#### 4. 2. 1. Modelleme İçin Zihinsel Becerilere Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesinde ve sonrasında model çalışmaları kapsamında modelleme için zihinsel becerilerine yönelik dereceli puanlama anahtarından, mülakat ve alan notlarından elde edilen verilerin analizine yer verilmiştir. Bu beceriler ayrı ayrı başlıklar halinde verilmiş, bu başlıklar altında öğrencilerin ön test ve son test uygulamalarından elde ettikleri puanların göstergeler bazında detaylı gösterimi, bu göstergelerden aldıkları puanlara ilişkin örnekler ve beceri bazında ön test ve son test uygulamalarından elde ettikleri puanların karşılaştırma grafiklerine yer verilmiştir.

#### 4. 2. 1. 1. Uzamsal Becerilere Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

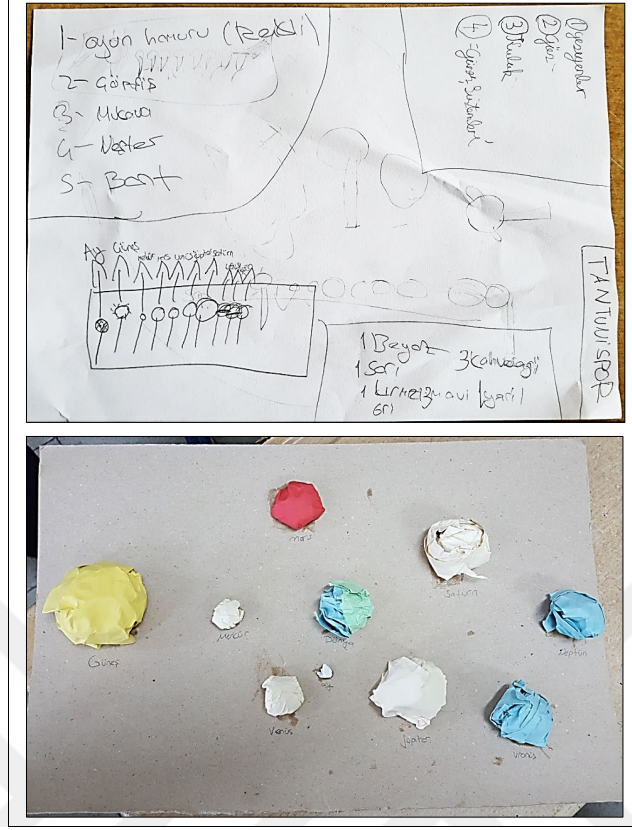
Ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesindeki uzamsal becerilerinin değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu elde edilen verilerin analizi Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 37. Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Uzamsal Becerilerden Aldıkları Puanlar

		Uzamsal Beceriler – Ön Test				
Beceri	Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Gösterge Yüzdesi
Uzamsal	UG1	0	21	0	21	%23,86
Görselleştirme	UG2	15	6	0	6	%6,82
Uzamsal Algılama	UA	13	8	0	8	%9,10
Uzamsal Rotasyon	UR1	4	17	0	17	%19,32
	UR2	3	16	2	18	%20,45
	UR3	3	15	3	18	%20,45



Tablo 37 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için zihinsel becerileri kapsamında uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve uzamsal rotasyon becerilerinden ön test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre uzamsal görselleştirme becerisinin *“iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürme”* UG1 göstergesini araştırmaya katılan tüm öğrencilerin sergilediği görülmektedir. Bu öğrencilerin tamamı (21 öğrenci) bir puan düzeyinde beceri sergilerken, sıfır puan ve iki puan düzeyinde beceri sergileyen öğrenciye rastlanılmamıştır. Öğrencilerin ön test kapsamında bütün uzamsal beceriler arasında %23,86 oranında UG1 göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir. Tablo 37’ye göre uzamsal görselleştirme becerisinin ikinci göstergesi olan *“üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere dönüştürme”* UG2’yi sadece altı öğrenci sergilerken, 15 öğrencinin sıfır puan düzeyinde olduğu, iki puan düzeyinde ise hiçbir öğrencinin olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamında bütün uzamsal beceriler arasında %6,82 oranında UG2 göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir. İkinci uzamsal beceri türü olan uzamsal algılama becerisinin tek göstergesi *“sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurma”* UA’yı 13 öğrenci sıfır puan düzeyinde sergilerken, sekiz öğrenci ise bir puan düzeyinde sergilemiştir. İki puan düzeyinde bu göstergeye rastlanmamıştır. Öğrencilerin ön test kapsamında bütün uzamsal beceriler arasında UA’yı %9,09 oranında sergiledikleri belirlenmiştir. Son uzamsal beceri türü olan uzamsal rotasyonun *“nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin etme”* UR1 göstergesini dört öğrenci sıfır puan düzeyinde, 17 öğrenci bir puan düzeyinde sergilerken, iki puan düzeyinde davranış sergileyen öğrenciye rastlanmamıştır. Öğrencilerin tüm uzamsal beceriler arasında ön test kapsamında UR1’i %19,32 oranında sergiledikleri belirlenmiştir. Uzamsal rotasyon becerisinin ikinci göstergesi olan *“iki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı açılara dönüş yapma”* UR2 göstergesini üç öğrencinin sıfır puan düzeyinde, 16 öğrencinin bir puan düzeyinde, iki öğrencinin ise iki puan düzeyinde sergiledikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamında tüm uzamsal beceriler arasında UR2 göstergesinin sergilenme oranı %20,45 olarak belirlenmiştir. Uzamsal rotasyon becerisinin üçüncü ve son göstergesi olan *“üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlerde dönüşüm yapma”* UR3 göstergesini üç öğrenci sıfır puan düzeyinde sergilerken, 15 öğrenci bir puan düzeyinde, üç öğrenci ise iki puan düzeyinde sergilemiştir. Öğrencilerin ön test kapsamında tüm uzamsal beceriler arasında UR3 göstergesinin sergilenme oranı %20,45 olarak belirlenmiştir. Aşağıda ön test modelleme çalışmaları kapsamında elde edilen verilerden bazı örneklere yer verilmiştir.



Şekil 39. Ön test sürecinde Güneş Sistemi modeli için öğrencilerin çizmiş oldukları taslak ve oluşturdukları model

Şekil 39'da verilen Ö14 ve Ö15 kodlu öğrencilerin hazırladıkları taslak ve oluşturmuş oldukları Güneş Sistemi modeli incelendiğinde, taslak ve model arasında bir uyumsuzluk olduğu görülmektedir. Öğrencilerin modelleri için çizdikleri taslak incelendiğinde, bir zemin üzerinde Güneş, Ay ve sekiz gezegeni çubuklar yardımıyla tutturmayı planladıkları görülmektedir. Öğrencilerin gezegenleri sırayla çizmeyi amaçladıkları, Güneş'in diğer yanında ise Ay'a yer vermeyi planladıkları görülmektedir. Sağdaki şekilde ise öğrencilerin bu taslak çerçevesinde oluşturmuş oldukları model görülmektedir. Modelde öğrencilerin taslaktaki gibi bir sıra gözetmeksizin dağınık bir şekilde gök cisimlerini yerleştirdikleri, gezegenleri çubuklar üzerinde oluşturmayı planladıkları, fakat modelleme aşamasında bunu gerçekleştirmedikleri görülmektedir. Öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları bu modelleme süreci uzamsal görselleştirme becerisi kapsamında değerlendirildiğinde, öğrencilerin iki boyutlu çizimlerini üç boyutlu nesnelere dönüştürmede bazı eksikliklerinin olduğu, modellerini tam amaçladıkları şekilde olmasa da üç boyutlu bir şekilde oluşturdukları görülmektedir. Aşağıda bu duruma ilişkin araştırmacı alan notlarından örnekler verilmiştir.

- A : Ö15, güneş sistemi modeli yapmak istediği için bunun çizimini yapmış. Çizimde gezegenlerin yerleri, sıraları gibi özellikleri dikkate almış fakat bunları modele aktarmada sıkıntılar yaşamış. Çizim ve model arasındaki ilişki eksik kurulmuş.
- A : Ö1, yaptıkları modelde, çizimini modele aktarırken modelin bütün kısımlarını dikkate alamıyor. Özellikle modelin üç boyutlu hali çizimle ilişkilendirildiğinde eksiklikler var. Çizim-model arasındaki uyum tam değil. İki boyuttan üç boyuta dönüştürme eksik şekilde.
- A : Ö5'in modeli için yaptığı taslakla modeli karşılaştırınca, modelde olması gereken bazı noktalar eksik. Taslağın tamamını modele aktaramamış. Aktardığı kısımlarda da taslakla tam uyum sağlayamamış. İki boyuttan üç boyuta dönüştürme eksik yapılmış.

Yukarıda yer alan araştırmacı alan notları incelendiğinde, öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerileri kapsamındaki UG1 “iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürme” göstergesi kapsamında ifadeler yer verildiği görülmektedir. Bu doğrultuda ilk not incelendiğinde öğrencinin modeli için hazırladığı çizimiyle modelin karşılaştırılması yapıldığında, oluşturulmuş model ile modele ilişkin çizimi arasındaki ilişkiyi tam kuramadığı görülmektedir. Çiziminde yer alanların tamamını modele aktaramadığı için UG1 göstergesinden bir puan almıştır. Yine ikinci araştırmacı alan notuna bakıldığında öğrencinin modeli için yaptığı taslağın tamamının modele aktarılamadığı belirtilmiş, çizmiş olduğu iki boyutlu taslağı eksik bir şekilde üç boyutlu modele aktardığını ifade etmiştir. Bu doğrultuda ilgili öğrenciye UG1 göstergesinden bir puan verilmiştir. Son araştırmacı notu incelendiğinde de benzer şekilde öğrencinin modeline ilişkin hazırlamış olduğu taslağı modele aktarırken ilişkiyi tam anlamıyla sağlayamadığı görülmektedir. Öğrencinin modelde belirttiği sıra, konum gibi özellikleri modeline aktaramadığı belirtilmiştir. Dolayısıyla öğrenciye UG1 göstergesinden bir puan verilmiştir. Araştırmacı alan notu örneklerinde olduğu gibi, ön test çalışmasına katılan tüm öğrencilerde çizimler ile modelleri arasında kurulan ilişkilerde benzer eksiklikler olduğu, iki boyutlu çizimlerini üç boyutlu modellerine tam olarak aktaramadıkları belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin ön test modelleme çalışması kapsamında uzamsal görselleştirme becerisinin UG1 göstergesini bir puan seviyesinde sergiledikleri tespit edilmiştir.

Şekil 39'da verilen öğrenci taslağı UG2 göstergesi bağlamında da incelenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin taslak oluşturma sürecine ilişkin yaşadıklarını belirlemek amacıyla bazı sorular yöneltilmiştir. Aşağıda bu diyaloga yer verilmiştir

- A : *Çocuklar taslak çizerken başka modellere bakma şansınız oldu mu?*
- Ö14 : *Öğretmenim, okulda bir model vardı laboratuvarında. O çok güzeldi içi ışıklı. Gezegenleri de ipe kutu içine yapmışlar. Ona benzer bir şey yapmak istedik ama çizemedim.*
- A : *Bu çizimden kutu anlaşılıyor. Ben karton gibi bir şeyin üzerine yapacaksınız sandım.*
- Ö15 : *Kutu aslında o işte öğretmenim. Ama sanırım kutu yapmayacağız. Bizim çizdiğimizize uymaz sanki.*
- Ö14 : *Mukavva üzerine yapalım. Taslağımız baktığımız modellerle aynı olmayacak ama olsun bir şey olmaz bence.*

Yukarıda verilen diyalog incelendiğinde öğrencilerin, taslak oluşturma sürecinde yapmak istedikleri modellerine ilişkin daha önceden yapılmış bir modeli inceledikleri ve bu model çerçevesinde kendi modellerini oluşturmayı amaçladıkları görülmektedir. Öğrencilerin incelediği model, üç boyutlu bir model olup kutu içerisinde serbest halde olan gök cisimlerini içermektedir. Fakat öğrenciler gözlemedikleri bu modeli, taslaklarına aktaramamışlar ve bir zemin üzerine tutturulmuş gök cisimleri şeklinde yorumlamışlardır. Öğrencilerin söylemiş olduklarından anlaşılacağı üzere üç boyutlu bir cisim inceledikten sonra, bu cisimden elde edilenlerin iki boyutlu bir yapıya dönüştürülemediği görülmektedir. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notu aşağıda verilmiştir.

- A : *Ö14 ve Ö15 üç boyutlu bir modeli incelemişler. Fakat bunu taslağa yansıtamamışlar. Amaçları o modeli yapmak ama o modeli taslak haline getirememişler. Üç boyuttan iki boyuta dönüştürme gözlemlenemedi.*

Yukarıda Şekil 39'da verilen taslak ve modeli hazırlayan öğrencilerle taslaklarını oluşturma sürecinde gerçekleştirilen görüşme sonrasında, araştırmacının belirtmiş olduğu alan notu yer almaktadır. Bu alan notu incelendiğinde öğrencilerin, üç boyutlu bir model incelemelerine rağmen kâğıt üzerine bu modeli aktaramadıkları ifade edilmektedir. Öğrencilerin Şekil 39'da verilen taslakları ve modelleri, öğrencilerle gerçekleştirilen görüşme ve araştırmacı alan notları incelendiğinde, UG2 göstergesinden sıfır puan seviyesinde davranış gerçekleştirdikleri belirlenmiştir.

Uzamsal algılama becerisinin UA göstergesi, sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurmayı içermektedir. Öğrencilerin genel olarak UA göstergesinden ön test sürecinde sıfır puan ve bir puan aldıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test sürecinde genel olarak bu gösterge doğrultusunda, modellerini yaparken şekli farklı açılardan görmeye çalıştıkları fakat bunu tam anlamıyla

yapamadıkları tespit edilmiştir. Aşağıda Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin yapmış oldukları model, bu süreçte gerçekleştirilen mülakat ve alan notlarından örneklere yer verilmiştir.



Şekil 40. Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ön test sürecindeki yapmış oldukları model

Şekil 40'ta Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin, ön test sürecinde hazırlamış oldukları deri modeli verilmiştir. Öğrencilerin bu modelde bir deri kesitini göstermeyi amaçladıkları görülmektedir. Bu doğrultuda küp şeklinde bir yapı üzerinde mukavvalar, renkli kartonlar ve kağıtlar kullanarak modellerini oluşturma yoluna gitmişler ve deri kesitinde yer alan yapıları bu şekilde göstermeye çalışmışlardır. Öğrencilerin bu model oluşturma sürecinde uzamsal algılama becerilerine ilişkin davranışları incelenmiştir. Bu bağlamda öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden bir kesit aşağıda yer almaktadır.

A : Modelinize karar verdiğinizizi görüyorum. Neden deri modeli yapmak istediniz?

Ö18 : Daha önce yapmadığımız bir model öğretmenim.

A : Güzel. Peki internette araştırdığınız ve bulduğunuz deri modelini üç boyuta aktarmak zor oldu mu?

Ö19 : Öğretmenim modeli yaparken zorlandık biraz. Küp şeklinde yaptık, daha sonra oyun hamurları ve kartonla üzerine başka şeyler de ekledik.

A : Fakat bakınca modelin her yeri aynı olmamış. Sadece bir yüzüne odaklanmışsınız. Böyle mi planladınız yoksa başka bir şey yapacaktınız da olmadı mı?

Ö19 : Aslında her yüzeyinde olacaktı bir şeyler. Fakat böyle gösterdik biz.

A : Modeli yaparken hiç kontrol etmek aklınıza gelmedi sanırım. Ben sizi gözlerken sadece sıranızda o yüzü kontrol ederek yaptınız.

Ö19 : Ben etmedim.

*Ö18 : Sadece burayı yapalım diye düşündük. Ben kontrol ettim modelin etrafını ama işte bu kadar yaptım.*

Yukarıdaki diyalogda da görüldüğü üzere Ö18 ve Ö19 kodlu öğrenciler deri modelini yaparken, şeklin her tarafından bakıldığında aynı görüntüyü vermekte zorlanmışlardır. Yani öğrenciler küp şeklindeki deri modelinin her tarafının aynı olmasını kısmen sağlayabilmiştir. Ancak planladıklarına yakın bir model inşa etmişlerdir. Öğrencilerin modelleme sürecine ilişkin araştırmacı alan notlarından örnek aşağıda verilmiştir.

*A : Ö18 üç boyutlu bir model tasarlıyor. Fakat bu modelin her yerini kontrol etmek yerine, sadece tek yüzüne odaklandı. Model etrafında hareket ederek gözlem yapıyorlar fakat bunu modele tam aktaramadılar. Eksiklikleri olsa da nispeten taslaklarındaki modeli yaptılar.*

Yukarıda verilen araştırmacı alan notu incelendiğinde ilgili öğrencilerin modelleme sürecinde, üç boyutlu yapmayı amaçladıkları deri modelinin tek yüzüne odaklandıkları, bu bağlamda modelin diğer yüzlerini gözlemlmelerine rağmen tam olarak modele bu gözlemlerini yansıtamadıkları ifade edilmektedir. Bu bağlamda ön test sürecinde uzamsal algılama becerisinin UA göstergesini Ö18'in kısmen sergileyebildiği, bu gösterge çerçevesinde bir puan düzeyinde davranış sergilediği belirlenmiştir.

Uzamsal rotasyon becerisinin UR1 göstergesi, nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin etmeyi içerir. Ön test sürecinde, öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun bu gösterge bağlamında bir puan düzeyinde davranış sergilediği belirlenmiştir. Yani öğrencilerin model oluşturma sürecinde modellerini hareket ettirmeleri sonucu meydana gelen değişimleri kısmen tahmin edebildikleri görülmüştür. Aşağıda Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin yapmış oldukları model, bu süreçte gerçekleştirilen mülakat ve alan notlarından örneklere yer verilmiştir.



Şekil 41. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test kapsamında oluşturdukları ses yalıtımı modeli

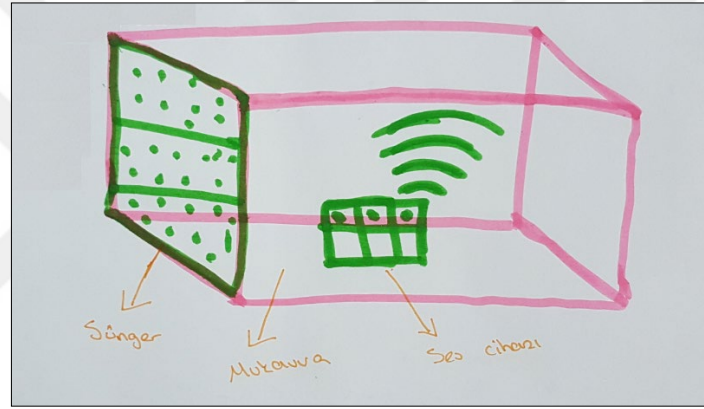
Şekil 41'de Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test bağlamında ses yalıtımına ait modeli yer almaktadır. Şekil 41 incelendiğinde öğrencilerin dikdörtgen şeklinde bir karton oluşturdukları, bu kartonun içerisine de süngerlerden yalıtım yaptıkları görülmektedir. Ancak model incelendiğinde dikdörtgen prizması şeklindeki kartonun her tarafının eşit olmadığı ve tabanının da düzleme tam oturmadığı fark edilmektedir. Araştırmacı bu durumun öğrenciler tarafından fark edilip edilmediğini anlamak için, öğrencilerin oluşturdukları modelin etrafında hareket ederek farklı noktalardan gözlemlemesini istemiştir. Buna ilişkin araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

- A : Çocuklar modelinizi masanın üzerine koyun ve etrafında hareket ederek farklı noktalardan gözlemlemeye çalışın. Sonra size birkaç soru soracağım (Biraz zaman geçer).
- A : Şimdi oluşturduğunuz modele farklı yönlerden bakınız. Neler gözlemlediniz?
- Ö7 : Öğretmenim bizim modelimizin neresinden bakarsak bir şey değişmiyor.
- Ö8 : Evet öğretmenim değişmiyor.
- Ö9 : Aslında öğretmenim bir taraftan bakınca kutunun yan tarafı görünüyor ama diğer taraftan bakınca da ön tarafı görülüyor. Sanki birazcık değişiyor gibi.

Yukarıdaki konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin oluşturmuş oldukları ses yalıtımı modelinin farklı noktalardan gözlemlenmesine ilişkin cevapları verilmiştir. Burada öğrenciler genel olarak modele farklı açılardan baktıklarında bir değişim görmediklerini belirtmiştir.

Dolayısıyla öğrenciler nesnenin etrafındaki hareketi sonucunda meydana gelen değişimler arasında ilişki kurmada da kısıtlı kalmışlardır. Bu yüzden öğrenci mülakatları ve yaptıkları model incelendiğinde UR1 göstergesinden bir puan almışlardır.

Uzamsal rotasyon becerisinin UR2 göstergesi, iki boyutlu çizimlere ilişkin zihinde farklı açılara dönüşüm yapmayı içermektedir. UR2 göstergesinden ön test sürecinde üç öğrencinin sıfır, 16 öğrencinin bir, iki öğrencinin ise iki puan aldığı görülmektedir. Yani öğrenciler genel olarak UR2 göstergesinin ön test sürecinden sıfır puan ve bir puan almışlardır. Öğrencilerin ön test sürecinde genel olarak taslak çizimi bir zemine oturttukları için, taslak çizime farklı açılardan baktığında oluşacak yeni şeklin zihninde canlanmasında zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir. Aşağıda Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin yapmış olduğu taslak çizimler ve bu süreçte gerçekleştirilen mülakatlardan örnekler verilmiştir.



Şekil 42. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde hazırladıkları ses yalıtımı model taslağı

Şekil 42 incelendiğinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin oluşturacakları modelin bir taslağını çizdikleri görülmektedir. Öğrenciler ses yalıtımı modelinin görüntüsünü bir noktadan çizerek kullanacakları malzemelere ve bu malzemelerin modelin hangi kısmında kullanılacağını belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu taslak çizimleri incelendiğine modeli düz bir zemin üzerine oturttukları, bu zemin üzerine dikdörtgen prizma şeklinde mukavvadan bir kutu yapmayı planladıkları ve bu mukavvanın içini süngerle kaplamayı planladıkları görülmektedir. Öğrencilerin bu çizimi yapma sürecinde uzamsal rotasyon becerilerine ilişkin davranışları incelenmiştir. Bu bağlamda öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden bir kesite aşağıda yer verilmiştir.

A : *Bu taslağa göre ses yalıtım modeli yapacaksınız sanırım. Modelinizi üç boyutlu mu yoksa iki boyutlu mu yapacaksınız?*

Ö7 : *Üç boyutlu öğretmenim.*



- A : *Peki çizdiğiniz bu taslak modele farklı yönlerden bakarsak sizce nasıl bir görüntüsü olur?*
- Ö7 : *Öğretmenim yandan bakınca hiçbir şey göremeyiz ki. Sadece kartonu dümdüz görürüz.*
- Ö7 : *Bence de öğretmenim dışından kartonu görürüz.*
- A : *Peki şekle farklı açılardan bakarsanız ne görürsünüz?*
- Ö9 : *Öğretmenim biraz süngeri görebiliriz ama yine çok değişmez. Dış yüzeyini görürüz.*

Yukarıdaki konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin ses yalıtım model taslağının farklı noktalardan hayali bir şekilde gözlemlenmelerine ilişkin cevaplarına yer verilmiştir. Burada öğrencilerin genel olarak taslak modelin farklı açılardan görüntüsünü zihinlerinde canlandırmada zorluk yaşadıkları görülmektedir. Dolayısıyla öğrenciler, iki boyutlu çizimlere ilişkin zihindeki farklı açılara dönüşüm yapmayı içeren UR2 göstergesinden ön test sürecinde bir puan düzeyinde davranış sergilemişlerdir.

Öğrencilerin ön test modelleme sürecinde gerçekleştirdiği davranışlar uzamsal rotasyon becerisinin UR3 göstergesi bağlamında incelenmiştir. Şekil 42’de yer alan modeli Şekil 41’deki gibi tasarlayan Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilere bu bağlamda hazırladıkları üç boyutlu modellerine ilişkin bazı sorular yöneltilmiştir. Araştırmacının sormuş olduğu bu sorular ve öğrencilerin vermiş oldukları cevaplara aşağıda yer verilmiştir.

- A : *Çocuklar şimdi modeli bitirmeniz yakın. Daha önceki sorularıma benzer bir şeyler soracağım yine. Ses yalıtım modelinizi bir kenara bırakalım. Modeliniz neye benziyor?*
- Ö8 : *Öğretmenim modelimizi bir apartman gibi yaptık. Mukavvaları dikdörtgen biçiminde keserek birleştirdik.*
- A : *Bütün yönlerden düşününce her yerde dikdörtgen mi oldu peki?*
- Ö7 : *Yanlar dikdörtgen öğretmenim. Ama tepeden bakınca kare oldu.*
- A : *Peki çapraz açıdan hayal edin bir de. Nasıl gözükürdü sizce?*
- Ö7 : *Aynı öğretmenim bence. İki duvarı da görürüz ama böyle.*

Yukarıdaki konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin ses yalıtım modelinin farklı noktalardan hayali bir şekilde gözlemlenmelerine ilişkin cevaplarına yer verilmiştir. Bu noktada araştırmacı, öğrencilerin hazırlamış oldukları modellerine ilişkin zihinlerinde farklı açılardan yorumlamalarını incelemiş ve öğrencilerin bu davranışı sadece karşı noktalarından bakınca yapabildiklerini belirlemiştir. Ö7 ve Ö8 kodlu öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisinin UR3 göstergesi kapsamında üç boyutlu modellerini zihinlerinde dönüşüm yapmaya çalıştıklarını fakat bazı eksikliklerle bu davranışı gerçekleştirdikleri

belirlenmiştir. Ö9 kodlu öğrencinin ise bu gösterge bağlamında zihinsel dönüşüm yapamadığı görülmüştür. Dolayısıyla ön test sürecinde Ö7 ve Ö8 kodlu öğrenciler UR3 göstergesi bağlamında bir puan seviyesinde davranış sergilerken, Ö9 kodlu öğrenci sıfır puan düzeyinde davranış sergilemiştir.

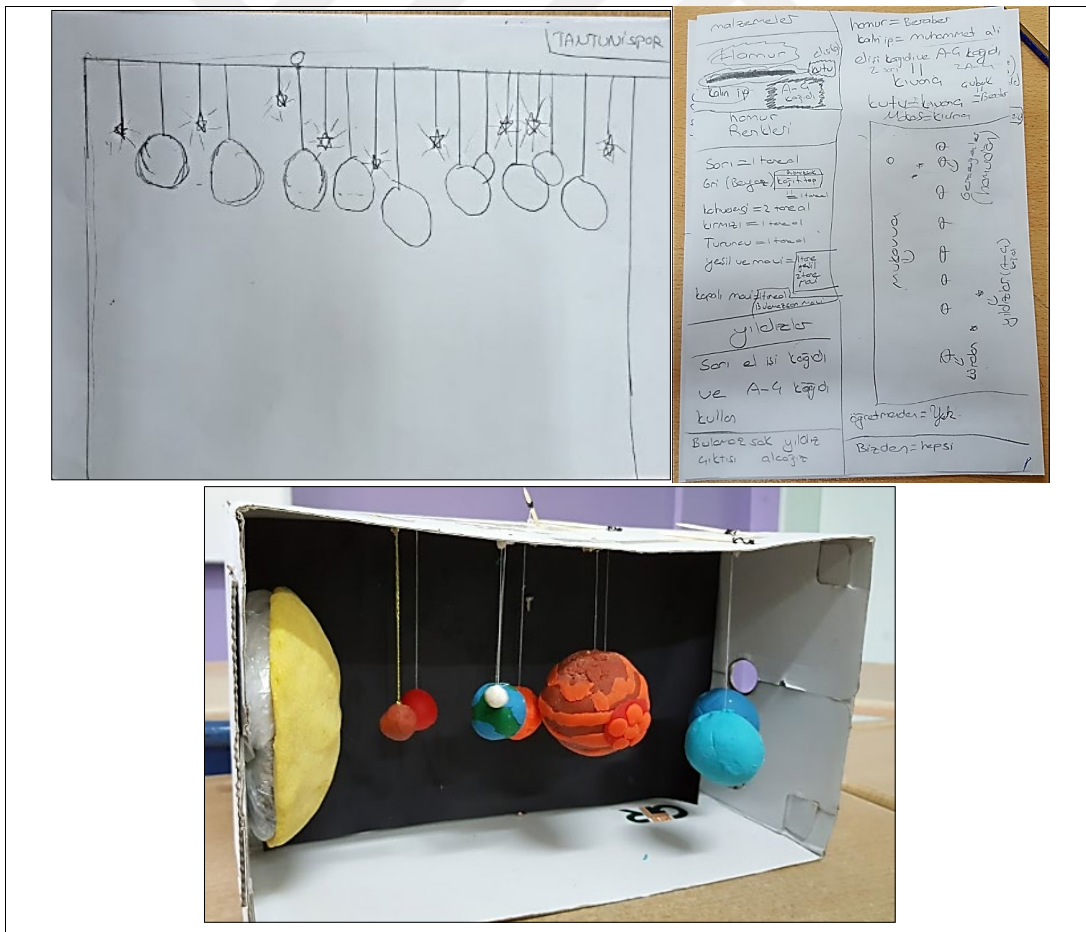
Ortaokul öğrencilerinin, MBYBTE'ler uygulandıktan sonraki uzamsal becerilerinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Uzamsal Becerilerden Aldıkları Puanlar

Uzamsal Beceriler – Son Test						
Beceri	Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Yüzde
Uzamsal Görselleştirme	UG1	0	5	16	21	%17,65
	UG2	3	8	10	18	%15,13
Uzamsal Algılama	UA	4	12	5	17	%14,29
Uzamsal Rotasyon	UR1	0	9	12	21	%17,65
	UR2	0	15	6	21	%17,65
	UR3	0	10	11	21	%17,65

Tablo 38 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için zihinsel becerileri kapsamında uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve uzamsal rotasyon becerilerinden son test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre uzamsal görselleştirme becerisinin “iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürme” UG1 göstergesini sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrenci sergilemezken, bir puan düzeyinde altı öğrencinin, iki puan düzeyinde ise 15 öğrencinin bu göstergeyi sergiledikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamında kullandıkları bütün uzamsal beceriler arasında UG1 göstergeni %17,65 oranında sergiledikleri belirlenmiştir. Uzamsal görselleştirme becerisinin ikinci göstergesi olan “üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere dönüştürme” UG2’yi üç öğrenci sıfır puan düzeyinde sergilerken, sekiz öğrencinin bir puan düzeyinde, 10 öğrencinin ise iki puan düzeyinde sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamında kullandıkları bütün uzamsal beceriler arasında UG2 göstergesini %15,13 oranında sergiledikleri belirlenmiştir. İkinci uzamsal beceri türü olan uzamsal algılama becerisinin tek göstergesi “sabit nesne etrafındaki hareketi sonuca meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurma” UA’yı dört öğrenci sıfır puan düzeyinde sergilerken 12 öğrenci bir puan düzeyinde, beş öğrenci ise iki puan düzeyinde sergilemiştir. Öğrencilerin son test kapsamında kullandıkları bütün uzamsal beceriler arasında UA göstergesini %14,29 oranında sergiledikleri belirlenmiştir. Son uzamsal beceri türü olan uzamsal rotasyonun “nesnenin hareketi sonuca oluşacak değişiklikleri tahmin etme” UR1

göstergesini sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrenci sergilemezken, dokuz öğrencinin bir puan düzeyinde, 12 öğrencinin ise iki puan düzeyinde sergiledikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamında kullandıkları bütün uzamsal beceriler arasında UR1 göstergesini %17,65 oranında sergiledikleri belirlenmiştir. Uzamsal rotasyon becerisinin ikinci göstergesi olan “iki boyutlu çizimlere ilişkin zihinde farklı açılara dönüş yapma” UR2 göstergesini sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrenci sergilemezken, 15 öğrencinin bir puan düzeyinde, altı öğrencinin ise iki puan düzeyinde sergiledikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamında kullandıkları bütün uzamsal beceriler arasında UR2 göstergesini %17,65 oranında sergiledikleri belirlenmiştir. Uzamsal rotasyon becerisinin üçüncü ve son göstergesi olan “üç boyutlu nesnelere ilişkin zihinde farklı yönlerde dönüşüm yapma” UR3 göstergesini hiçbir öğrencinin sıfır puan düzeyinde sergilemediği belirlenmiştir. UR3 göstergesini 10 öğrenci bir puan düzeyinde sergilerken, 11 öğrenci ise iki puan düzeyinde sergilemiştir. Öğrencilerin son test kapsamında kullandıkları bütün uzamsal beceriler arasında UR3 göstergesini %17,65 oranında sergiledikleri belirlenmiştir.



Şekil 43. Son test sürecinde Güneş Sistemi modeli için öğrencilerin çizmiş oldukları taslak ve oluşturdukları model

Şekil 43'te verilen Ö14 ve Ö15 kodlu öğrencilerin model taslağı ile oluşturmuş oldukları Güneş Sistemi modeli incelendiğinde, öğrencilerin doğru bir şekilde taslaklarını modele taşıdıkları görülmektedir. Ön testte öğrenciler taslak şeklini çizerken gezegenlerin nasıl hizalanacağını, hangi boyutta gözükeceklerine çok önem vermemişlerdir. Daha çok ön test sürecinde kullanılacak malzemeler ve gezegenlerin şekillerini önemseyerek basit üç boyutlu dönüşüm yapmışlardır. Şekil 43'te görüldüğü gibi aynı grup son test sürecindeki taslak çiziminde gezegenlerin aynı hizada bir iple asılı duracağına ve gezegenlerin büyüklüklerine dikkat etmişlerdir. Öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları bu modelleme süreci uzamsal görselleştirme becerisi kapsamında değerlendirildiğinde, öğrencilerin iki boyutlu çizimlerini üç boyutlu nesnelere dönüştürmede bir gelişme gösterdikleri, modellerini amaçladıkları gibi üç boyutlu bir şekilde oluşturdukları görülmektedir. Bunun dışında, iki boyutlu taslak çizimi üç boyuta aktarırken de farklı düzlemler kullanmışlardır. Son test sürecinde ilgili öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeden örnek bir kesit aşağıda yer almaktadır.

- A : Bu sefer daha iyi bir model yaptınız. Neleri değiştirdiniz anlatın bakalım biraz.*
- Ö14 : Öğretmenim ilk modelde biz taslağımızı tam anlayamadık. Yani çizdiğimiz iki boyutluydu, ama üç boyutlu yapmamız lazımdı. Biz yine iki boyutlu yaptık.*
- Ö15 : Modelin önü-arkası falan kâğıt üstünde olunca farklı oluyor. Bilgisayardaki oyunda düz bir şeyin neresi önü sağı oluyor orada iyi anlaşıldı. O yüzden bu modeli yaparken daha güzel oluşturduk.*
- Ö14 : Evet öğretmenim hem o hem de eski modeli de inceledik ve hatalarımızı gördük.*

Yukarıda verilen görüşme kesitinde, Ö14 ve Ö15 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yapmış oldukları modellerine ilişkin yorumlarına yer verilmiştir. Öğrenciler, modelleme sürecinin başında hazırladıkları taslağı iyi kavradıklarını ve taslakta yer alanları modellerine doğru aktardıklarını ifade etmişlerdir. Yani öğrenciler, iki boyutlu olan taslak çizimlerini üç boyutlu modellerine doğru bir şekilde aktarabilmiştir. Bu, öğrencilerin son test sürecinde UG1 göstergesi kapsamında iki puan seviyesinde davranış sergilediği anlamına gelmektedir.

Ö14 ve Ö15 kodlu öğrencilerin modelleme süreci başında oluşturdukları taslak çerçevesinde UG2 becerisine ilişkin davranışları incelenmiştir. Ön test sürecinde bu gösterge çerçevesinde sıfır puan düzeyinde davranış sergileyen öğrencilerin son test sürecinde sırayla iki ve bir puan düzeyinde davranış sergiledikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test sürecinde taslaklarını hazırlarken incelemiş oldukları modeli çizim olarak oluşturamadıkları, son test sürecinde ise bunu yapabildikleri Şekil 43'te verilen taslak ve

model görüntüsünden anlaşılmaktadır. Bu sürece ilişkin araştırmacı alan notundan bir örnek aşağıda verilmiştir.

*A : Ö14 taslağı hazırlarken başka modelleri de incelemiş. Bunu incelemesindeki amacı sorduğumda, modelden baktığını çizime daha iyi aktarması için gerekli olduğunu ifade etti. Taslağı çizen Ö15 ise inceledikleri bu modeli bazı hataları olsa da taslağa aktarmış.*

Öğrencilerin UG2 göstergesi kapsamında sergiledikleri davranışa ilişkin alan notu incelendiğinde, araştırmacının öğrencilerin inceledikleri modeller ile taslakları arasında bir ilişki kurabildiklerini ifade ettiği görülmektedir. Ö14'ün üç boyutlu örnek modelleri incelemesindeki amacın, taslak oluşturma sürecini daha iyi yapmalarını sağlayacağını ifade ettiği; Ö15'in ise bazı eksikliklerine rağmen inceledikleri modeli çizime aktarabildiği araştırmacı alan notundan anlaşılmaktadır.



Şekil 44. Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin son test sürecindeki yapmış oldukları model

Şekil 44'te Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yapmış oldukları deri modeli verilmiştir. Öğrencilerin bu modelde bir deri kesitini göstermeyi amaçladıkları görülmektedir. Öğrencilerin hazırlamış oldukları bu model ve modelleme süreci uzamsal algılama becerisinin UA göstergesi bağlamında incelenmiştir. Bu duruma ilişkin öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeden örnek bir kesit aşağıda yer almaktadır.

A : *Evet çocuklar modeliniz nedir?*

Ö18 : *Deri modeli yaptık öğretmenim.*

A : *Peki daha önce ne modeli yapmıştınız?*

Ö19 : *Önceden de deri modeli yapmıştık öğretmenim. Ama bu sefer daha güzel oldu.*

A : *Bu modelin önceden yaptığını ile ne farkı var?*

Ö18 : *Öğretmenim önceden yaptığımızda deri modeline küp şeklini verememiştik. Ama şimdi verebildik.*

A : *Güzel, evet her taraftan baktığımızda aynı görüntü olmuş. Modeli yaparken bir öncekinden neyi farklı yaptınız?*

Ö19 : *İlk modelin her yerini aynı yapmadık. Çünkü sadece bir yüze odaklandık. Bu sefer diğer yerlerini de kontrol ettik. Hem modeli hareket ettirdik farklı yerlerine bakmak için, hem de ben ve Ö18 etrafında dolaştık. Neresinde yanlış var gözlemledik.*

Ö18 : *Evet öğretmenim. İlk modelde böyle yapmamıştık. Hem yamuk hem de eksik olmuştu. Bu sefer iyice gözlemledik. Çünkü üç boyutlu şeyleri bu şekilde gözlemleyince daha doğru şekilde tasarlıyoruz.*

Yukarı diyalogda da görüldüğü gibi son test bağlamında Ö18 ve Ö19 kodlu öğrenciler deri modelini küp şeklinde oluşturmuştur. Bu aşamada öğrenciler modeli sabit bir nesne olarak kabul ederek, sürekli farklı noktalardan incelemişlerdir. Bu şekilde oluşan geometrik değişimler arasında ilişki kurmaya çalışmışlardır. Daha önceden ön test sürecinde eksik bir şekilde küp deri modelini oluşturan bu grup son test bağlamında da küp şeklinde oluşturmuşlardır. Dolayısıyla son test bağlamında yaptıkları bu modelden UA göstergesi bağlamında iki puan almışlardır.

Genel olarak son test sürecinde öğrenciler ön test sürecinde yaptıkları hataları düzeltme yoluna gitmiştir. Düzeltme yolundaki becerilerden bir diğeri de uzamsal rotasyon becerisinin UR1 göstergesidir. Şekil 45'te Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yapmış oldukları ses yalıtımı modeline yer verilmiştir.



Şekil 45. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test sürecinde ses yalıtımı modeli

Şekil 45 incelendiğinde, öğrencilerin ses yalıtımı modelinin Şekil 41'dekine göre daha düzenli ve kapsamlı olduğu görülmektedir. Yani öğrenciler son test sürecinde yaptığı bu modelde oluşturdukları dikdörtgenler prizmasının her yüzü eşit oranlı olmuş ve taban kısmını oturabilmişlerdir. Araştırmacı yapılan bu modelin ön testtekine göre daha iyi olduğunu fark etmiştir. Bu yüzden öğrencilerin oluşturdukları modelin etrafında hareket ederek farklı noktalardan gözlemlemesini ve elde ettiği sonuçları paylaşmasını istemiştir. Araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

A : Çocuklar modelinizi masanın üzerine koyun ve etrafında hareket ederek farklı noktalardan gözlemlmeye çalışın. Sonra size birkaç soru soracağım (Biraz zaman geçer).

A : Şimdi oluşturduğunuz modele farklı yönlerden bakınız. Neler gözlemlediniz?

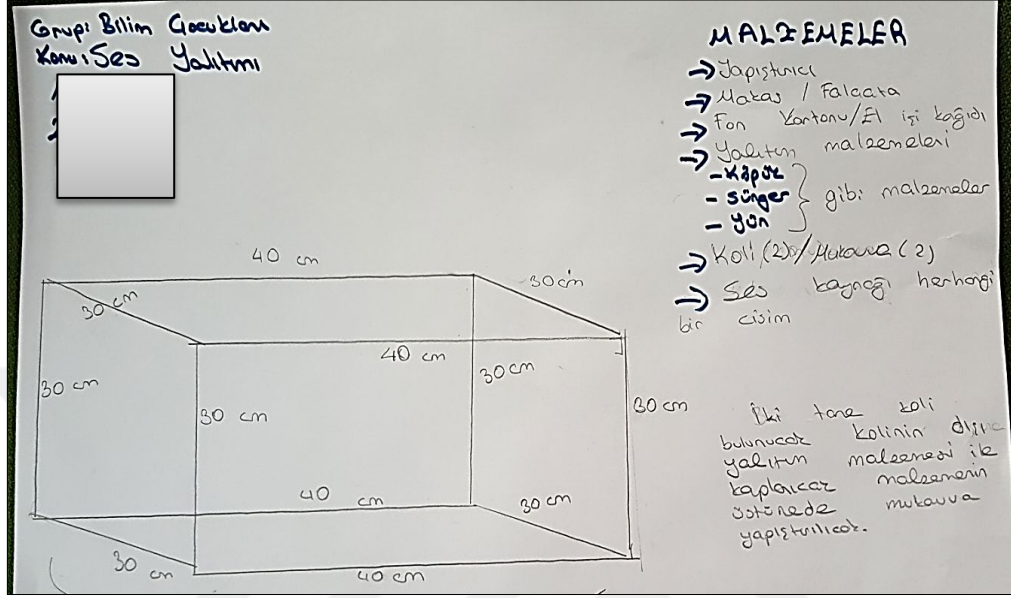
Ö7 : Öğretmenim modelimizin farklı kısımlarından bakınca, farklı şeyler görebiliyoruz. Yani bir yüzünde modelin kapağının kenar kısımlarını görürken ön taraftan bakınca kapağın yüzünü görebiliyoruz.

Ö8 : Bence de öğretmenim. Mesela tepeden bakarsak da süngerle yalıtım yaptığımız kısmı görürüz.

Yukarıdaki konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin oluşturmuş oldukları ses yalıtımı modelinin farklı noktalardan gözlemlmelerine ilişkin cevapları verilmiştir. Burada öğrenciler genel olarak modele farklı açılardan baktıklarındaki değişimin farkındadırlar. Yani öğrenciler



modelin hareketi sonucunda oluşacak değişimleri fark edebilmektedirler ve bu değişimler arasında ilişki kurabilmektedirler. Öğrenci mülakatları ve yaptıkları model incelendiğinde UR1 göstergesinden iki puan almışlardır.



Şekil 46. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı ses yalıtımı model taslağı

Şekil 46 incelendiğinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yapacakları modele ilişkin hazırlamış oldukları taslağa yer verildiği görülmektedir. Öğrenciler ses yalıtımı modelinin görüntüsünü belirledikleri bir açıdan çizmişler, hangi malzeme ve araçları kullanacaklarını belirtmişler ve modelleme sürecinde nelerin yapılacağını da not olarak belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu süreci uzamsal rotasyon becerisinin UR2 göstergesi bağlamında incelenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilere yönlendirilen sorular ve öğrencilerin verdikleri cevaplara ilişkin bir kesit aşağıda yer almaktadır.

A : Taslağınız bu sefer çok daha ayrıntılı olmuş. Peki şimdi bazı sorularım var. Yine tek bir yönden çizmişsiniz. Şimdi taslağı kapatalım ve bana modelinizi anlatın bakalım.

Ö7 : Dikdörtgen şeklinde olacak. İçine sünger koyacağız. Farklı malzemeler olacak.

A : Peki taslağınızın şeklini yorumlarsak. Etrafını biraz anlatabilir misiniz?

Ö7 : Her tarafı aynı öğretmenim. Dikdörtgen şeklinde. Üstten açılır kapaklı. Farklı yerlerden bakınca değişik boyutları olacak. Zaten onları da yazdık kaç cm olacak diye.



Ö9 : *Farklı yerlerin boyutları farklı olacak öğretmenim. Çünkü kenar uzunlukları farklı. Yan taraflar biraz daha küçük dikdörtgen.*

Ö7 : *Evet tabii öyle. Yanlar küçük ama üstler ve altlar da büyük olacak. Oralar daha uzun. Yanları aslında kare gibi de düşünebiliriz.*

Yukarıdaki konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin ses yalıtımı taslak modelinin farklı noktalardan gözlemlenmelerine ilişkin cevapları verilmiştir. Burada öğrencilerin genel olarak son test çalışmaları kapsamında da hazırlamış oldukları çizime ilişkin zihinsel canlandırma sürecini tam olarak yapamadıkları görülmektedir. Ön test sürecine benzer şekilde, son test sürecinde de öğrencilerin UR2 davranışlarında önemli bir değişiklik meydana gelmediği söylenebilir. Bununla birlikte Ö9 kodlu öğrencinin, ön test sürecinden farklı olarak eksiklikleri olsa da UR2 göstergesi çerçevesinde taslaklarına ilişkin yorum yapabildiği yukarıda verilen görüşme örneğinden anlaşılmaktadır. MBYBTE'ler uygulandıktan sonra öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisinin UR2 göstergesinden son test sürecinde bir puan düzeyinde davranış sergiledikleri belirlenmiştir.

Öğrencilerin son test modelleme sürecinde gerçekleştirdiği davranışlar uzamsal rotasyon becerisinin UR3 göstergesi bağlamında incelenmiştir. Şekil 46'da yer alan modeli Şekil 45'teki gibi tasarlayan Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilere bu bağlamda hazırladıkları üç boyutlu modele ilişkin bazı sorular yöneltilmiştir. Araştırmacının sormuş olduğu bu sorulara ve öğrencilerin vermiş oldukları cevaplara aşağıda yer verilmiştir.

A : *Modelinizle ilgili yine birkaç soru sorayım size. Modeli yine kaldırın ve görmeden bana anlatın.*

Ö7 : *Yine her yerini dikdörtgen biçiminde yaptık öğretmenim. Daha kalın süngerler kullandık.*

A : *O zaman şöyle yapalım. Herkes gözlerini kapatıp modelinin etrafında dolanarak bana modelini anlatsın. Hayalinizde modeliniz nasıl oluşmuş bakayım?*

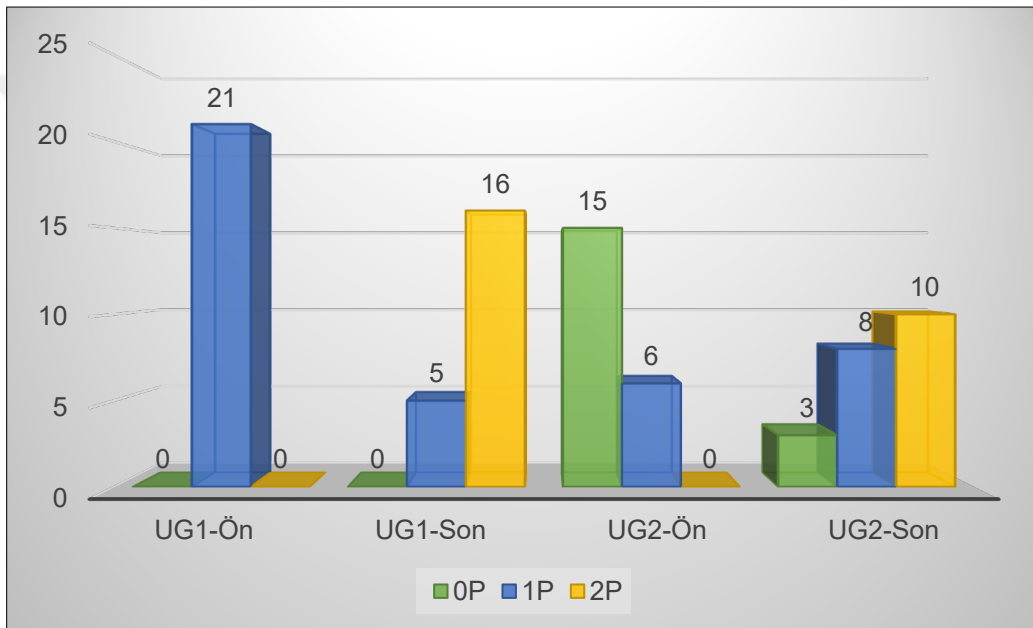
Ö7 : *Önden arkadan dikdörtgen şeklinde öğretmenim. Tepeden bakınca da öyle görüyorum ben.*

Ö9 : *Tüm yönlerden dikdörtgen şeklinde. Ama sağ ve soldaki duvarlar biraz daha kareye yakın küçük yaptık. Tepesinde üçgen çatısı var.*

Ö8 : *Öğretmenim tepesinde üçgenden çatı var. Ama çatıya tepeden bakınca o kare gibi. Görüntüsü değişir çünkü. Diğer duvarlar da farklı yönlerde farklı gözükür. Açısı değişiyor çünkü.*

Yukarıdaki konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin ses yalıtım modelinin farklı noktalardan hayali bir şekilde gözlemlerine ilişkin cevaplarına yer verilmiştir. Bu noktada araştırmacı, öğrencilerin hazırlamış oldukları modellerine ilişkin zihinlerinde farklı yönlerden

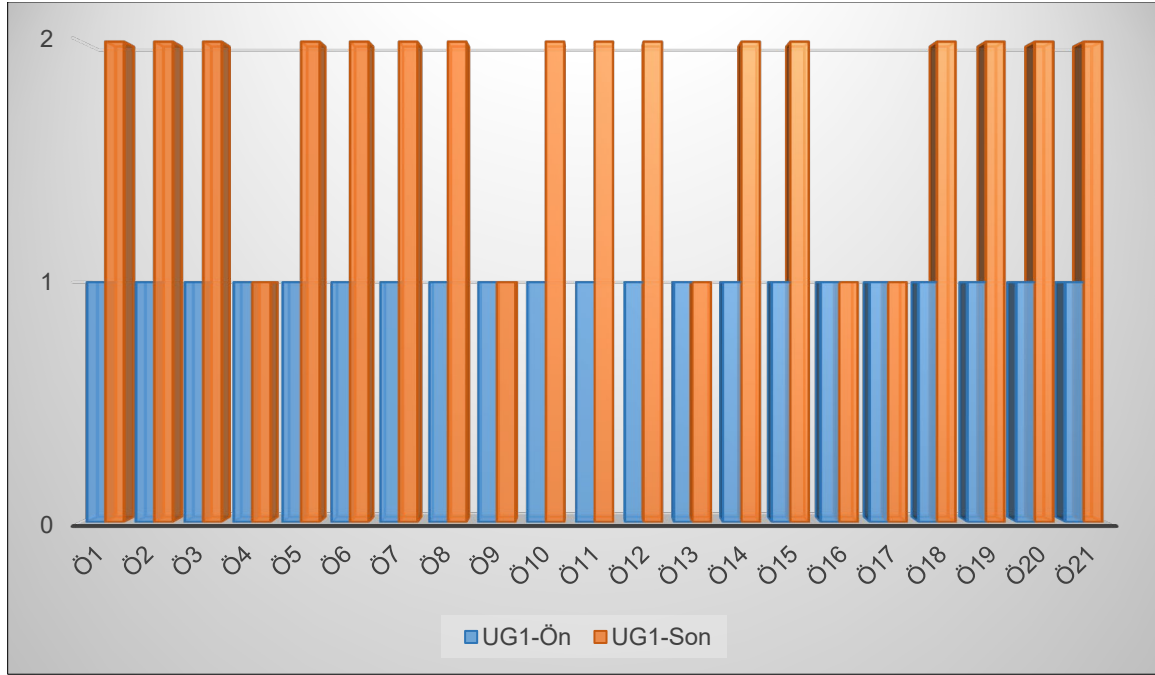
yorumlamalarını incelemiş ve öğrencilerden Ö7 ve Ö9 kodlu öğrencilerin sadece karşı açılardan modele ilişkin yorum yaptığını gözlemlemiştir. Bu öğrencilerin MBYBTE'ler uygulandıktan uzamsal rotasyon becerisi UR3 göstergesi çerçevesinde bir puan seviyesinde davranış sergiledikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte Ö8 kodlu öğrencinin, yaptıkları modelde yer alan kısımların geometrik görüntülerine ilişkin daha başarılı çıkarımlar sergilediği, zihinsel olarak modeli yorumladığında meydana gelen dönüşümleri doğru olarak yapabildiği görülmektedir. Dolayısıyla bu öğrencinin uzamsal rotasyon becerisinin UR3 göstergesi çerçevesinde iki puan düzeyinde davranış sergilediği belirlenmiştir.



Grafik 1. Uzamsal görselleştirme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

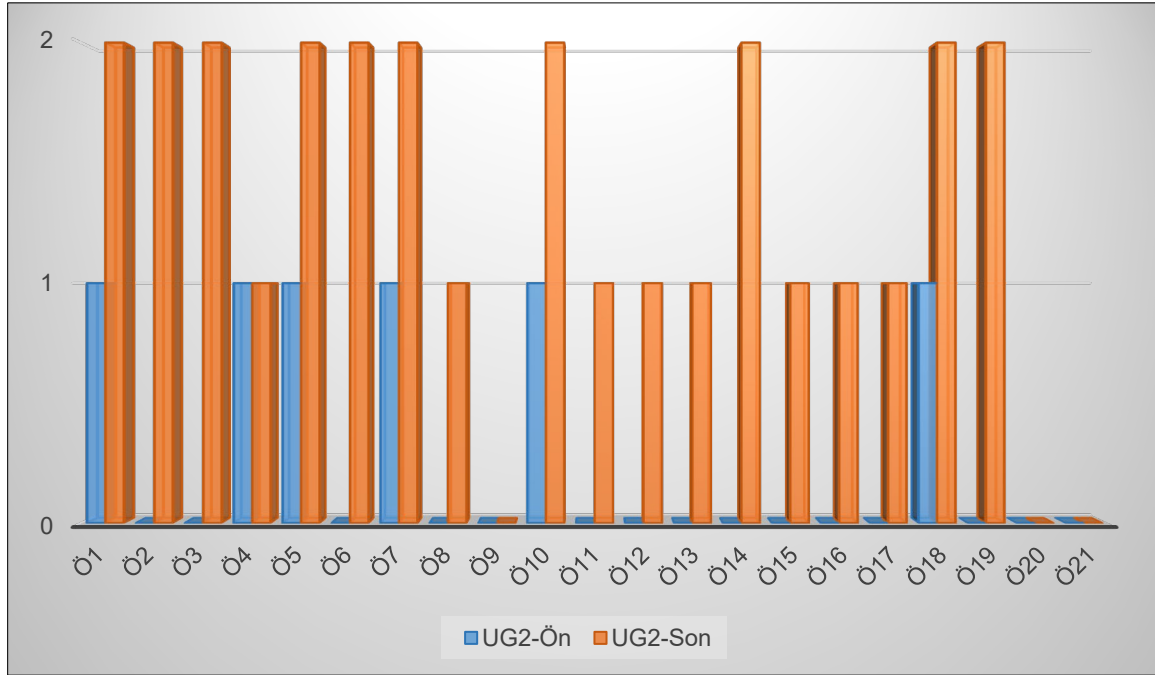
Grafik 1 uzamsal görselleştirme becerisi UG1 bağlamında incelendiğinde, ön testte yer alan 21 öğrencinin söz konusu göstergesi bir puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Son testte ise öğrencilerin UG1 göstergesini beş öğrencinin bir puan seviyesinde, 16 öğrencinin ise iki puan seviyesinde sergilediği belirlenmiştir. Bu durum MBYBTE'lerin öğrencilerin iki boyutlu cisimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürmede etkili olduğu anlamına gelmektedir. UG2 bağlamında incelendiğinde ise, ön testte yer alan 15 öğrencinin sıfır puan, altı öğrencinin seviyesinde sergilediği gözlenmektedir. Grafik 1'e son test verileri bağlamında tekrar bakıldığında üç öğrencinin sıfır puan, sekiz öğrencinin bir puan ve on öğrencinin ise iki puan seviyesinde UG2 göstergesini sergilediği fark edilmektedir. Yani genel olarak öğrenciler MBYBTE'lerin yürütülmesi sonucunda uzamsal

becerinin göstergeleri olan UG1 ve UG2'yi farkındalık düzeyi yükselecek şekilde kullanmıştır denilebilir. Dolayısıyla süreçte öğrencilere uygulanan “Boyut Tahmini, Uzamsallık Testi ve Uzay Modülü İnisi” isimli etkinliklerin UG1 ve UG2 kodlu göstergeleri geliştirmede yardımcı olduğu düşünülmektedir.



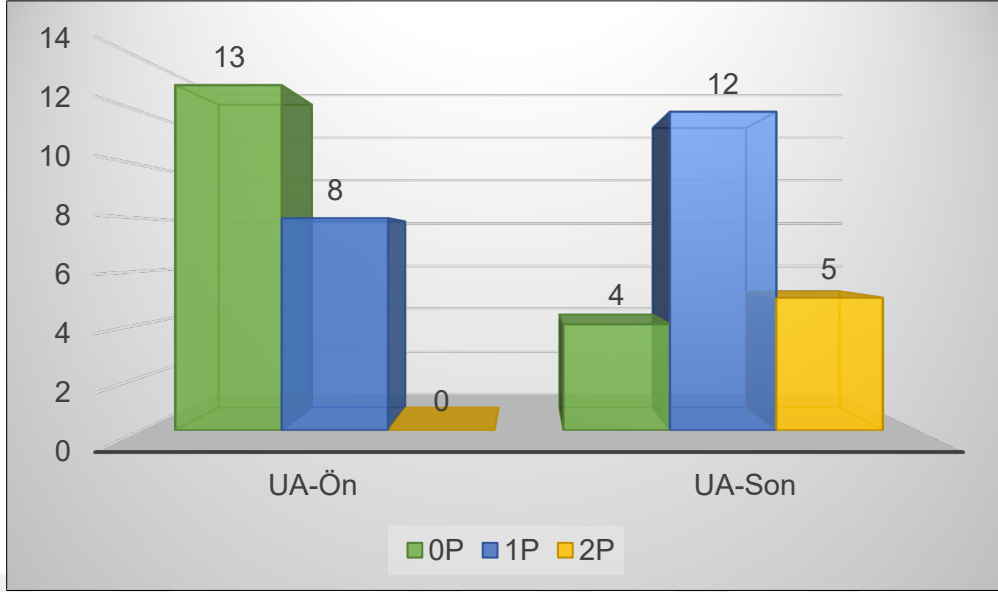
Grafik 2. Öğrencilerin UG1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Şekil 48’de öğrencilerin, uzamsal görselleştirme becerisinin UG1 *iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürme* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde, uygulamaya katılan öğrencilerin tamamının UG1 göstergesi kapsamında bir puan seviyesinde davranış sergiledikleri belirlenmiştir. Son test modelleme çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö4, Ö9, Ö13, Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin MBYBTE’lerin uygulanması sonrasında yine bir puan seviyesinde davranış sergiledikleri tespit edilmiştir. Yine Şekil 48’e bakıldığında etkinliklerin uygulanmasından sonra Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö18, Ö19, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin son test modelleme çalışmalarından UG1 göstergesi kapsamında iki puan seviyesinde davranış sergiledikleri belirlenmiştir. Bu öğrencilerin UG1 gösterge puanlarında artış olduğu Şekil 48’den görülmektedir.



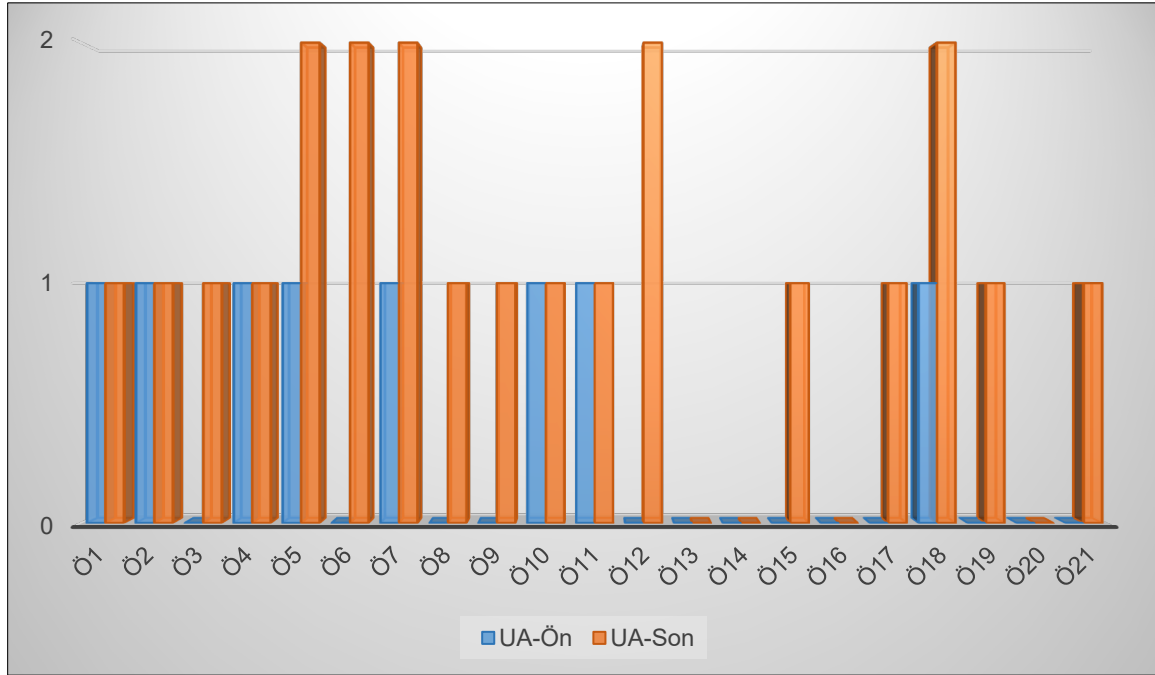
Grafik 3. Öğrencilerin UG2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 3'te öğrencilerin, uzamsal görselleştirme becerisinin UG2 *üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere indirgeme* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö2, Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinde davranış sergiledikleri görülmektedir. Bununla birlikte Ö1, Ö4, Ö5, Ö7 ve Ö18 kodlu öğrencilerin ön test modelleme çalışmaları kapsamında UG2 göstergesini iki puan seviyesinde sergiledikleri tespit edilmiştir. Son test modelleme çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde, Ö9, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ön test modelleme çalışmasıyla aynı şekilde sıfır puan düzeyinde UG2 göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir. Yine Grafik 3 incelendiğinde Ö4 kodlu öğrencinin son test modelleme çalışmasında UG2 göstergesini bir puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Bu öğrencilerin, MBYBTE'lerin uygulanması sonrasında UG2 göstergesi kapsamındaki beceri puanlarında bir artış olmadığı tespit edilmiştir. Şekil 49'da MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra UG2 göstergesi beceri puanlarında artış gösteren öğrenciler incelendiğinde Ö1, Ö5, Ö10 ve Ö18 kodlu öğrencilerin beceri puanlarında bir puan; Ö2, Ö6, Ö14 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise iki puanlık bir artış meydana geldiği belirlenmiştir.



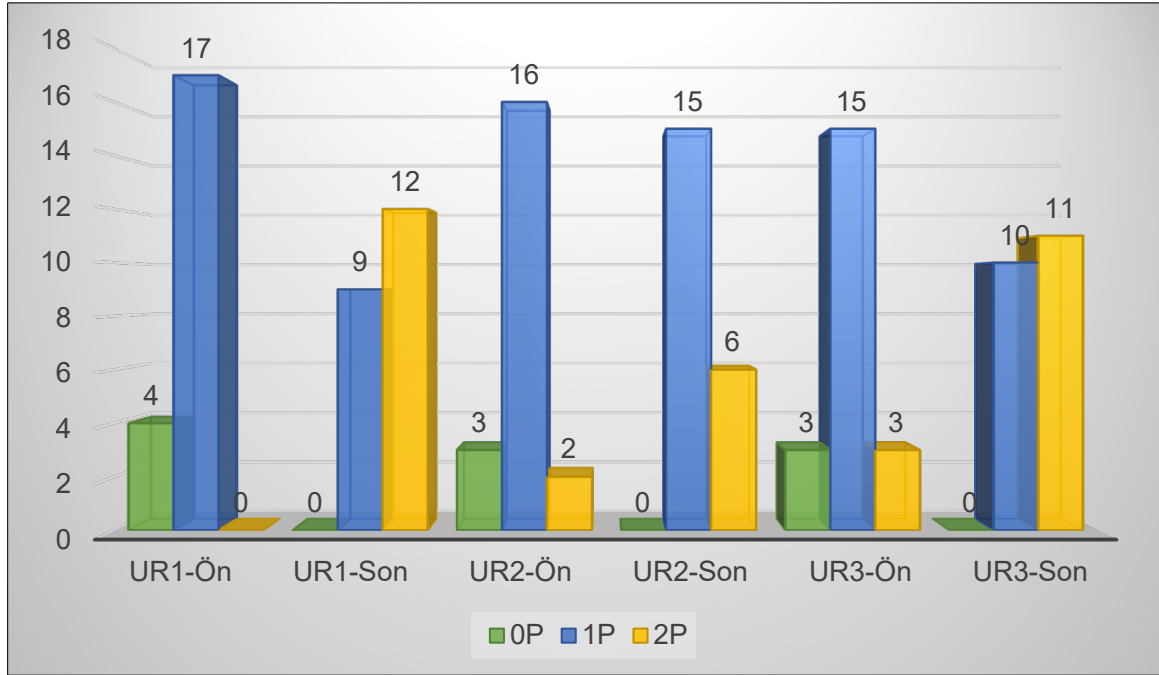
Grafik 4. Uzamsal algılama becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Öğrencilerin uzamsal algılama becerisinin ön test ve son testte modelleme becerilerine yönelik kullanımları Grafik 4'te verilmiştir. Grafik 4 incelendiğinde, ön testte yer alan 13 öğrencinin söz konusu göstergeyi sergilemediği, sekiz öğrencinin ise uzamsal algılama göstergesini bir puan alacak şekilde sergilediği görülmektedir. Ayrıca ön testte yer alan öğrencilerin iki puan seviyesinde de söz konusu beceriyi sergilemedikleri belirlenmiştir. Son testte ise UA göstergesini sergilemeyen öğrencilerin sayısının dörde düştüğü görülmektedir. Bunun yanında UA göstergesini bir puan seviyesinde sergileyen öğrencilerin sayısı 12'ye yükselmiştir. Ayrıca ön testte iki puan seviyesinde bu göstergeyi sergileyen hiçbir öğrenciye rastlanmazken, son testte beş öğrencinin iki puan düzeyinde söz konusu göstergeyi sergilediği görülmektedir. Sonuç olarak ortaokul öğrencilerinin uzamsal algılama becerilerini farkındalık düzeyi artacak şekilde sergiledikleri tespit edilmiştir. Yani MBYBTE'lerden öğrencilere uygulanan "Boyut Tahmini, Uzamsallık Testi ve Uzay Modülü İniş" isimli etkinliklerin UA göstergesini geliştirmede yardımcı olduğu düşünülmektedir.



Grafik 5. Öğrencilerin UA göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

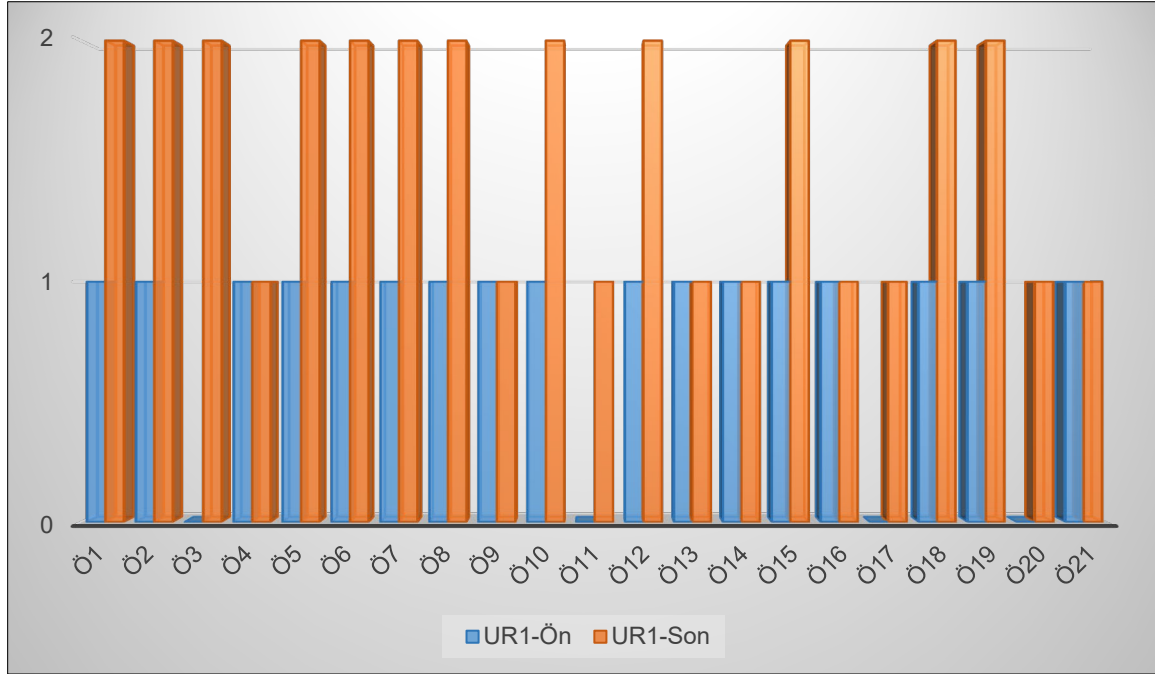
Grafik 5'te öğrencilerin, uzamsal algılama becerisinin UA sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurma göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20 ve Ö21 koldu öğrencilerin sıfır puan düzeyinde davranış sergiledikleri görülmektedir. Bununla birlikte Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö10, Ö11 ve Ö18 kodlu öğrencilerin ise ön test modelleme çalışmalarında UA göstergesini bir puan düzeyinde sergiledikleri grafikten anlaşılmaktadır. Ön test çalışmalarında UA göstergesini iki puan seviyesinde hiçbir öğrenci sergileyememiştir. Son test modelleme çalışmalarından elde edilen bulgulara bakıldığında Ö13, Ö14, Ö16 ve Ö20 kodlu öğrencilerin UA göstergesini yine sıfır puan düzeyinde sergiledikleri görülmektedir. Yine son test modelleme çalışmalarında Ö1, Ö2, Ö4, Ö10 ve Ö11 kodlu öğrencilerin ön test çalışmalarında olduğu gibi bir puan düzeyinde UA göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir. Bu öğrencilerin uzamsal algılama becerilerinde bir artış olmadığı Grafik 5'ten anlaşılmaktadır. MBYBTE'lerin uygulanması sonrasında uzamsal algılama becerilerinde artış gösteren öğrenciler incelendiğinde Ö8, Ö9, Ö15, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinden bir puan düzeyine; Ö6 ve Ö12 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinden iki puan düzeyine; Ö5, Ö7 ve Ö18 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinden iki puan düzeyine çıkarak UA göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir.



Grafik 6. Uzamsal rotasyon becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 6'da öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisinin ön test ve son testte kullanımlarına yönelik verilere yer verilmiştir. Grafik 6 incelendiğinde, ön testte yer alan dört öğrencinin söz konusu göstergeyi UR1 bağlamında sergilemediği, 17 öğrencinin UR1'i bir puan düzeyinde sergilediği ve bu göstergeyi iki puan seviyesinde sergileyen öğrenciye rastlanmadığı görülmektedir. UR1 göstergesi son test bağlamında incelendiğinde sıfır puan seviyesinde sergileyen öğrenciye rastlanmadığı, dokuz öğrencinin bir puan seviyesinde sergilediği ve 12 öğrencinin ise iki puan seviyesinde sergilediği gözlenmektedir. Bu durum adayların MBYBTE'leri uygularken UR1 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığı anlamına gelmektedir. Yine Grafik 6 incelendiğinde ön testte yer alan üç öğrencinin söz konusu göstergeyi UR2 bağlamında sergilemediği, 16 öğrencinin UR2'yi bir puan düzeyinde sergilediği ve iki öğrencinin ise bu göstergeyi iki puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Son test bağlamında UR2 göstergesini sıfır puan olarak kullanan öğrenciye rastlanmamıştır. Bunun dışında son test bağlamında 15 öğrenci UR2 göstergesini bir puan seviyesinde, altı öğrenci de iki puan seviyesinde sergilemişlerdir. Grafik 6 UR3 bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan üç öğrencinin bu göstergeyi hiç sergilemediği, 15 öğrencinin bu göstergeyi bir puan seviyesinde, üç öğrencinin ise bu göstergeyi iki puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Buna ek olarak son testte yer alan 10 öğrenci UR3 göstergesini bir puan seviyesinde, 11 öğrenci ise bu göstergeyi iki puan seviyesinde sergilemiştir. Bu durum

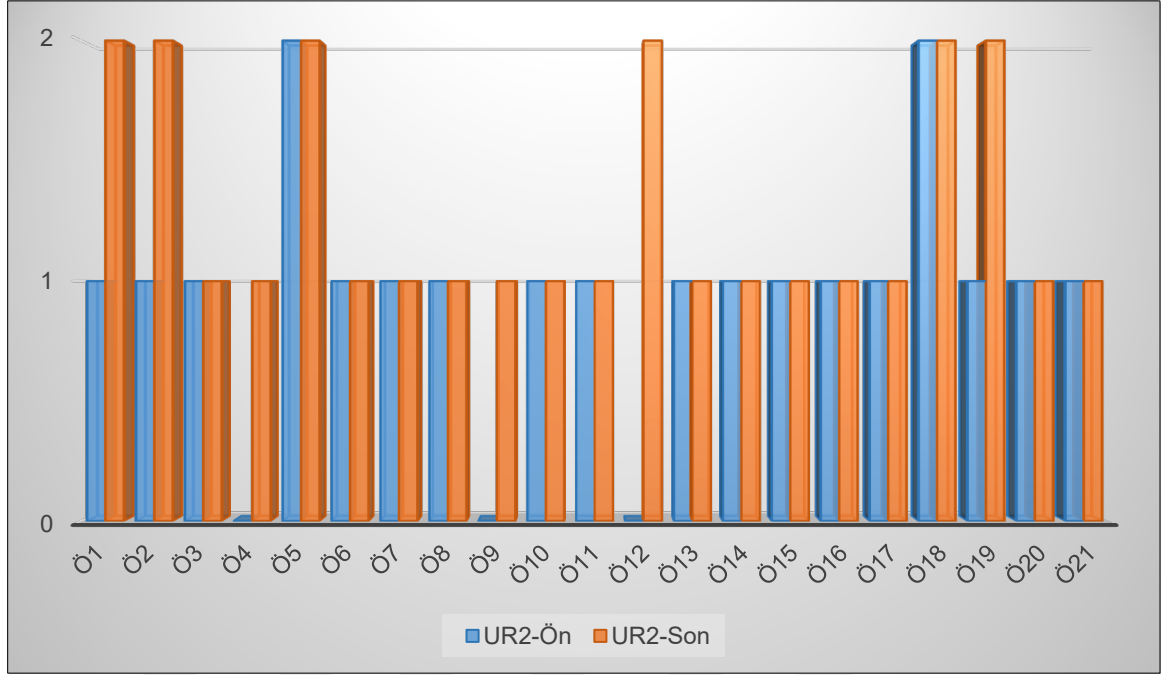
öğrencilerin MBYBTE'leri uyguladıktan sonra uzamsal rotasyon becerisinden biri olan UR3'ü kullanmaya yönelik eğiliminin arttığı anlamına gelmektedir.



Grafik 7. Öğrencilerin UR1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

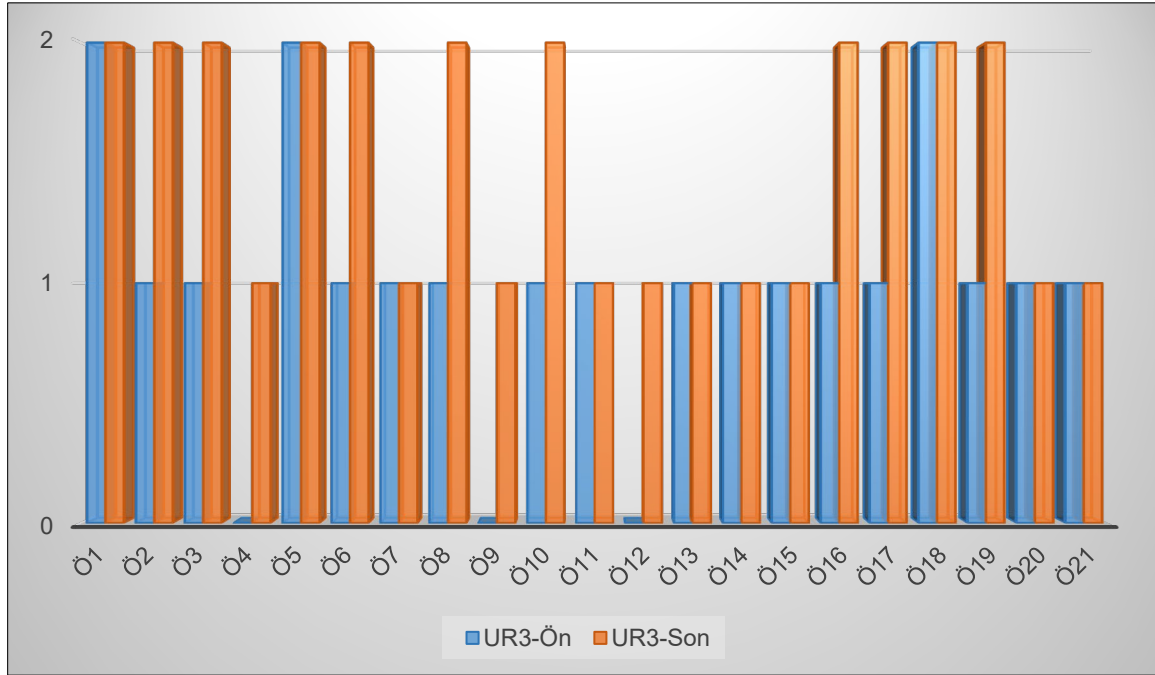
Grafik 7 incelendiğinde, öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisinin UR1 *nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin etme* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö3, Ö11, Ö17 ve Ö20 kodlu öğrencilerin sıfır puan; Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde UR1 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Ön test çalışmalarında UR1 göstergesini iki puan seviyesinde hiçbir öğrenci sergileyememiştir. Son test modelleme çalışmalarından elde edilen bulgulara bakıldığında Ö4, Ö9, Ö13, Ö14, Ö16 ve Ö21 kodlu öğrencilerin herhangi bir değişim göstermediği ve UR1 göstergesini yine bir puan düzeyinde sergiledikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö15, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin bir puan düzeyinden iki puan düzeyine artış göstererek; Ö3 kodlu öğrencinin ise sıfır puan düzeyinden iki puan düzeyine bir artış göstererek UR1 göstergesini son test modelleme çalışmaları kapsamında sergiledikleri belirlenmiştir.





Grafik 8. Öğrencilerin UR-2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 8 incelendiğinde, öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisinin UR2 *iki boyutlu çizimlere ilişkin zihinde farklı açılara dönüşüm yapma* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö4, Ö9 ve Ö12 kodlu öğrencilerin bir sıfır puan düzeyinde; Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin bir puan düzeyinde; Ö5 ve Ö18 kodlu öğrencilerin ise iki puan düzeyinde UR2 göstergesini modelleme çalışmaları sırasında sergiledikleri belirlenmiştir. Son test modelleme çalışmaları kapsamında elde edilen bulgular incelendiğinde ise Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ön testte olduğu gibi UR1 göstergesini bir puan düzeyinde sergiledikleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte Grafik 8'e tekrar bakıldığında Ö4 ve Ö9 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinden bir puan düzeyine; Ö1, Ö2 ve Ö19 kodlu öğrencilerin bir puan düzeyinden iki puan düzeyine ve Ö12 kodlu öğrencinin sıfır puan düzeyinden iki puan düzeyine çıkarak UR2 göstergesini modelleme çalışmalarında sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Ö5 ve Ö18 kodlu öğrencilerin son test çalışmalarında da UR2 göstergesini iki puan düzeyinde sergiledikleri Grafik 8'den anlaşılmaktadır.



Grafik 9. Öğrencilerin UR3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 9 incelendiğinde, öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisinin UR3 *üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlerde dönüşüm yapma* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö4, Ö9 ve Ö12 kodlu öğrencilerin UR3 göstergesini sıfır puan düzeyinde sergiledikleri görülmektedir. Bunun yanında Şekil 55'e göre Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ön test modelleme çalışmalarında UR3 göstergesini bir puan seviyesinde sergiledikleri belirlenmiştir. Yine son olarak ön test modelleme çalışmalarından elde edilen bulgulara göre, Ö1, Ö5 ve Ö18 kodlu öğrencilerin UR3 göstergesini iki puan seviyesinde sergiledikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin son test modelleme çalışmalarından elde edilen bulguları incelendiğinde Ö7, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ön testle aynı düzeyde, bir puan seviyesinde; Ö1, Ö5 ve Ö18 kodlu öğrencilerin ise iki puan seviyesinde UR3 göstergesini sergiledikleri Grafik 9'dan anlaşılmaktadır. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra UR3 göstergesinde değişim olan öğrencilere bakıldığında; Ö4, Ö9 ve Ö12 kodlu öğrencilerin davranış puanlarının sıfır puan seviyesinden bir puan seviyesine; Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö16, Ö17 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise bir puan seviyesinden iki puan seviyesine bir artış göstererek beceri davranışı sergiledikleri tespit edilmiştir.

#### 4. 2. 1. 2. Orijinal Fikir Üretme Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

Ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesindeki orijinal fikir üretme becerisinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 39'da verilmiştir.

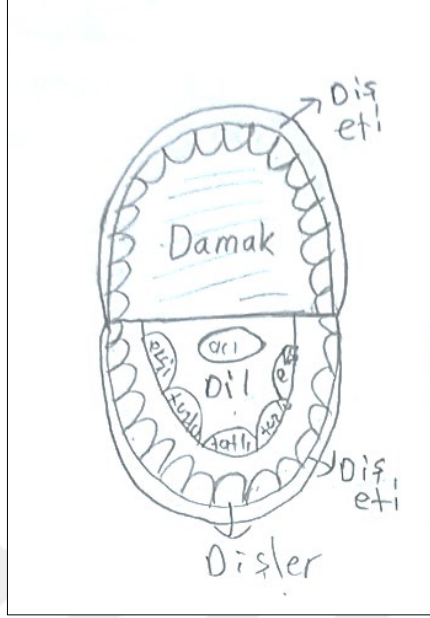
Tablo 39. Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Orijinal Fikir Üretme Becerisinden Aldıkları Puanlar

Gösterge	Orijinal Fikir Üretme Becerisi – Ön Test			Frekans	Gösterge Yüzdesi
	0P	1P	2p		
OFÜ1	17	4	0	4	%50
OFÜ2	17	4	0	4	%50
OFÜ3	21	0	0	0	%0
OFÜ4	21	0	0	0	%0

Tablo 39 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için zihinsel becerileri kapsamında orijinal fikir üretme becerisinden ön test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre orijinal fikir üretme becerisinin *“modeli için rutin olmayan bir taslak çizme”* OFÜ1 göstergesini sıfır puan düzeyinde 17 öğrencinin, bir puan düzeyinde ise dört öğrencinin sergilediği, iki puan düzeyinde ise hiçbir öğrencinin göstergesi sergileyemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki orijinal fikir üretme becerisinde %50 oranında OFÜ1 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Tablo 39'a göre orijinal fikir üretme becerisinin *“modeli için rutin olmayan malzemelere yer verme”* OFÜ2 göstergesini sıfır puan düzeyinde 17 öğrencinin, bir puan düzeyinde ise dört öğrencinin sergilediği, iki puan düzeyinde ise hiçbir öğrencinin bu göstergesi sergileyemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki orijinal fikir üretme becerisinde %50 oranında OFÜ2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Tablo 39'a göre uygulamaya katılan öğrencilerin tamamının (21) ön test kapsamında *“modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma”* OFÜ3 ve *“kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama”* OFÜ4 göstergelerini sıfır puan düzeyinde sergiledikleri, bir puan ve iki puan düzeyinde ise hiçbir öğrencinin bu göstergeleri sergileyemedikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla OFÜ3 ve OFÜ4 göstergelerinin ön test kapsamında kullanılma oranlarının %0 olduğu görülmektedir.

Orijinal fikir üretme becerisinin OFÜ1 göstergesi, model için rutin olmayan bir taslak çizmeyi içermektedir. OFÜ1 göstergesini ön test sürecinde Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrenciler sıfır puan düzeyinde sergilemişlerdir. Yani bu öğrenciler yapacakları modelin taslağını, genel olarak kabul gören modellerden farklı çizememişlerdir. Çizdikleri taslaklar kitaplarda yer alan taslaklarla aynıdır. Aşağıda Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin

yapmış olduğu taslak çizim modeli ve bu süreçte gerçekleştirilen mülakat notlarına örnekler verilmiştir.



Şekil 47. Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde çizdikleri ağız modeli

Şekil 47'de Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde çizdikleri ağız modeli verilmiştir. Şekil 47 incelendiğinde çizilen ağız modelinin öğrencilerin ders kitaplarında yer alan görsellerin benzeri bir çizim olduğu görülmektedir. Yani bu modele kitaplardan, internetten ve diğer kaynaklardan rastlanabilmektedir. Araştırmacı bu durumu gözlemleri sonucunda da fark etmiştir. Ancak yine de öğrencilerin farklı görüşlerini, taslak hakkındaki orijinal fikirlerini ortaya çıkarabilmek amacıyla aşağıdaki mülakat gerçekleştirmiştir.

A : *Evet çocuklar. Çizdiğiniz ağız modeline nasıl karar verdiniz?*

Ö10 : *Öğretmenim kitaptan gördük, onu çizmeye karar verdik.*

Ö12 : *Öğretmenim ben internetten de görmüştüm.*

A : *Peki sizce farklı bir model çizilebilir miydi? Yani kitapta gösterilenden farklı bir ağız modeli?*

Ö13 : *Öğretmenim nasıl olacak ki o? Bizim bir tane ağızımız var, farklı nasıl çizebiliriz ki?*

Ö11 : *Farklı olursa modelimize benzemez diye düşündük. Kitabımızdaki resimlere, ağızımıza benzesin diye biz de aynısı gibi olsun diye böyle çizdik.*

Yukarıdaki verilen diyalog kesitinden de görüldüğü üzere araştırmacı, öğrencilerin hazırlamış oldukları taslağın daha farklı nasıl tasarlanabileceğini sorgulamıştır. Ancak öğrencilerin vermiş olduğu cevaplara bakıldığında, tek doğrunun kitapta ya da farklı kaynaklarda olacağını savunmuşlardır. Buna ek olarak da ağzın her insanda aynı olmasından dolayı modelinin de tek türlü olabileceğini savunmuşlardır. Amaçlarının resimlerde gördükleri modelin aynısını tasarlamak olduğu, model taslaklarına kendi yorumlarını katmadıkları ve farklılaştıramadıkları görülmektedir. Dolayısıyla bu öğrenciler modeli için, OFÜ1 rutin olmayan bir taslak çizme göstergesinden ön test sürecinde sıfır puan düzeyinde davranış sergilemişlerdir.

Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrenciler ön test sürecinde taslak modelini yaptıktan sonra modelleme sürecine geçmişlerdir. Modelleme sürecinde de taslakta çizilen ve her yerde görülebilecek şekli, oyun hamurlarını kullanarak üç boyuta geçirmişlerdir. Şekil 48'de bu öğrencilerin hazırlamış oldukları ağız modeline yer verilmiştir.



Şekil 48. Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde oluşturdukları ağız modeli

Şekil 48 incelendiğinde öğrencilerin oyun hamurları kullanarak rutin, sıkça karşılaşılan bir ağız modeli yaptıkları görülmektedir. Yani daha önceden tasarımını yaptıkları ve bütün kaynaklarda karşılaşılabilecek bir model yapmışlardır. Öğrencilerle gerçekleştirilen diyalog kesitinden de görüldüğü üzere, öğrenciler ağız modelinin tek bir çeşit olacağını ve hazırlayacakları modelin de kitaplarında yer alan resimlere benzemesi gerektiğini düşünmektedirler. Öğrencilerin oyun hamuru dışında bir malzeme kullanmadan bu modeli

yapmaları, rutin olmayan malzemelere yer veremediklerini göstermektedir. Bu bağlamda öğrenciler ön test sürecinde modeli için rutin olmayan malzemelere yer veremediğinden dolayı OFÜ2 göstergesinden de sıfır puan düzeyinde davranış sergilemişlerdir.

Orijinal fikir üretme becerisinin OFÜ3 göstergesi, “*modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma*” ve OFÜ4 göstergesi “*kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma*” şeklindedir. OFÜ3 göstergesi ile OFÜ4 göstergesi birbiri ile ilişkili olduğu için, iki gösterge birlikte olacak şekilde öğrenci örnekleri verilmiştir. OFÜ3 ve OFÜ4 göstergelerinin ön test sürecinde Ö5 ve Ö6 kodlu öğrenciler sıfır puan düzeyinde davranış sergilemişlerdir. Yani bu öğrenciler, yaptıkları modelleri farklı bir şekilde yorumlamakta sıkıntı yaşamışlardır. Aşağıda Ö5 ve Ö6 kodlu öğrencilerin yaptıkları modellere ilişkin mülakat örneği verilmiştir.

A : *Evet çocuklar ne modeli yaptınız?*

Ö5 : *Bitki ve hayvan hücresi modeli yaptık öğretmenim.*

A : *Peki modelinizde neler kullandınız?*

Ö6 : *Öğretmenim mukavva üzerine organelleri gösteren şeyleri yapıştırdık.*

Ö5 : *Evet öğretmenim, mesela bitki hücresinde kofulu oyun hamuru ile yaptık. Sonra sitoplazmayı belirtebilmek için kalem ile noktalar çizdik.*

A : *Peki bitki hücresini hayvan hücresinden nasıl ayırt ettiniz?*

Ö5 : *Öğretmenim bitki hücresini yeşille yaptık ve organellerini hayvan hücresinin organellerinden ayrı yaptık.*

Araştırmacının öğrenciler ile yürüttüğü mülakat incelendiğinde, yaptıkları hücre modellerinin genel geçer modellerle aynı olduğu görülmektedir. Yani mukavva üzerinde farklı malzemelerle hücre modelinin yapılışında yaratıcı bir fikir görülmediğinden dolayı bu öğrenci grubu ön test sürecinde OFÜ3 göstergesinden sıfır puan almışlardır. Aynı zamanda araştırmacı, bitki ve hayvan hücresini model üzerinde birbirinden ayıracak özelliği sorduğunda öğrencilerden yine ders kitaplarında var olan bilgilere paralel bir cevap almıştır. Yani öğrenciler aynı düzlem üzerinde hem bitki hem de hayvan hücresini göstermiştir. Bu kısımda öğrenciler sıkıntı yaşadığı için ön test sürecinde OFÜ4 göstergesinden sıfır puan düzeyinde davranış sergilemişlerdir.

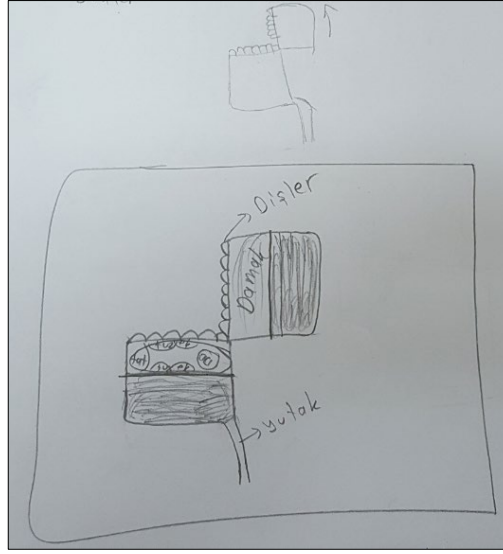
Ortaokul öğrencilerinin, MBYBTE'ler uygulandıktan sonraki orijinal fikir üretme becerisinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 40'ta verilmiştir.

Tablo 40. Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Orijinal Fikir Üretme Becerisinden Aldıkları Puanlar

Orijinal Fikir Üretme Becerisi – Son Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Yüzde
OFÜ1	15	6	0	6	%20,69
OFÜ2	6	9	6	15	%51,72
OFÜ3	17	4	0	4	%13,79
OFÜ4	17	4	0	4	%13,79

Tablo 40 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için zihinsel becerileri kapsamında orijinal fikir üretme becerisinden son test modelleme çalışması sonucundan aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre orijinal fikir üretme becerisinin “*modeli için rutin olmayan bir taslak çizme*” OFÜ1 göstergesini sıfır puan düzeyinde 15 öğrenci, bir puan düzeyinde ise altı öğrenci sergilerken, iki puan düzeyinde hiçbir öğrencinin sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki orijinal fikir üretme becerisinde %20,69 oranında OFÜ1 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Tablo 40’a göre orijinal fikir üretme becerisinin “*modeli için rutin olmayan malzemelere yer verme*” OFÜ2 göstergesini sıfır puan düzeyinde altı öğrencinin, bir puan düzeyinde dokuz öğrencinin ve iki puan düzeyinde altı öğrencinin sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki orijinal fikir üretme becerisinde %51,72 oranında OFÜ2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Tablo 40’a göre orijinal fikir üretme becerisinin “*modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma*” OFÜ3 göstergesini sıfır puan düzeyinde 17 öğrencinin, bir puan düzeyinde dört öğrencinin sergilediği, iki puan düzeyinde ise hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergileyemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki orijinal fikir üretme becerisinde %13,79 oranında OFÜ3 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Tablo 28 incelendiğinde, orijinal fikir üretme becerisinin “*kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama*” OFÜ4 göstergesini sıfır puan seviyesinde 17 öğrencinin, bir puan seviyesinde dört öğrencinin sergilediği, iki puan düzeyinde ise hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergileyemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki orijinal fikir üretme becerisinde %13,79 oranında bu göstergeyi sergiledikleri görülmektedir.

Son test sürecinde Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerden ikisi OFÜ1 göstergesinden iki puan alırken diğer iki öğrenci yine sıfır puan almışlardır. Bu öğrenciler ön test sürecinde çizdiği taslak modelini değiştirmiştir. Şekil 49’da bu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı ağız modeli taslak çizimine yer verilmiştir.



Şekil 49. Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin son test sürecinde çizdikleri ağız modeli

Şekil 49 incelendiğinde öğrencilerin ağız modeli taslak çiziminin standart çizimlerden farklı olduğu görülmektedir. Yani normalde ağız şekline benzeyen çizimler olurken, Şekil 49'da modelin ağız kısmının dikdörtgen olduğu göze çarpmaktadır. Bu farklılığı gören araştırmacı, bu durumun sebebini araştırmak için öğrencilerle mülakatlar yürütmüştür. Aşağıda araştırmacı ile öğrenciler arasında gerçekleşen diyaloga yer verilmiştir.

A : *Evet çocuklar sanırım ağız modeli yapacaksınız.*

Hepsi : *Evet öğretmenim.*

A : *Peki çizdiğiniz bu model biraz farklı gibi. Bana biraz modelinizden bahsedebilir misiniz?*

Ö10 : *Öğretmenim dişler ve çene olacak modelimizde. Ama bu sefer çenenin alt ve üst kısmını dikdörtgen yaptık. Çünkü modelimizi yaparken dondurma kabı kullanmayı düşünüyoruz.*

Ö12 : *Evet öğretmenim. Dondurma kabı kullanırsak çenenin daha rahat açılıp kapanacağına karar verdik. Yani çeneyi de oyun hamuru ile yapınca açıp kapatırken hamurlar bozuluyor.*

Şekil 49 ve yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrencilerin ağız modeli taslağının ders kitabı ve internet gibi kaynaklarda yer alan modellerden farklı olduğu görülmektedir. Bunun sebebini ise modelleme sürecinde kullanılacak malzemeden kaynaklandığı öğrenciler tarafından ifade edilmektedir. Konuşmayı gerçekleştiren iki öğrenci son test sürecinde modeli için rutin olmayan bir taslak çizdiği için OFÜ1 göstergesinden iki puan almıştır.



Son test sürecinde Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerden ikisi OFÜ2 göstergesinden iki puan alırken diğer iki öğrenci yine sıfır puan almışlardır. Bu öğrenciler ön test sürecinde yaptığı ağız modelini değiştirerek farklı bir model elde etmişlerdir. Şekil 50’de bu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı ağız modeline yer verilmiştir.



Şekil 50. Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin son test sürecinde oluşturdukları ağız modeli

Şekil 50 incelendiğinde öğrencilerin yapmış olduğu ağız modelinin standart bir ağız modelinden farklı olduğu görülmektedir. Yani çene kısımlarının oval değil de dikdörtgen olması modelde farklılık teşkil etmektedir. Öğrencilere bu durumun sebebi sorulduğunda “*Öğretmenim dişler ve çene olacak modelimizde. Ama bu sefer çenenin alt ve üst kısmını dikdörtgen yaptık. Çünkü modelimizi yaparken dondurma kabı kullanmayı düşünüyoruz*” şeklinde bir cevap alınmıştır. Yani öğrenciler son test sürecinde model oluştururken yaratıcı bir fikir ortaya attıkları için OFÜ2 göstergesinden iki puan almışlardır.

Son test sürecinde Ö5 ve Ö6 kodlu öğrencilerden ikisi OFÜ3 ve ÖFÜ4 göstergelerinin her birinden iki puan düzeyinde davranış sergilemiştir. Bu öğrenciler ön test sürecinde yaptığı hücre modellerini artık düzlem üzerinde göstermekten vaz geçip üç boyutlu materyal geliştirme yoluna gitmişlerdir. Aşağıda öğrencilerin modellerine ve mülakat verilerine yer verilmiştir.

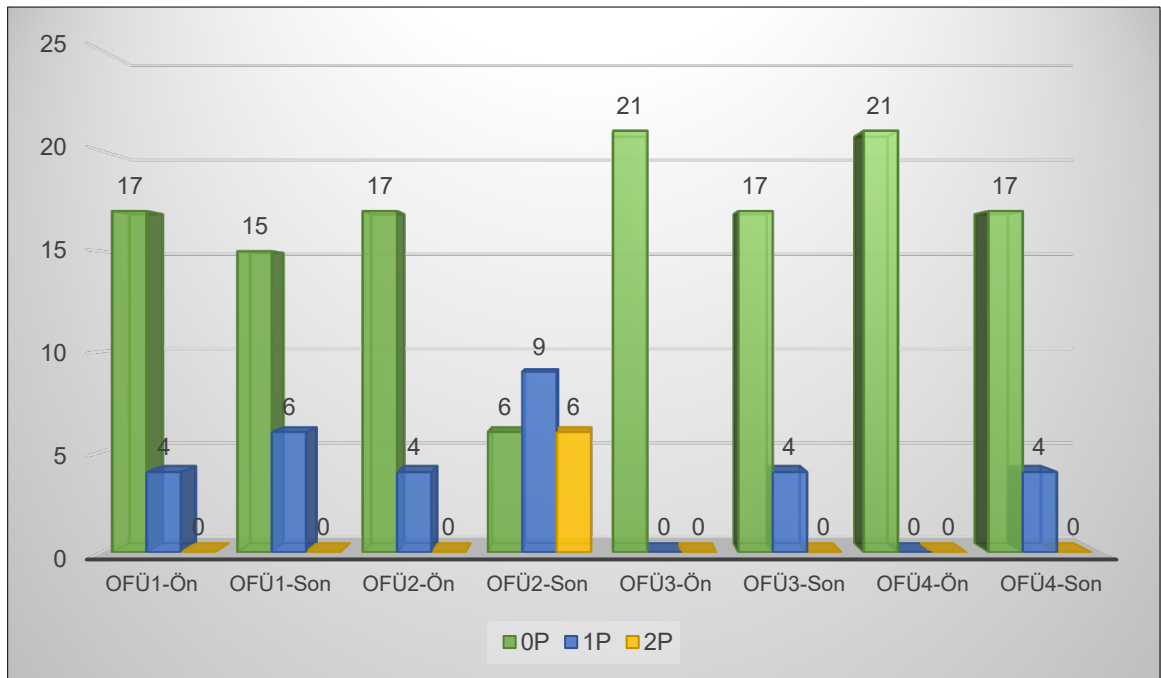


Şekil 51. Ö5 ve Ö6 kodlu öğrencilerin son test sürecinde oluşturdukları hücre modelleri

Şekil 51’de Ö5 ve Ö6 kodlu öğrencilerin son test sürecinde oluşturdukları hücre modelleri verilmiştir. Bu modellere bakıldığında öğrencilerin genel geçer modellerden farklı bir yapı elde ettikleri görülmektedir. Ön test sürecinde öğrenciler düzlem üzerinde gerekli malzemeler ile hücre modeli elde etmişti. Ancak son test sürecinde Şekil 51’de de görüldüğü gibi öğrenciler bitki ve hayvan hücresinin yapısının farklılığını farklı şekildeki kaplarla (kulplu kap hayvan hücresi, dikdörtgen kap ise bitki hücresi olarak) oluşturmuşlardır. Buna ek olarak sitoplazma için slime kullanmaları, modellere kendi yorumlarını katmada yardımcı olmuştur. Araştırmacı öğrencilerin yaptığı bu modelleri daha ayrıntılı anlayabilmek için, öğrencilerle mülakatlar gerçekleştirmiştir. Araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

- A : *Modeliniz daha önceki yaptığınıza göre çok güzel olmuş, aferin. Peki bu modeli yaparken nelere dikkat ettiniz?*
- Ö5 : *Öğretmenim bu sefer hücrenin yapısını daha ayrıntılı inceledik. Bitki hücresinin genel yapısı dikdörtgen şeklinde, hayvan hücresi ise daha ovalimsi yapıda. Bunu düşünerek hayvan hücresi için kulplu saklama kabı, bitki hücresi için ise dikdörtgen şeklinde bir kap kullandık.*
- Ö6 : *Öğretmenim buna ek olarak sitoplazmanın akışkan olması gerektiği için slime kullandık. Geri kalan organelleri de oyun hamuru, pinpon topu, kulak çöpü gibi materyaller kullandık.*

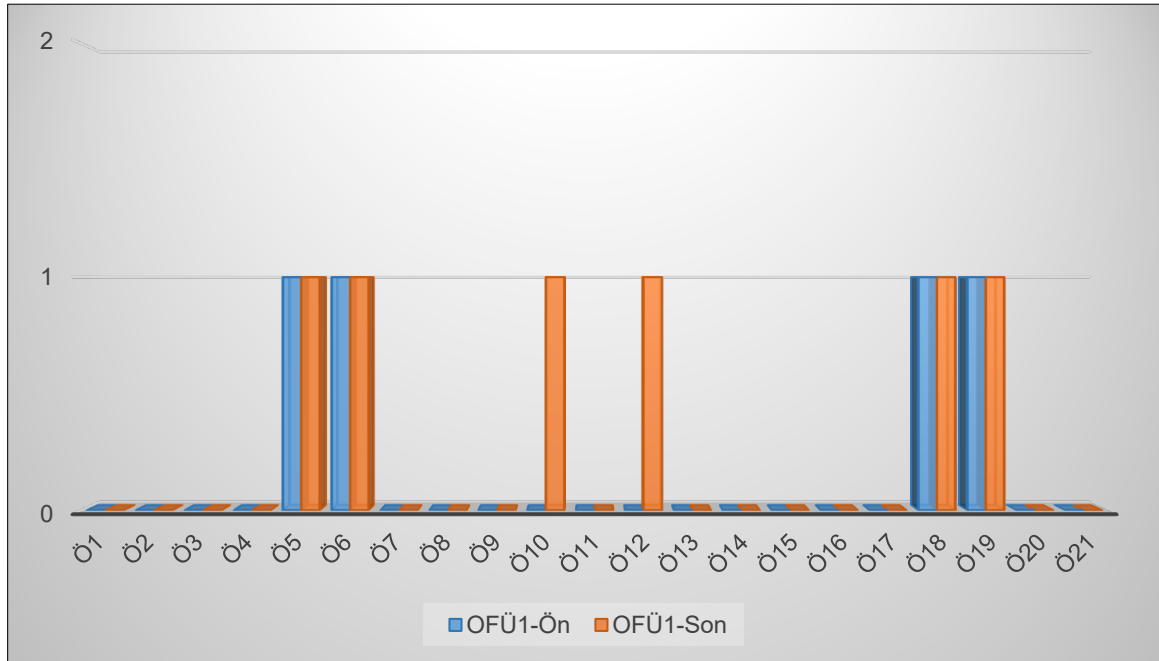
Yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrencilerin model oluştururken hücrenin yapısına göre farklı malzemeler kullandıkları görülmektedir. Genel geçer modellerde sitoplazma için jöle ya da su gibi malzemeler kullanılırken öğrencilerin aklına slime gelmesi buna ek olarak bitki ve hayvan hücresinin yapısına göre farklı özelliklerdeki saklama kaplarını kullanmaları öğrencilerin yaptıkları modele ve kaynak nesnenin bir parçasına yorum katmalarını sağlamıştır. Son test sürecinde ön test sürecinden farklı olan bu davranışların sergilenmesi öğrencilerin bir dönem boyunca MBYBTE'lere dayalı öğrenme gerçekleştirilmesinde etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla öğrenciler son test sürecinde yaptıkları bu modellerden OFÜ3 ve OFÜ4 göstergelerinden iki puan düzeyinde davranış sergilemişlerdir.



Grafik 10. Orijinal fikir üretme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

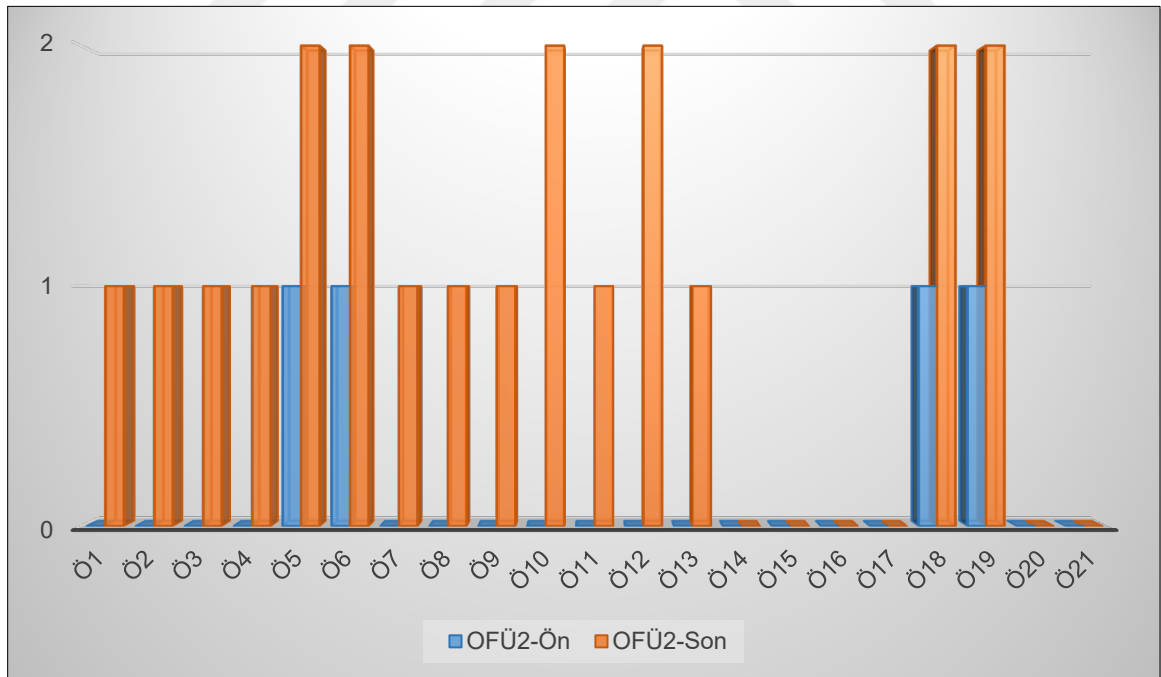
Grafik 10'da ortaokul öğrencilerinin orijinal fikir üretme becerilerinin MBYBTE'lerin öncesinde ve sonrasındaki değişimine yönelik grafiği verilmiştir. Grafik 10 OFÜ1 göstergesinin ön test bağlamında incelendiğinde 17 öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği, dört öğrencinin ise bu göstergiyi bir puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Son testte yer alan OFÜ1 göstergesine bakıldığında öğrencilerden 15'inin bu göstergiyi sıfır puan, altı öğrencinin ise bir puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Ön test ve son test OFÜ1 bağlamında incelendiğinde bu göstergiyi sergilemeyen öğrencilerin bir miktar azaldığı, bir puan seviyesinde sergileyen öğrencilerin ise bir miktar arttığı gözlenmektedir. Buna rağmen OFÜ1 göstergesini öğrenciler hem ön testte hem de son testte iki puan seviyesinde

kullanmamışlardır. Yine Grafik 10 OFÜ2 göstergesi bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 17 öğrencinin göstergesi sergilemediği, dört öğrencinin ise göstergesi bir puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Bu duruma ek olarak son test verileri incelendiğinde altı öğrenci OFÜ2 göstergesini sergilememiş, dokuz öğrenci bu göstergesi bir puan seviyesinde ve diğer altı öğrenci ise göstergesi iki puan seviyesinde sergilemişlerdir. Bu verilere bakıldığında MBYBTE'lerin öğrencileri OFÜ2 göstergesi bağlamında geliştirdiği söylenebilir. Grafik 10'da öğrencilerin OFÜ3 göstergesi bağlamında ön test verileri incelendiğinde uygulamaya katılan 21 öğrencinin hiç birisinin bu göstergesi sergileyemediği görülmektedir. Yani öğrenciler modellerini geliştirirken orijinal fikir üretme becerisine ait OFÜ3 göstergesine kapsamında davranışlara yer verememişlerdir. Bunun aksine öğrencilerin son test çalışmaları incelendiğinde, dört öğrencinin OFÜ3 göstergesini bir puan seviyesinde sergiledikleri, geri kalan 17 öğrencinin ise yine söz konusu göstergesi sergileyemedikleri gözlenmektedir. Bu durum aslında MBYBTE'lerin öğrencilerin OFÜ3 göstergesini kullanma durumlarını çok etkilemediğini göstermektedir. Son olarak Grafik 10 OFÜ4 göstergesi bağlamında ön test verileri incelendiğinde 21 öğrencinin bu göstergesi sergilemediği, son test verileri incelendiğinde dört öğrencinin OFÜ4 göstergesini bir puan seviyesinde sergilediği görülmüştür. Bu sonuç OFÜ3 göstergesinde olduğu gibi MBYBTE'lerin öğrencilerin OFÜ4 göstergesini modellerinde kullanma durumunu çok fazla etkilemediğini göstermektedir.



Grafik 11. Öğrencilerin OFÜ1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

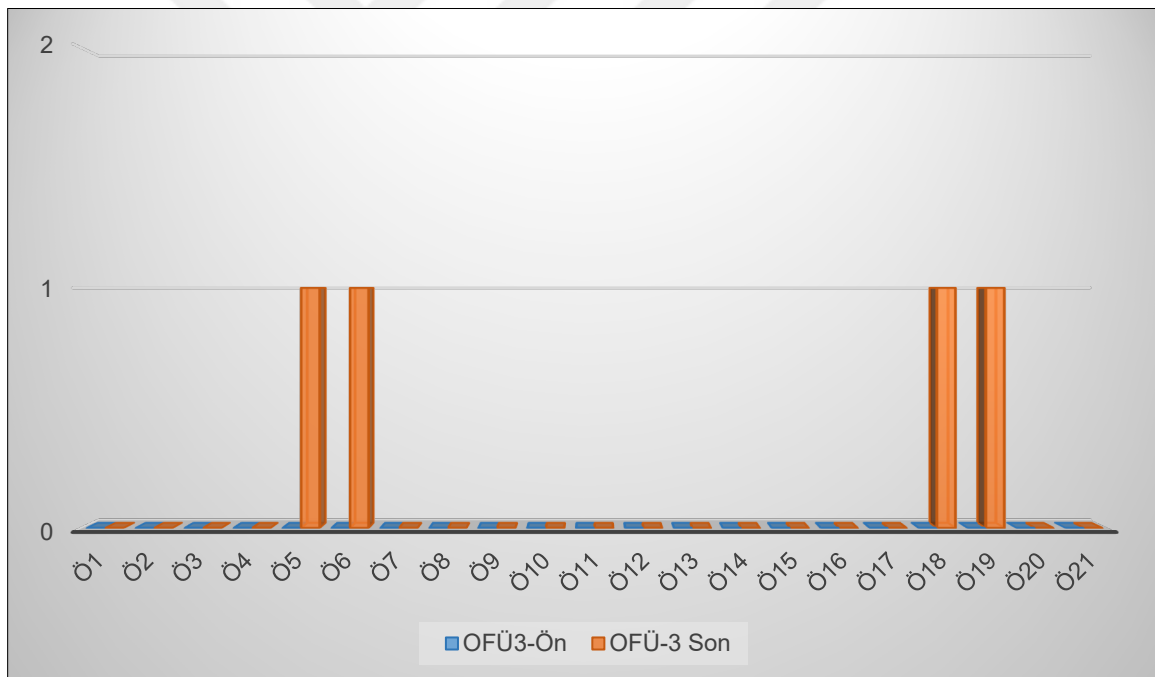
Grafik 11 incelendiğinde, öğrencilerin orijinal fikir üretme becerisinin OFÜ1 *modeli için rutin olmayan bir taslak çizme* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinde; Ö5, Ö6, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde OFÜ1 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. MBYBTE'lerin uygulanmasında sonra elde edilen verilerin analizi sonucu ise Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ön test uygulamasıyla aynı şekilde, sıfır puan seviyesinde OFÜ1 göstergesi çerçevesinde davranış sergilediği belirlenmiştir. Grafik 11'e göre son test sonuçlarında sadece Ö10 ve Ö12 kodlu öğrencilerin gösterge puanlarında bir artış olduğu; ilgili öğrencilerin OFÜ1 göstergesi kapsamında son test uygulamalarında bir puan düzeyinde davranış sergiledikleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte ön test kapsamında bir puan seviyesinde davranış sergileyen Ö5, Ö6, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin, son test sürecinde de OFÜ1 göstergesi kapsamında bir puan seviyesinde davranış sergiledikleri yine Grafik 11'den anlaşılmaktadır.



Grafik 12. Öğrencilerin OFÜ2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 12 incelendiğinde, öğrencilerin orijinal fikir üretme becerisinin OFÜ2 *modeli için rutin olmayan malzemelere yer verme* göstergesi kapsamında ön test ve son test

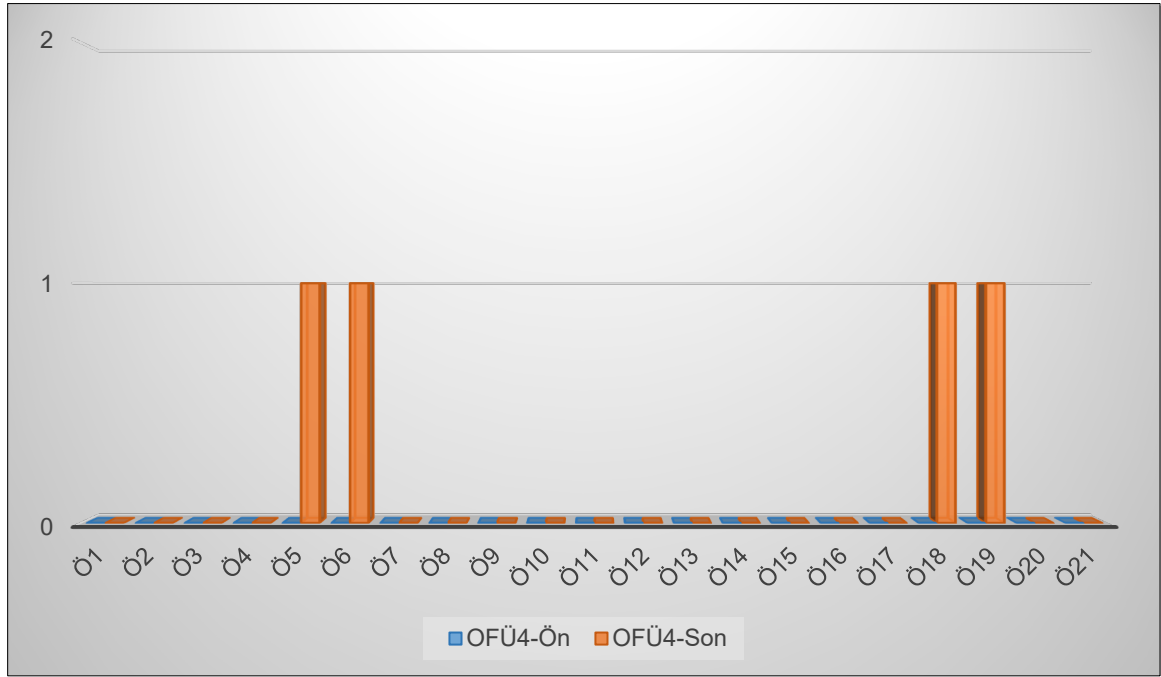
modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinde; Ö5, Ö6, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde OFÜ2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi sonucu Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ön testle aynı şekilde bir puan düzeyinde OFÜ2 göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir. Grafik 12'ye göre Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11 ve Ö13 kodlu öğrenciler OFÜ2 göstergesi bağlamında sıfır puan düzeyinden bir puan düzeyine yükselecek şekilde davranış sergilemişlerdir. Bununla birlikte Ö5, Ö6, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin bir puan düzeyinden iki puan düzeyine; Ö10 ve Ö12 kodlu öğrencilerin ise sıfır puan düzeyinden iki puan düzeyine bir artış gösterdikleri yine Grafik 12'den anlaşılmaktadır.



Grafik 13. Öğrencilerin OFÜ3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 13 incelendiğinde, öğrencilerin orijinal fikir üretme becerisinin OFÜ3 *modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde uygulamalara katılan öğrencilerin tamamının OFÜ3 göstergesi kapsamında

sıfır puan seviyesinde davranış sergiledikleri tespit edilmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen modelleme çalışmasından ise Ö5, Ö6, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinden bir puan düzeyine bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Diğer öğrencilerin puanlarında bir artış olmadığı ve sıfır puan düzeyinde davranış sergiledikleri yine Grafik 13'ten anlaşılmaktadır.



Grafik 14. Öğrencilerin OFÜ4 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 14 incelendiğinde, öğrencilerin orijinal fikir üretme becerisinin OFÜ4 *kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde uygulamalara katılan öğrencilerin tamamının OFÜ4 göstergesi kapsamında sıfır puan seviyesinde davranış sergiledikleri tespit edilmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen modelleme çalışmasından ise Ö5, Ö6, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinden bir puan düzeyine bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Diğer öğrencilerin puanlarında bir artış olmadığı ve sıfır puan düzeyinde davranış sergiledikleri yine Grafik 14'ten anlaşılmaktadır.



#### 4. 2. 1. 3. Analojik Akıl Yürütme Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

Ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesindeki analojik akıl yürütme becerisinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Analojik Akıl Yürütme Becerisinden Aldıkları Puanlar

Gösterge	Analojik Akıl Yürütme Becerisi – Ön Test			Frekans	Gösterge Yüzdesi
	0P	1P	2p		
AAY1	8	11	2	13	%54,17
AAY2	10	11	0	11	%45,83

Tablo 41 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için zihinsel becerileri kapsamında analojik akıl yürütme becerisinden ön test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre analojik akıl yürütme becerisinin *“bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırma”* AAY1 göstergesini sıfır puan düzeyinde sekiz öğrencinin, bir puan düzeyinde ise 11 öğrencinin, iki puan düzeyinde ise iki öğrencinin sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki analojik akıl yürütme becerisinde %54,17 oranında AAY1 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Yine Tablo 41 incelendiğinde analojik akıl yürütme becerisinin *“bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sınırlar ve model üzerinde uyarılama yapma”* AAY2 göstergesini sıfır puan düzeyinde sekiz öğrencinin, bir puan düzeyinde 11 öğrencinin sergilediği, iki puan düzeyinde ise hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergileyemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki analojik akıl yürütme becerisinde %45,83 oranında AAY2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Analojik akıl yürütme becerisinin AAY1 göstergesi, *“bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırma (yakın transfer)”* ve AAY2 göstergesi *“bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sınırlar ve model üzerinde uyarılama yapma (Uzak transfer)”* şeklindedir. AAY1 göstergesi ile AAY2 göstergeleri birbiri ile ilişkili olduğu için öğrencilerin örnekleri iki gösterge birlikte olacak şekilde verilmiştir. Aşağıda Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı modele ve araştırmacı ile öğrenciler arasında geçen diyaloglara yer verilmiştir.





Şekil 52. Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde oluşturdukları Dünya-Güneş-Ay modeli

Şekil 52'de Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde oluşturdukları Dünya-Güneş-Ay modeline yer verilmiştir. Öğrencilerin bu modeli incelendiğinde aynı düzleme ipe asılı dünya, güneş ve ay olduğu görülmektedir. Burada öğrenciler basit düzeyde modelleme yapmışlardır. Yani dünya, güneş ve ay modelini diğer gezegenlerin arasına veya uzayın içerisine yerleştirebilirlerdi. Araştırmacı bu modelleme sürecinde öğrencilerin önceki deneyimlerini nasıl kullandıklarını daha iyi analiz edebilmek için öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirmiştir. Aşağıda bu görüşmeden bir kesit verilmiştir.

- A : *Evet çocuklar, sanırım dünya-güneş ay modeli yaptınız. Yaptığınız modele bu şekli vermek aklınıza nereden geldi?*
- Ö2 : *Öğretmenim biraz araştırdık. Daha sonra gezegenlerin uzayda asılı halde olduğunu görmüştük daha önceden. Oradan aklımıza geldi yaptık.*
- A : *Daha önce nereden ve hangi konuyu görmüştünüz?*
- Ö2 : *Öğretmenim, biz daha önceden dersimizde dünyanın katmanlarını modellemiştik. Orada da dünyayı bu şekilde oluşturmuştuk. Aklımıza geldi aynı şeyi buradan da yapabiliriz diye düşündük.*

Yukarıdaki diyalogda Ö2 kodlu öğrenci ile araştırmacı arasında geçen konuşmalara yer verilmiştir. Bu konuşmalar incelendiğinde Ö2 kodlu öğrencinin daha önceden gördüğü bir konuyu yeni duruma uyarladığı görülmektedir. Öğrenci daha önceki bilgi birikimi ile önceki deneyimleri arasında benzerlik kurduğunu yukarıdaki gibi ifade etmiştir. Ancak diyalogda da görüldüğü gibi Ö2 kodlu öğrenci önceden sahip olduğu bilgi birikimini yeni duruma uyarlarlarken zorluk çekmiştir. Yani dünya, ay ve güneşi modellemiş ancak bu gök cisimlerinin uzay içerisinde olması gerektiğini fark edememiştir. Dolayısıyla Ö2 kodlu öğrencinin ön test sürecinde AAY1 ve AAY2 göstergelerinden bir puan alacak şekilde davranış sergilediği görülmektedir. Mülakat ve modelleme süresinde genel olarak Ö3 ve Ö4

kodlu öğrenciler pasif kaldıkları ve katılım gerçekleştirmedikleri için ön test sürecinde AAY1 ve AAY2 göstergelerinden sıfır puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Ortaokul öğrencilerinin, MBYBTE'ler uygulandıktan sonraki analogik akıl yürütme becerisinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 42. Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Analogik Akıl Yürütme Becerisinden Aldıkları Puanlar

Analogik Akıl Yürütme Becerisi – Son Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Gösterge Yüzdesi
AAY1	1	4	16	20	%48,78
AAY2	0	15	6	21	%51,22

Tablo 42 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için zihinsel becerileri kapsamındaki analogik akıl yürütme becerisinden son test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre analogik akıl yürütme becerisinin *“bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırma”* AAY1 göstergesini sıfır puan düzeyinde bir öğrencinin, bir puan düzeyinde dört öğrencinin ve iki puan düzeyinde ise 16 öğrencinin sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki analogik akıl yürütme becerisinde %48,78 oranında AAY1 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Yine Tablo 42 incelendiğinde analogik akıl yürütme becerisinin *“bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sunar ve model üzerinde uyarılama yapma”* AAY2 göstergesini sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin sergilemediği, bir puan düzeyinde 15 öğrencinin, iki puan düzeyinde ise altı öğrencinin bu göstergelyi sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki analogik akıl yürütme becerisinde %51,22 oranında AAY2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Son test sürecinde Ö2 kodlu öğrenci AAY1 ve AAY2 göstergelerinden iki puan, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler ise AAY1 ve AAY2 göstergelerinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Bu öğrenciler ön test sürecinde yaptıkları dünya, güneş ay modelini daha da geliştirmiş ve son test sürecindeki modellerini elde etmişlerdir. Aşağıda öğrencilerin son test sürecindeki modeline ve mülakatlara örnekler verilmiştir.



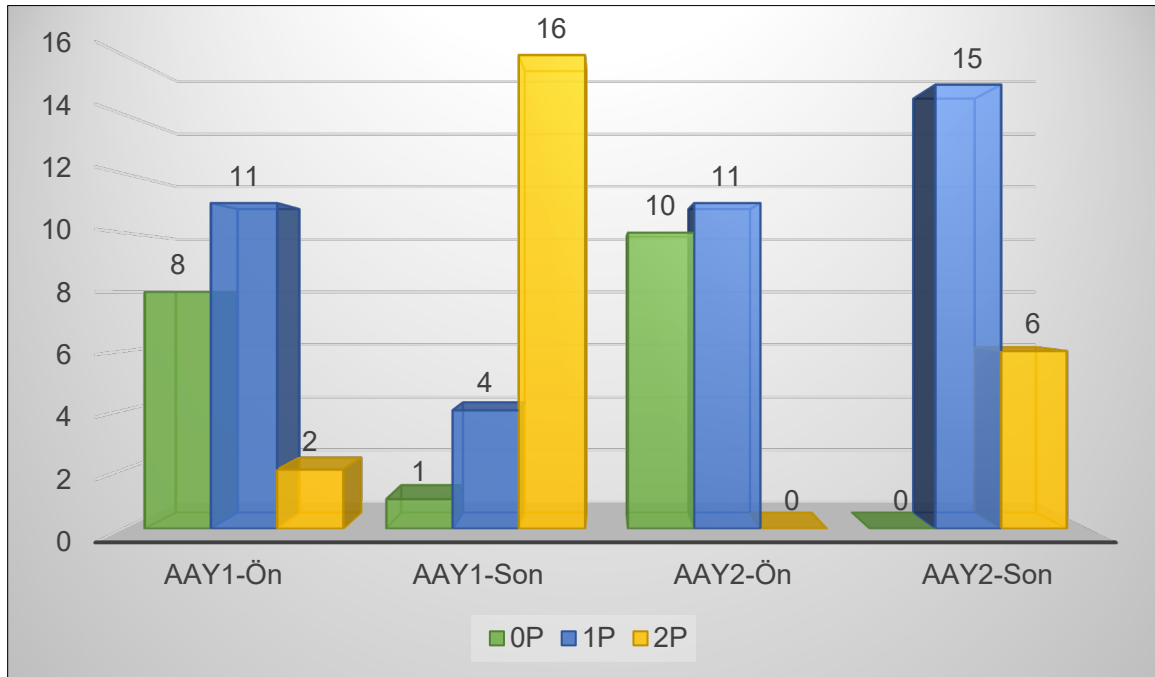
Şekil 53. Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin son test sürecinde oluşturdukları Dünya-Güneş-Ay modeli

Şekil 53'te verilen model incelendiğinde, öğrencilerin artık Dünya, Güneş ve Ay'ı uzayın içerisine yerleştirdikleri görülmektedir. Burada öğrenciler güneşi oyun hamuru ile top şeklinde yapmak yerine ışık kullanmışlardır. Şekil 53'teki modellerinde artık Dünya, Güneş ve Ay aynı düzlem üzerinde bir ipe asılı değildir. Onun yerine modeldeki her bir gezegen farklı bölümlere yerleştirilmiş ve boyutları da farklıdır. Araştırmacı öğrencilerin modellerini ön test sürecinden ayıran özelliklerini daha ayrıntılı inceleyebilmek için öğrencilerle mülakat yapmıştır. Aşağıda öğrencilerle yapılan mülakat verileri yer almaktadır.

- A : *Evet çocuklar, bu modelinizi daha önceden yaptığınız modelden ayıran özellikler nelerdir?*
- Ö3 : *Öğretmenim diğer modelimizde güneşi de oyun hamurundan yapmıştık. Ama bu sefer güneş ışık saçtığı için lambadan yaptık.*
- ....
- Ö4 : *Öğretmenim ayı da dikdörtgen şeklindeki kutunun duvarına yapışık yaptık.*
- Ö2 : *Öğretmenim biz daha önceden hepsini ipe asılı yapmıştık. Ama daha önceden de derslerimizde gördüğümüz gibi gezegenlerin boyutları ve birbirine uzaklıkları hep farklıdır. Bunu düşündük ve güneş ay dünyayı farklı yerlere yerleştirdik. Öğretmenim sonra güneş hem ısı hem de ışık saçtığı için onun yerine ampul koyduk.*

Yukarıdaki diyalogda da görüldüğü gibi öğrenciler önceden öğrendiği bilgi birikimlerini ve modelleme süreci boyunca MBYBTE'lerden öğrendiği birikimlerini modelleme sürecinde kullanmışlardır. Yani güneşin ısı ve ışık saçması onları modelleme sürecinde ampul kullanmaya yönlendirmiştir. Yine gezegenlerin birbirinden uzaklıkları ve boyutlarının farklılığını bilmeleri Dünya, Ay ve Güneş modellerini Şekil 53'teki gibi yerleştirmelerini

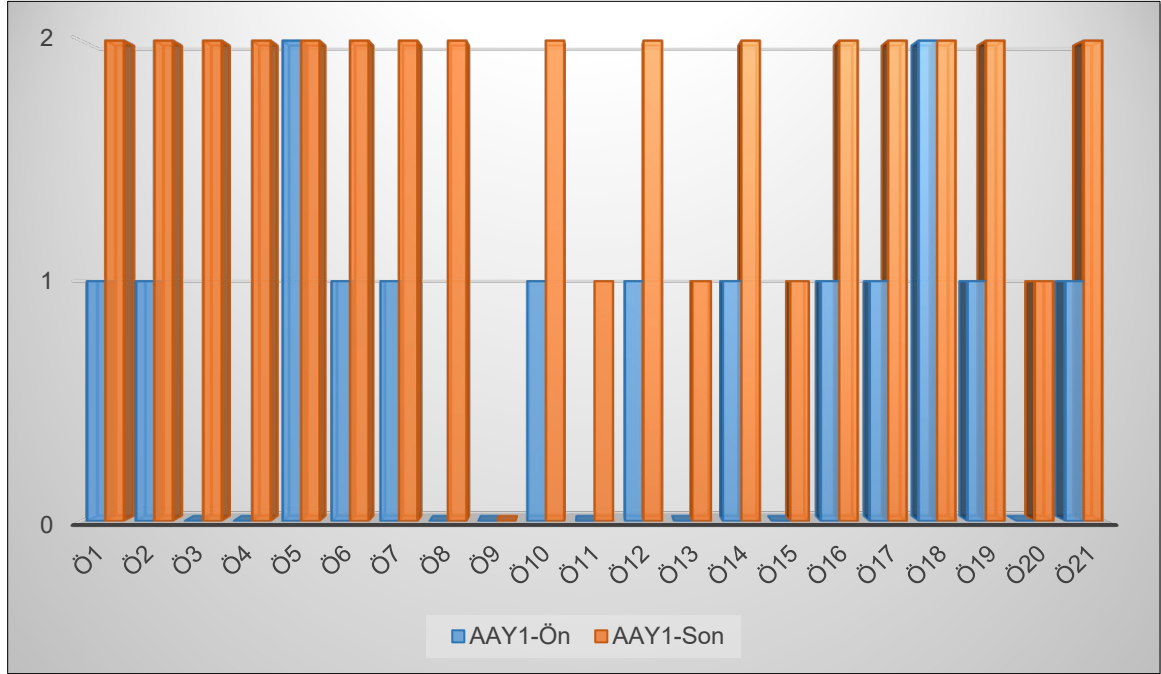
sağlamıştır. Bu süreçte Ö2 kodlu öğrencinin açıklamalarının daha ayrıntılı ve açıklayıcı olduğu, modelleme sürecinde de daha aktif olduğu görülmüştür. Dolayısıyla Ö2 kodlu öğrenci son test sürecinde AAY1 ve AAY2 göstergelerinden ikişer puan alacak şekilde, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler ise AAY1 ve AAY2 göstergelerinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemiştir.



Grafik 15. Analogik akıl yürütme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 15'te ortaokul öğrencilerinin analogik akıl yürütme becerisinin ön test ve son test modelleme süreçlerindeki gösterge değişim puanları verilmiştir. Bu değişimler incelendiğinde öğrencilerin ön test verilerinde sekiz öğrencinin bu göstergesi kullanmadığı, 11 öğrencinin bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı, iki öğrencinin ise bu göstergesi iki puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Öğrencilerin son test verilerine bakıldığında bir öğrencinin AAY1 göstergesini kullanmadığı, dört öğrencinin bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı ve 16 öğrencinin ise söz konusu göstergesi iki puan alacak şekilde kullandığı gözlemlenmiştir. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygulama süreci boyunca analogik akıl yürütme becerisinin yeterliklerini fark ettiğini ve öğrencilerin bu süreç boyunca AAY1 göstergesini iyi düzeyde kullanmaya başladığı anlamına gelmektedir. Grafik 15 incelendiğinde ön test sürecinde 10 öğrencinin AAY2 göstergesini kullanmadığı, 11 öğrencinin ise bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Buna ek olarak öğrencilerin son test süreci incelendiğinde, 15 öğrencinin AAY2 göstergesini bir puan

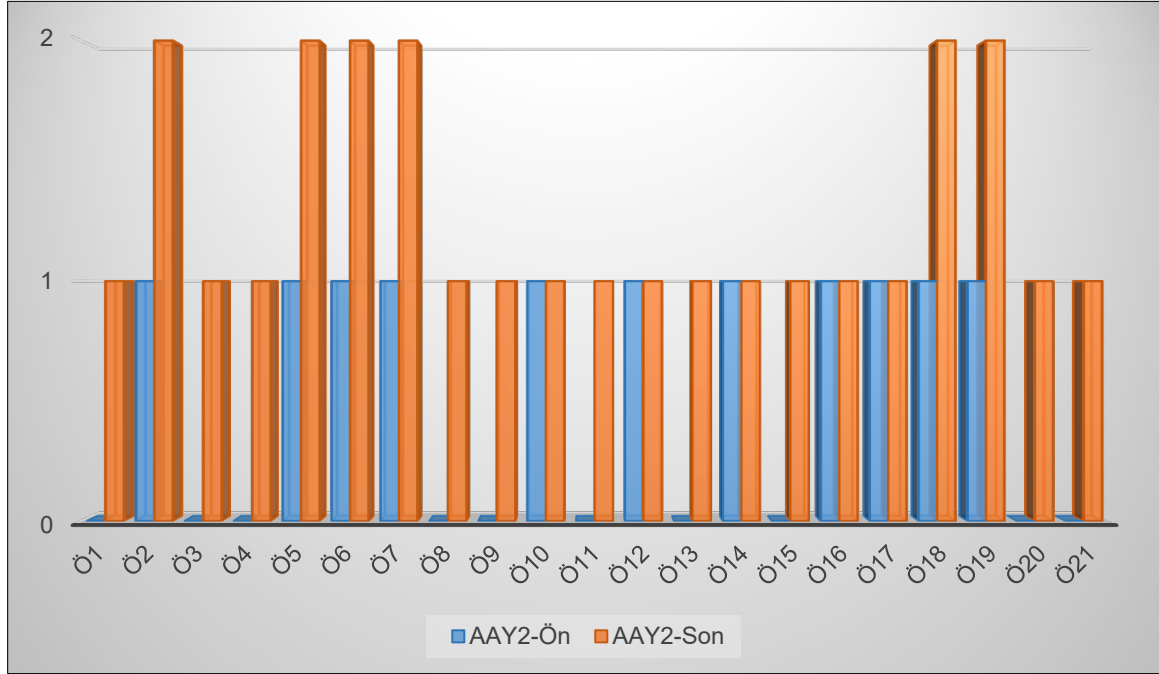
alacak şekilde kullandığı, altı öğrencinin ise bu göstergiyi iki puan alacak şekilde gösterdiği gözlenmektedir. Son test sürecinde uygulamaya katılan öğrencilerin tamamının AAY2 göstergesini kullandığı dikkat çekmektedir.



Grafik 16. Öğrencilerin AAY1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 16 incelendiğinde, öğrencilerin analogik akıl yürütme becerisinin AAY1 bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırma göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö3, Ö4, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö15 ve Ö20 kodlu öğrencilerin sıfır puan seviyesinde davranış sergiledikleri tespit edilmiştir. Yine Grafik 16'ya bakıldığında Ö1, Ö2, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin bir puan seviyesinde; Ö5 ve Ö18 kodlu öğrencilerin ise iki puan seviyesinde AAY1 göstergesi kapsamında davranış sergiledikleri görülmektedir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinin değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgulara bakıldığında ise; Ö11, Ö13, Ö15 ve Ö20 kodlu öğrencilerin puanlarının sıfır puan seviyesinden bir puan seviyesine; Ö1, Ö2, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin bir puan seviyeden iki puan seviyesine; Ö3, Ö4 ve Ö8 kodlu öğrencilerin ise sıfır puan seviyesinden iki puan seviyesine AAY1 gösterge puanlarını yükselttikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte Ö5 ve Ö18 kodlu öğrencilerin son test

uygulanmasından da iki puan seviyesinde davranış sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Grafik 16'ya bakıldığında sadece Ö9 kodlu öğrencinin ön test uygulamasında olduğu gibi son test uygulamasından da sıfır puan düzeyinde davranış sergilediği anlaşılmaktadır.



Grafik 17. Öğrencilerin AAY2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 17 incelendiğinde, öğrencilerin analogik akıl yürütme becerisinin AAY2 bir problemin çözüme yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sına ve model üzerinde uyarlama yapma göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö3, Ö4, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö15, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinde; Ö5, Ö7, Ö10, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde davranış sergiledikleri Grafik 17'de görülmektedir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra elde edilen bulgulara bakıldığında ön test uygulaması kapsamında bir puan düzeyinde davranış sergileyen Ö10, Ö12, Ö14, Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin son test uygulamalarında da bir puan düzeyinde AAY2 kapsamında davranış sergiledikleri belirlenmiştir. Grafik 17 incelendiğinde Ö1, Ö3, Ö4, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö15, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin son test çalışmalarında sıfır puan düzeyinden bir puan düzeyine artış gösterdikleri anlaşılmaktadır. Buna ek olarak, son test modelleme çalışmalarında Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö18

ve Ö19 kodlu öğrencilerin bir puan düzeyinden iki puan düzeyine yükselecek şekilde AAY2 göstergesi kapsamında davranış sergiledikleri belirlenmiştir.

#### 4. 2. 1. 4. Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

Ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesindeki yapısal ilişki eşleştirme becerisinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 43'te verilmiştir.

Tablo 43. Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisinden Aldıkları Puanlar

Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisi – Ön Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Gösterge Yüzdesi
YİE1	5	16	0	16	%50
YİE2	5	16	0	16	%50

Tablo 43 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için zihinsel becerileri kapsamında yapısal ilişki eşleştirme becerisinden ön test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre yapısal ilişki eşleştirme becerisinin “*model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği tüm yapıları belirleme*” YİE1 göstergesini sıfır puan düzeyinde beş öğrencinin, bir puan düzeyinde 16 öğrencinin sergilediği, iki puan düzeyinde ise hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergileyemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki yapısal ilişki eşleştirme becerisinde %50 oranında YİE1 göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir. Tablo 43'e göre yapısal ilişki eşleştirme becerisinin “*model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında tüm sistematik eşleşmeleri belirleme*” YİE2 göstergesini sıfır puan düzeyinde beş öğrencinin, bir puan düzeyinde 16 öğrencinin sergilediği, iki puan düzeyinde ise hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergileyemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki yapısal ilişki eşleştirme becerisinde %50 oranında YİE2 göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir.

Yapısal ilişki eşleştirme becerisinin YİE1 göstergesi, “*model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği yapılar belirleme*” ve YİE2 göstergesi “*Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeleri belirleme*” şeklindedir. YİE1 ve YİE2 göstergeleri birbiri ile ilişkili olduğu için iki gösterge birlikte olacak şekilde öğrenci örnekleri verilmiştir. Aşağıda Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde araştırmacı arasında geçen ve YİE1 ile YİE2 göstergelerinin belirlendiği diyaloglara yer verilmiştir.

- A : Dünya, güneş ay modelinizi biraz anlatın bakalım. Neler yaptınız?
- Ö3 : Öğretmenim biz dediğiniz gibi dünya, güneş ve ay modelini yaptık. Oyun hamurlarıyla ipe asarak yaptık.
- Ö4 : Şey öğretmenim, hepsini ipe astık.
- A : Peki bu taş gibi olan şey ne?
- Ö2 : Öğretmenim o ay. Öğretmenim biz tam malzeme bulamadık. O yüzden şekilleri tam yuvarlak olmadı. Yani sarı olan şey güneş, taş gibi olan şey ay zaten diğeri de dünya.

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrencilerin model ile modelin oluşturduğu objeler arasında kısıtlı ölçüde ilişki kurabildiği görülmektedir. Özellikle ilişki kurmaya çalışan kişi ise Ö2 kodlu öğrencidir. Öğrencilerin Şekil 39'da yaptığı model incelendiğinde de modeli oluşturan objelerin kaynak nesnelere amaçlanan şekilde yansıtamadığı görülmektedir. Yani güneşin ve ayın şekillerinin gerçeğe tam benzemediği, güneş dünya ve ayın uzaklıklarının ve büyüklüklerinin kısmen de olsa doğru olarak ölçeklendirilemediği görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin, model ile kaynak nesne arasında ilişki kurmada ve bu ilişkinin sistematik bir yapıda olmasını sağlamada zorluk çektikleri görülmektedir. Bu bağlamda Ö2 kodlu öğrenci ön test sürecinde YİE1 ve YİE2 göstergelerinden bir puan alacak şekilde davranış sergilerken Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler ise YİE1 ve YİE2 göstergelerinden sıfır puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Ortaokul öğrencilerinin, MBYBTE'ler uygulandıktan sonraki yapısal ilişki eşleştirme becerisinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 44. Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisinden Aldıkları Puanlar

Gösterge	Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisi – Son Test				Gösterge Yüzdesi
	0P	1P	2p	Frekans	
YİE1	0	10	11	21	%50
YİE2	0	10	11	21	%50

Tablo 44 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için zihinsel becerileri kapsamında yapısal ilişki eşleştirme becerisinden son test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre yapısal ilişki eşleştirme becerisinin "model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği tüm yapıları belirleme" YİE1 göstergesini bir puan düzeyinde 10 öğrencinin ve iki puan düzeyinde ise 11 öğrencinin sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin



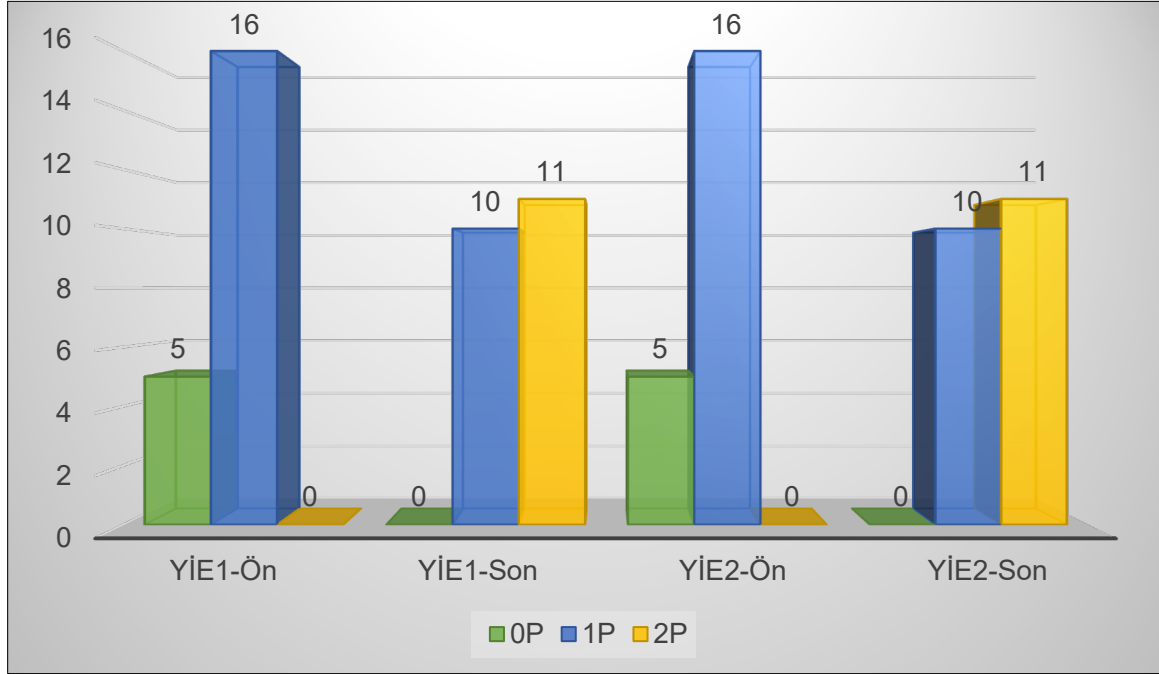
son test kapsamındaki yapısal ilişki eşleştirme becerisinde %50 oranında YİE1 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Tablo 44'e göre yapısal ilişki eşleştirme becerisinin "model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında tüm sistematik eşleşmeleri belirleme" YİE2 göstergesini bir puan düzeyinde 10 öğrencinin ve iki puan düzeyinde ise 11 öğrencinin sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki yapısal ilişki eşleştirme becerisinde %50 oranında YİE2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Son test sürecinde Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin YİE1 ve YİE2 göstergeleri çerçevesinde iki puan düzeyinde davranış sergiledikleri belirlenmiştir. Bu öğrenciler ön test sürecinde yaptıkları dünya, güneş ay modelini daha da geliştirmiş ve son test sürecindeki modellerini elde etmişlerdir. Aşağıda araştırmacı ile öğrenciler arasında bu göstergeler bağlamında gerçekleşen konuşmaya örnek verilmiştir.

- A : *Evet çocuklar, ön testten farklı olarak bu modelinizde neler yaptınız?*
- Ö3 : *Öğretmenim diğer modelimizde güneşi de oyun hamurundan yapmıştık. Ama bu sefer güneş ışık saçtığı için lambadan yaptık.*
- A : *Peki güneş ayı ve dünyayı nasıl yerleştirdiniz?*
- Ö2 : *Öğretmenim güneş dünya ve ayı yerleştirirken, birbirine olan uzaklıklarına ve büyüklüklerine dikkat ettik. Ayrıca burada güneşim ısı ve ışık saçma özelliği ile lambayı ilişkilendirdik. Ayın karanlık ve aydınlık yüzü olduğu için yıldızların arasına yerleştirdik. Dünyayı ise hepsinden ayrı yaptık.*
- Ö4 : *Öğretmenim ayı da dikdörtgen şeklindeki kutunun duvarına yapışık yaptık. Taslak hazırlarken ders kitabımızdan bilgilere baktık. O yüzden kutunun orasında durmasının iyi olacağını düşündük. Zaten diğerlerinden küçük olduğu için yapıştırdık.*
- Ö2 : *Öğretmenim biz daha önceden hepsini ipe asılı yapmıştık. Ama daha önceden de derslerimizde gördüğümüz gibi gezegenlerin boyutları ve birbirine uzaklıkları hep farklıdır. Bunu düşündük ve güneş ay dünyayı farklı yerlere yerleştirdik. Öğretmenim sonra güneş hem ısı hem de ışık saçtığı için onun yerine ampul koyduk.*

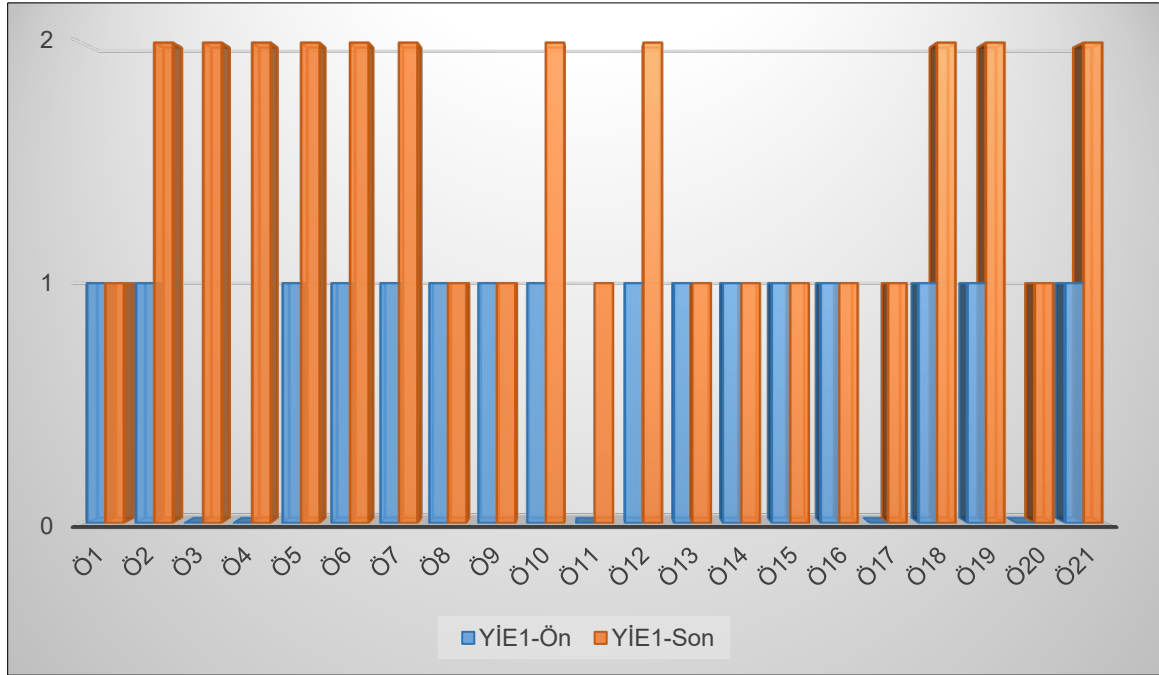
Yukarıdaki diyalog incelendiğinde Ö2 kodlu öğrencinin model ile modelde oluşturduğu obje arasında ilişki kurabildiği görülmektedir. Yani güneşin özellikleri ile ampülü ilişkilendirmesi, dünya ay ve güneşin boyutu ile birbirine olan uzaklıklarını ile ilişkilendirerek modelliği görülmektedir. Bu yüzden Ö2 kodlu öğrenci son test sürecinde YİE1 ve YİE2 göstergeleri kapsamında iki puan alacak şekilde davranış sergilemiştir. Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler de son test sürecinde model ile modelde kullanılan objeler arasında bir ilişki bulmaya çalışmış, bunu mantıksal gerekçelere ve model taslağı oluşturma sürecinde elde

ettikleri bilgilere dayandırarak belirtmeye çalışmışlardır. Dolayısıyla Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler de son test sürecinde YİE1 ve YİE2 göstergelerinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.



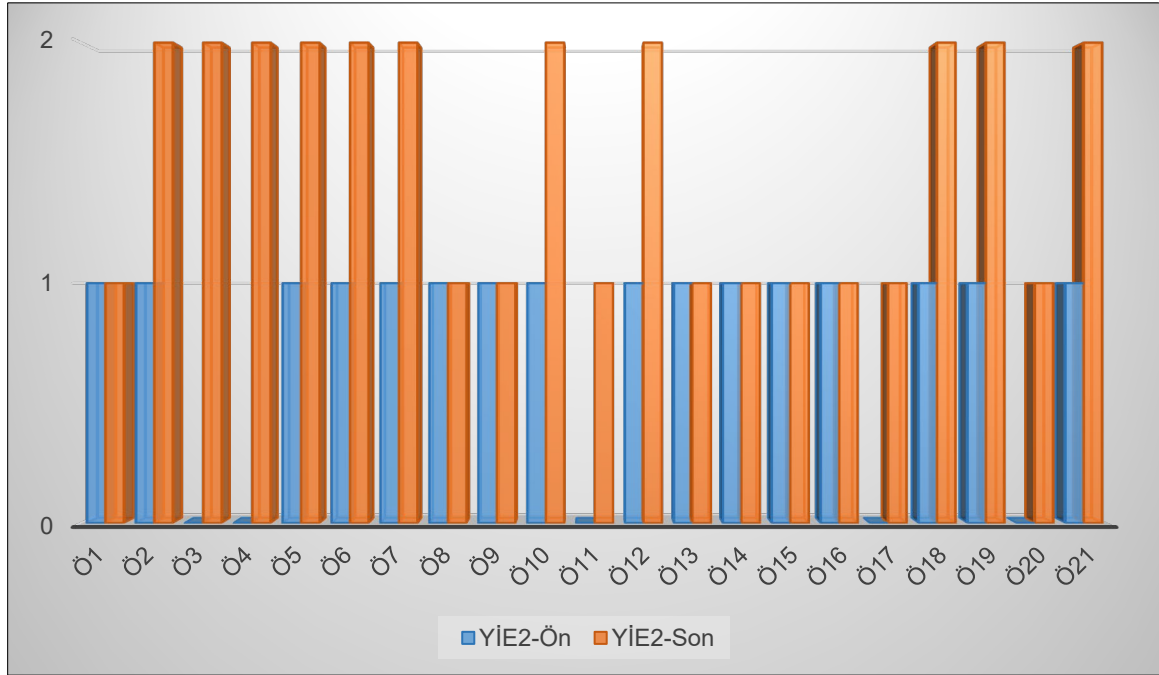
Grafik 18. Yapısal ilişki eşleştirme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 18'de ortaokul öğrencilerinin yapısal ilişki eşleştirme becerisinin ön test ve son test modelleme süreçlerindeki gösterge değişim puanları verilmiştir. Bu puanlar YİE1 göstergesi bağlamında incelendiğinde ön test sürecinde beş öğrencinin bu göstergelyi kullanmadığı, 16 öğrencinin ise söz konusu göstergelyi bir puan seviyesindeki davranışlar çerçevesinde sergilediği görülmektedir. Son test süreci kapsamında ise YİE1 göstergesini 10 öğrencinin bir puan seviyesinde, 11 öğrencinin ise göstergelyi iki puan seviyesinde sergilediği gözlenmektedir. Grafik 18'e göre YİE2 göstergesini, ön test sürecinde beş öğrenci sıfır puan seviyesinde, 16 öğrenci ise bir puan seviyesinde sergilemiştir. Son test sürecinde ise YİE2 göstergesini 10 öğrencinin bir puan seviyesinde, 11 öğrencinin ise bu göstergelyi iki puan seviyesinde sergilediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak MBYBTE'lerin öğrencilerin YİE1 ve YİE2 göstergelerini kullanmada etkili olduğu görülmektedir.



Grafik 19. Öğrencilerin YİE1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 19 incelendiğinde, öğrencilerin yapısal ilişki eşleştirme becerisinin YİE1 model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği yapılar belirleme göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö3, Ö4, Ö11, Ö17 ve Ö20 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinde; Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde YİE1 göstergesi kapsamında davranış sergiledikleri belirlenmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test uygulamalarından elde edilen bulgulara bakıldığında ise; Ö11, Ö17 ve Ö20 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinden bir puan düzeyine; Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö18, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin bir puan düzeyinden iki puan düzeyine; Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ise sıfır puan düzeyinden iki puan düzeyine artış gösterdikleri görülmektedir. Grafik 19'a göre Ö1, Ö8, Ö9; Ö13, Ö14, Ö15 ve Ö16 kodlu öğrencilerin gösterge davranışlarının bir puan düzeyinde kalarak artış göstermedikleri anlaşılmaktadır.



Grafik 20. Öğrencilerin YİE2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 20 incelendiğinde, öğrencilerin yapısal ilişki eşleştirme becerisinin YİE2 *model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeleri belirleme* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarlarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanların yer aldığı görülmektedir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö3, Ö4, Ö11, Ö17 ve Ö20 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinde; Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde YİE2 göstergesi kapsamında davranış sergiledikleri belirlenmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test uygulamalarından elde edilen bulgulara bakıldığında ise; Ö11, Ö17 ve Ö20 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinden bir puan düzeyine; Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö18, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin bir puan düzeyinden iki puan düzeyine; Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ise sıfır puan düzeyinden iki puan düzeyine artış gösterdikleri görülmektedir. Grafik 20'ye göre Ö1, Ö2, Ö4, Ö8, Ö9; Ö13, Ö14, Ö15 ve Ö16 kodlu öğrencilerin gösterge davranışlarının bir puan düzeyinde kalarak artış göstermedikleri anlaşılmaktadır.

#### 4. 2. 2. Modelleme İçin Süreçsel Becerilerin Geliştirilmesine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesinde ve sonrasında model çalışmaları kapsamında modelleme için süreçsel becerilerine yönelik dereceli puanlama anahtarından, mülakat ve alan notlarından elde edilen verilerin analizine yer verilmiştir. Bu beceriler ayrı ayrı başlıklar halinde verilmiş, bu başlıklar altında öğrencilerin ön test ve son test uygulamalarından elde ettikleri puanların göstergeler bazında detaylı gösterimi, bu göstergelerden aldıkları puanlara ilişkin örnekler ve beceri bazında ön test ve son test uygulamalarından elde ettikleri puanların karşılaştırma grafiklerine yer verilmiştir.

##### 4. 2. 2. 1. Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

Ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesindeki malzeme-araç ilişkisi kurma becerilerinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 45'te verilmiştir.

Tablo 45. Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisinden Aldıkları Puanlar

Malzeme – Araç İlişkisi Kurma Becerisi – Ön Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Gösterge Yüzdesi
MAİK1	0	11	10	21	%48,68
MAİK2	0	16	5	21	%48,68
MAİK3	16	5	0	5	%10,64

Tablo 45 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için süreçsel becerileri kapsamında malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinden, ön test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin “*model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıma*” MAİK1 göstergesini bir puan düzeyinde 11 öğrencinin, iki puan düzeyinde 10 öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergelyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki malzeme-araç ilişkisi kurma beceresinde %48,68 oranında MAİK1 göstergesini sergilediği görülmektedir. Tablo 45'e bakıldığında malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin “*model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilme*” MAİK2 göstergesini bir puan düzeyinde 11 öğrencinin, iki puan düzeyinde 10 öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir

öğrencinin bu göstergesi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki malzeme-araç ilişkisi kurma beceresinde %48,68 oranında MAİK2 göstergesini sergilediği görülmektedir. Son olarak malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin “*model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit etme ve bu sorunları çözme*” MAİK3 göstergesini sıfır puan düzeyinde 16 öğrencinin, bir puan düzeyinde beş öğrencinin sergilediği, buna karşın iki puan düzeyin hiçbir öğrencinin bu göstergesi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinde %10,64 oranında MAİK3 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Malzeme araç ilişkisi kurma becerisinin MAİK1 göstergesi “*model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıma*”, MAİK2 göstergesi “*model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma*” ve MAİK3 göstergesi “*Model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit eder ve bu sorunları çözme*” şeklindedir. MAİK1 göstergesi bağlamında davranışları incelenen Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlardan bir örnek aşağıda verilmiştir.

A : *Evet çocuklar, yaptığınız taslakta hangi araçları kullanacağınızı belirtmemişsiniz. Hangi araçları kullanacaksınız?*

Ö7 : *Öğretmenim biz araçları zaten getirdik ya o yüzden yazmadık.*

Ö8 : *Evet öğretmenim. Araçlarımız belli karton, sünger, yapıştırıcı.*

A : *Söyledikleriniz model için kullanacağınız malzemeler çocuklar. Peki araç olarak ne kullanacaksınız?*

Ö9 : *Öğretmenim bunlar işte. Bunlar dışında bize şimdi bir şey lazım değil.*

Yukarıda araştırmacı ile Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler arasında ön test sürecinde gerçekleşen diyalog verilmiştir. Bu diyalog incelendiğinde öğrencilerin taslaklarında hangi araçları kullanacağına yer vermedikleri ve bu araçlara taslaklarında yer vermelerine gerek olmadığı ifade edildiği anlaşılmaktadır. Araştırmacı da bu kapsamda öğrencilerin hangi araçları kullanacağını irdelemektedir. Ö7 kodlu öğrenci zaten gerekli araçları getirdikleri için yazmadıklarını ifade etmiştir. Aslında diyalogda da görüldüğü gibi öğrenciler hangi araçlara ihtiyaçları olduğunu bilmemektedirler. Araştırmacı öğrencilerin söylediklerinin araç değil de malzeme olduğunu ifade etmiştir. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notu aşağıda verilmiştir.

A : *Öğrenciler ön test sürecinde malzeme ile araç arasındaki farkı bilmiyorlar. Getirdikleri her şeyi malzeme olarak nitelendiriyorlar. Ayrıca çizdikleri taslak modellerde hangi araçlara ihtiyaçlarının olduğunu belirtmemişler.*

Yukarıda verilen diyalog ve araştırmacı notu incelendiğinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin modellerini oluştururken ihtiyaç duydukları malzemeleri bildikleri ancak araç

olarak nelere ihtiyaç duyacaklarını ve kullanmaları gerektiğini ifade edemedikleri görülmektedir. Dolayısıyla bu öğrenciler ön test sürecinde model kapsamında kullanacağı malzeme ve araçları tanıma becerisinin göstergesi olan MAİK1'den bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler bazı durumlarda getirdikleri araçları nasıl kullanacağına karar verme sürecinde zorluk çekmişlerdir. Yani modellerini yaparken maket bıçağı ile kesmesi gereken kartonu makasla kesmeye çalışmışlardır. Bunun sonucunda da oluşturdukları modelin görünümünde sıkıntı yaşamışlardır. Aşağıda bu grubun yaptığı modele yönelik şekil verilmiştir.



Şekil 54. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test bağlamında ses yalıtımı modeli

Şekil 54 incelendiğinde öğrencilerin yaptığı modelde kartonları dikdörtgenler prizması şeklinde kestikleri görülmektedir. Ancak bu süreçte öğrenciler kartonu makasla kesmeye çalıştıklarından dolayı prizmanın köşeleri tam oturmamıştır. Yine şekli, farklı renkte kartonlarla kaplarken şeffaf bant kullanmışlardır. Ancak doğru şekilde bantlama yapamadıklarından hem estetik bir görüntü elde edememişler hem de ses yalıtımını amaçlanan şekilde sağlayamamışlardır. Yine bu gruba yönelik araştırmacı notu aşağıda verilmiştir.

*A : Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler genel olarak araçları nasıl kullanacaklarını bilmiyorlar. Örneğin kartonu makasla kesmeye çalıştıklarından hem zorlandılar hem de düzgün şekil elde edemediler. Yine bant ile ses yalıtımı modelinin içindeki*

*süngerleri yapıştırdılar. Ancak sünger bantla yapışmadı. Böyle olunca ses yalıtımı düşük oldu.*

Yukarıda verilen araştırmacı alan notu ve Şekil 54'teki model incelendiğinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin model kapsamında yer verdikleri malzemeler için gerekli araçları kullanmayı tam olarak bilemedikleri görülmektedir. Bu bağlamda öğrenci grubu MAİK2 göstergesinden ön test sürecinde bir puan alacak şekilde davranış sergilemiştir.

Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenci grubu ses yalıtım modelini yaparken kartonu makasla kesmişlerdir. Bu süreçte makasla devam edemeyeceklerini anlayan öğrenciler falçata ile devam etmişlerdir. Benzer şekilde süngerleri koli bandı ile yapıştırmaya çalışmışlardır. Süngerlerin tam olarak yapışmadığını fark eden öğrenciler farklı bir seçenek bulamadığından, koli bandı ile yapıştırmaya devam etmişlerdir. Yani söz konusu öğrenci grubu model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit etmiş ancak, bu sorunların giderilmesinde belirtilen sıkıntıları yaşamışlardır. Bundan dolayı Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test kapsamında MAİK3 göstergesinden bir puan alacak şekilde davranış sergiledikleri tespit edilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin, MBYBTE'ler uygulandıktan sonraki malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 46. Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisinden Aldıkları Puanlar

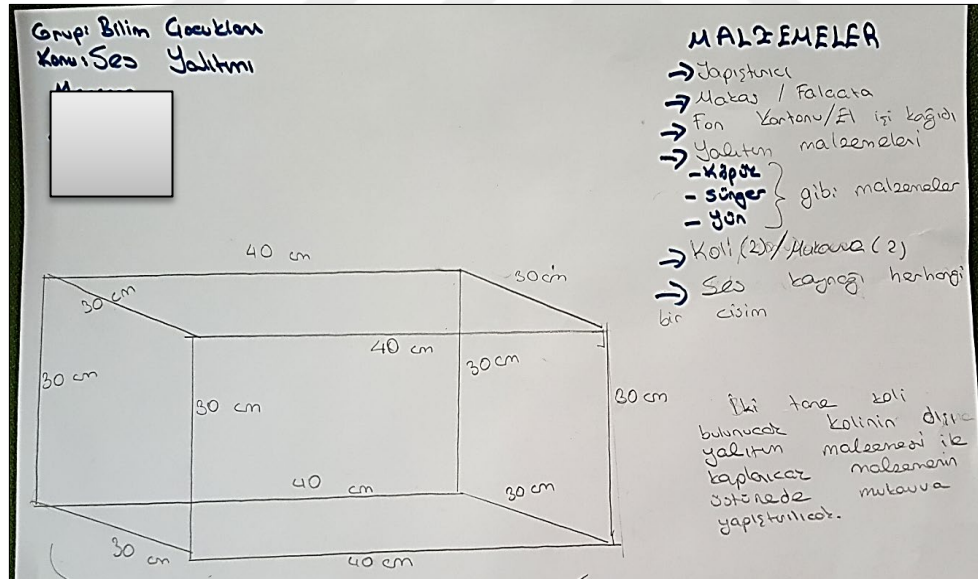
Malzeme – Araç İlişkisi Kurma Becerisi – Son Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Gösterge Yüzdesi
MAİK1	0	2	19	21	%35
MAİK2	0	5	16	21	%35
MAİK3	3	15	3	18	%30

Tablo 46 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için süreçsel becerileri kapsamında malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinden son test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin *“model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıma”* MAİK1 göstergesini bir puan düzeyinde iki öğrencinin sergilediği, iki puan düzeyinde 19 öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergelyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinde %35 oranında MAİK1 göstergesini sergilediği görülmektedir. Yine Tablo 35'e bakıldığında malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin *“model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilme”* MAİK2 göstergesini bir puan düzeyinde



beş öğrencinin sergilediği, iki puan düzeyinde 16 öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinde %48,68 oranında MAİK2 göstergesini sergilediği görülmektedir. Son olarak malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin “model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit etme ve bu sorunları çözme” MAİK3 göstergesini sıfır puan düzeyinde üç öğrencinin, bir puan düzeyinde 15 öğrencinin ve iki puan düzeyinde üç öğrencinin sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinde %30 oranında MAİK3 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Son test sürecinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler MAİK1, MAİK2 ve MAİK3 göstergelerinde iki puan seviyesinde davranışlar sergilemişlerdir. Bu öğrencilerin ön test sürecinden farklı olarak malzeme araç ilişkisi kurma göstergelerinden tam puan seviyesinde davranış sergilemelerinde MBYBTE’lerin uygulanmasının etkili olduğu görülmektedir. Aşağıda bu öğrencilere ait model taslağı ve araştırmacı ile öğrenciler arasında geçen mülakatlardan örneklere yer verilmiştir.



Şekil 55. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test bağlamında ses yalıtımı modeli taslağı

Şekil 55'te Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test bağlamında hazırlamış oldukları ses yalıtımı model taslağı verilmiştir. Şekil 55 incelendiğinde öğrencilerin model kapsamında kullanacağı araçların neler olduğunun liste şeklinde belirtildiği görülmektedir. Verilen taslakta öğrenciler tasarladığı modelin hangi kısımlarında hangi malzeme ve araçların kullanılacağını ifade etmiştir. Buna ek olarak hangi araçları kimin temin edeceği

de belirtilmiştir. Araştırmacı, öğrencilerin model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıyıp tanımadıklarını daha ayrıntılı analiz edebilmek için, öğrencilerle aşağıda verilen görüşmeyi gerçekleştirmiştir.

A : *Evet çocuklar, taslağınızda neleri kullanacağınızı belirtmişsiniz. Peki ses yalıtımı modelini yapabilmek için hangi araçları kullanacaksınız?*

Ö8 : *Öğretmenim biz araç olarak cetvel, yapıştırıcı, metre, bant, makas, falçata kullanacağız.*

A : *Peki, karton ve sünger kullanmayacak mısınız?*

Ö9 : *Kullanacağız öğretmenim.*

A : *Kullanacaksanız neden az önce sorduğumda onları söylemediniz?*

Ö7 : *Öğretmenim onlar araç değil ki. Araç olarak ifade ettiğimiz şeyler kullanırken bitmeyecek. Yani sizin dedikleriniz malzeme, araç değil.*

A : *Nereden öğrendiniz bunu?*

Ö8 : *Öğretmenim bilgisayardan etkinlik yaptık ya. Orada öyle açıklamıştı.*

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde son test sürecinde artık öğrenci grubunun malzeme ile araç arasındaki farkı kavradığı görülmektedir. Öğrenciler son test sürecinde model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları artık tanımaktadır. Dolayısıyla son test sürecinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler MAİK1 göstergesinden iki puan seviyesinde davranış sergilemişlerdir.

Son test sürecinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı da öğrendikleri gözlemlenmiştir. Şekil 56'da bu öğrencilerin ses yalıtımı için tasarladığı modele yer verilmiştir.



Şekil 56. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test bağlamında ses yalıtımı modeli

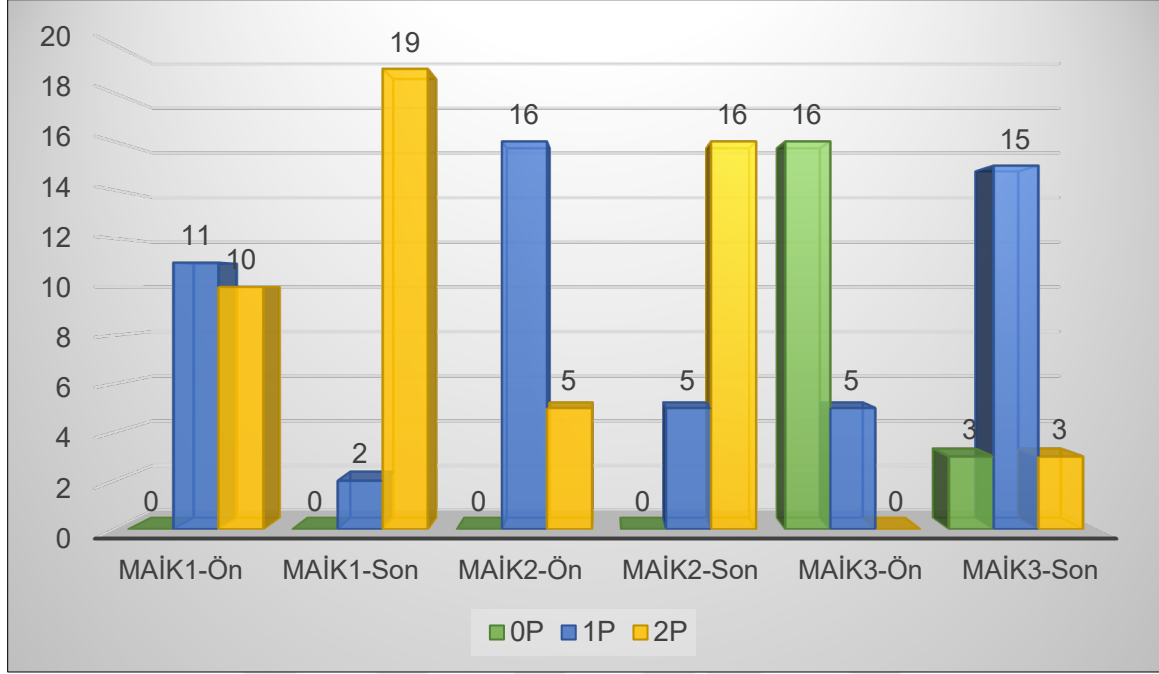
Şekil 56'daki model Şekil 54 ile kıyaslanarak incelendiğinde öğrencilerin son test bağlamında yaptıkları bu modelin çok daha düzenli bir yapıda ve muntazam görüldüğü fark edilmektedir. Yani Şekil 56'daki modelde dikdörtgenler prizması şeklinde oluşturulan yapı tabana iyi bir şekilde yapıştırılmıştır. Kartonun dış kaplaması ile içerisindeki süngerler muntazam bir şekilde aralarında boşluk olmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Ayrıca kartonun kapağındaki sünger ile iç kısmındaki boşluk iç içe geçecek şekilde ayarlanmış ve bu kısımda da boşluk olmaması sağlanmıştır. Öğrenci grubunun yaptığı bu modelleme sürecine ait araştırmacı notlarına aşağıda yer verilmiştir.

*A : Öğrenciler son test sürecinde ön teste göre araçlara daha hâkim çalıştılar. Süngeri falçata ile düzgünce kestiler. Cetvel ile doğru ölçümler yaptılar, dikdörtgenler prizmasının dış cephesini düzgünce kapladılar. Bunun dışında uhu ile kartonu ve süngerleri yapıştırdılar. Ön test sürecindeki gibi bant ile süngerleri yapıştırmaya çalışmadılar.*

*A : Öğrenciler sadece dikdörtgenler prizmasının kapağına sünger yerleştirmede zorlandılar. Önce kapağın yüzeyinin her tarafına sünger yerleştirdiler. Daha sonra kapanmadığını görünce prizmanın içinde kalan boşluğu ölçerek, o ölçülerde sünger yerleştirdiler. Süngeri falçata ile kesmeye çalıştıklarında kapak kısmı zarar görmüştü ve tekrar farklı bir kartondan kapak yapmak zorunda kaldılar. Karşılaştıkları bir sorunu böylece çözmüş oldular.*

Şekil 56 ve yukarıda yer alan araştırmacı notları incelendiğinde son test sürecinde bu öğrenci grubunun artık model kapsamında kullandığı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı öğrendikleri ve ihtiyaçlarının farkında oldukları görülmektedir. Dolayısıyla son test sürecinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler MAİK2 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Buna ek olarak yukarıdaki diyalogda öğrencilerin başlangıçta dikdörtgenler prizmasının kapağının her tarafına sünger yerleştirdiği ancak kapanmadığını fark ettiğinde ise iç kısmı ile uyumlu olacak şekilde sünger yerleştirdiği görülmektedir. Bu süreçte yapıştırdıkları süngerleri çıkartamayınca falçata yardımı ile kesip atmaya çalışmışlardır. Ancak süngerin izi kalınca Ö7 kodlu öğrenci yeni bir kartondan tekrar kapağa yalıtım yapma fikrini ortaya atmıştır. Bu şekilde malzeme ile araç arasında yaşanan sorunu tespit ederek bu sorun gidermeye çalışmıştır. Bu süreçte Ö7 kodlu öğrenci model kapsamında kullandığı malzeme için yaşadığı sorunu tespit etmiş ancak bu sorunun üstesinden gelmede zorlanmıştır. Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler ise son test sürecinde model ve malzeme ilişkisine ilişkin herhangi bir sorun tespit edememişlerdir. Dolayısıyla son test

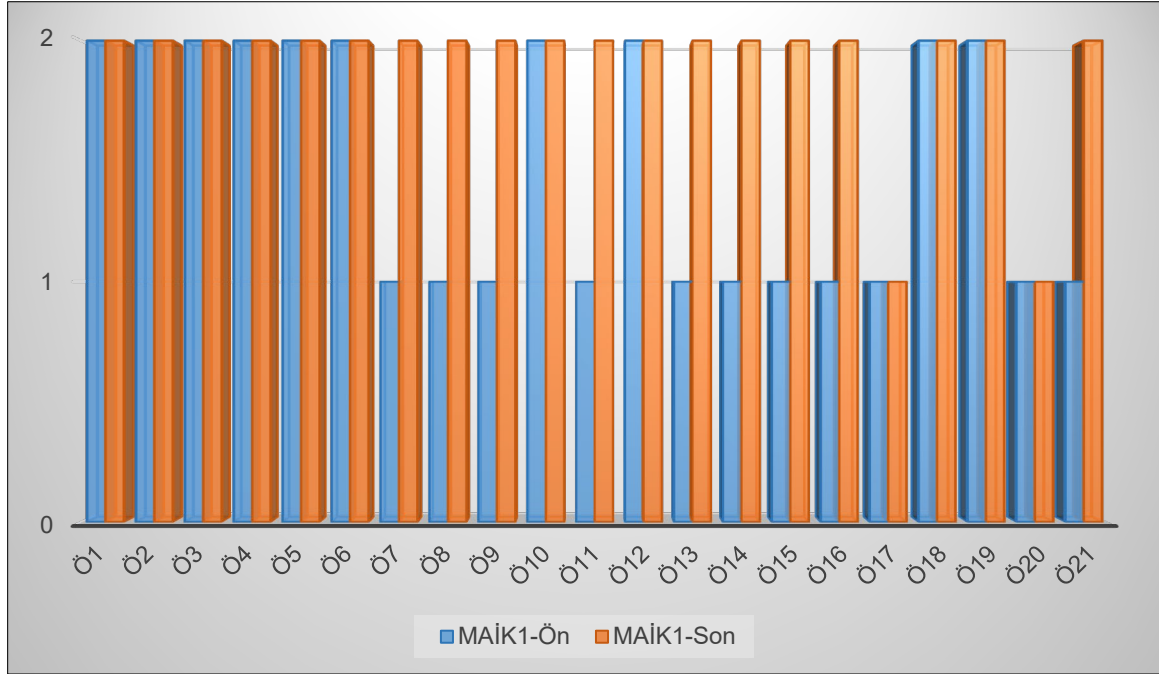
sürecinde Ö7 kodlu öğrenci MAİK3 göstergesinden bir puan, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler ise MAİK3 göstergesinden sıfır puan alacak düzeyde davranış sergilemişlerdir.



Grafik 21. Malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

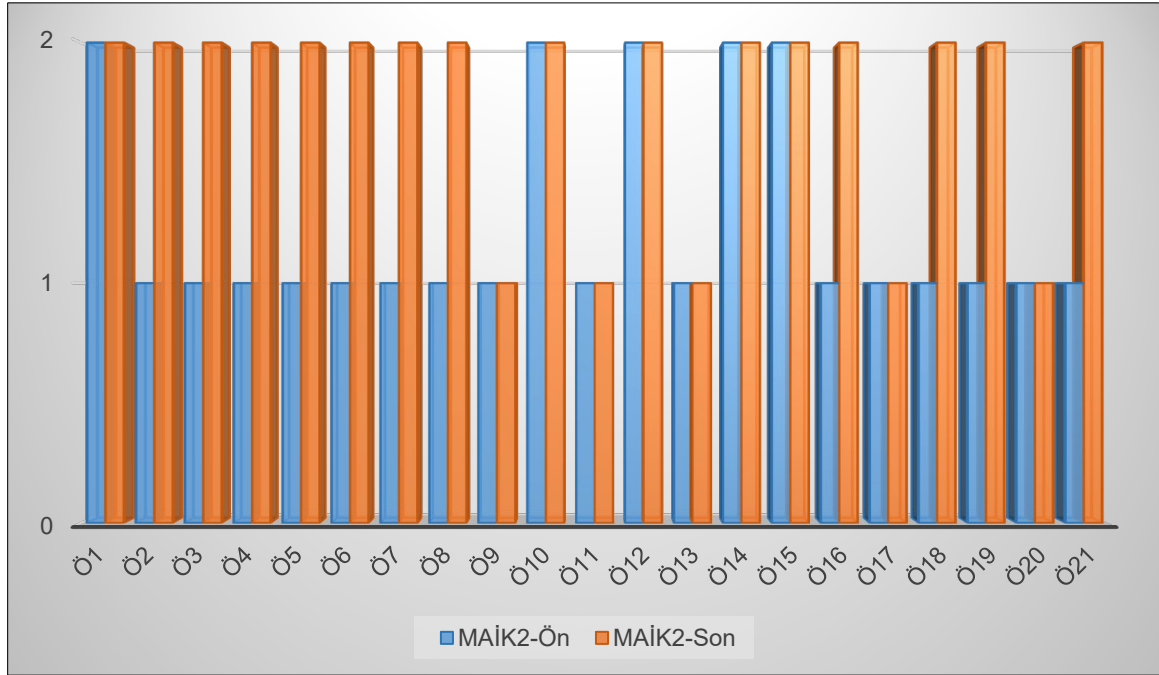
Grafik 21'de öğrencilerin malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin ön test ve son testte kullanımlarına yönelik bulgulara yer verilmiştir. Grafik 21 incelendiğinde, ön testte yer alan 11 öğrencinin MAİK1'i bir puan düzeyinde kullandığı, 10 öğrencinin ise bu göstergesi iki puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. MAİK1 göstergesi son test bağlamında incelendiğinde sıfır puan alarak kullanan öğrenciye rastlanmadığı, iki öğrencinin bir puan alarak kullandığı ve 19 öğrencinin ise iki puan alarak kullandığı gözlenmektedir. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygularken MAİK1 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığı anlamına gelmektedir. Yine Grafik 21 incelendiğinde ön testte yer alan 16 öğrencinin MAİK2 göstergesini bir puan alacak şekilde kullandığı, beş öğrencinin de MAİK2 göstergesini iki puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Son test bağlamında MAİK2 göstergesini sıfır puan alarak kullanan öğrenciye rastlanmamıştır. Bunun dışında son test bağlamında beş öğrenci MAİK2 göstergesini bir puan alarak, 16 öğrenci de iki puan alarak kullanmıştır. Şekil 77 MAİK3 göstergesi bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 16 öğrencinin bu göstergesi hiç kullanmadığı, beş öğrencinin ise bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Buna ek olarak son testte yer alan üç öğrenci MAİK3 göstergesini

hiç kullanmamış, 15 öğrenci bu göstergelyi bir puan alacak şekilde kullanmış ve üç öğrenci de bu göstergelyi iki puan alacak şekilde kullanmıştır.



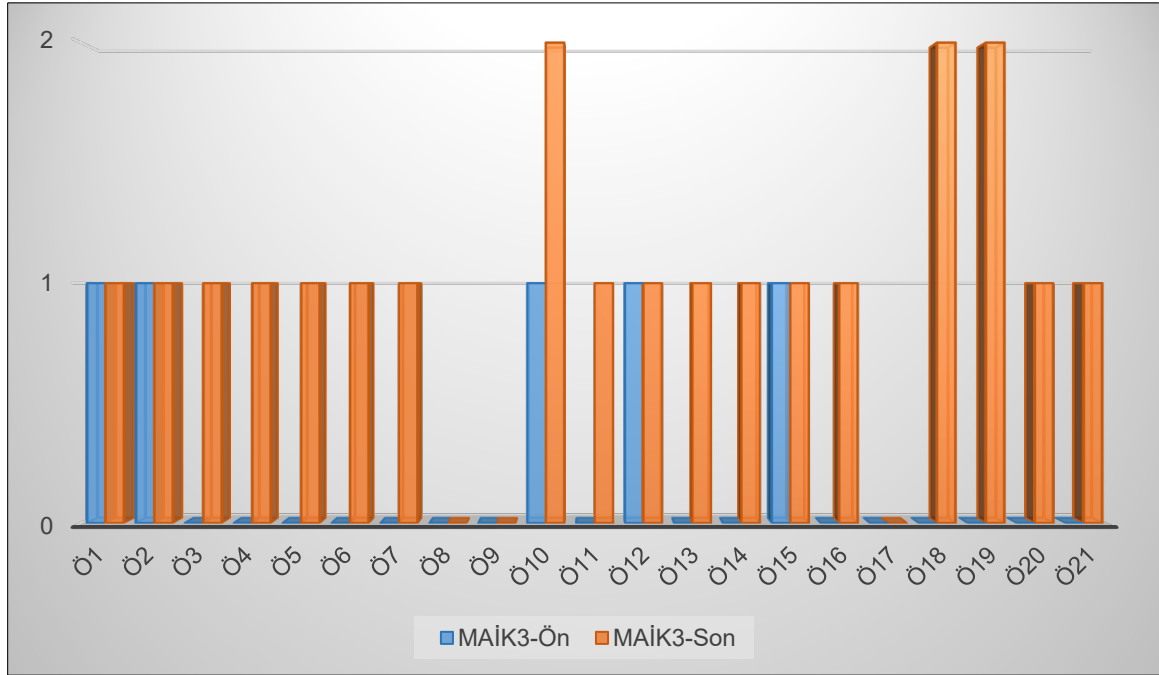
Grafik 22. Öğrencilerin MAİK1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 22 incelendiğinde, öğrencilerin malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin MAİK1 model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıma göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17 ve Ö20 kodlu öğrencilerin bir puan düzeyinde; Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö10, Ö12, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise iki puan düzeyinde MAİK1 göstergesi kapsamında davranış sergiledikleri tespit edilmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra elde edilen bulgulara bakıldığında ise; Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MAİK1 gösterge puanlarının bir puandan iki puan seviyesine çıktığı görülmektedir. Grafik 22'ye göre, Ö17 ve Ö20 kodlu öğrencilerin son test uygulamasında da MAİK1 göstergesini bir puan seviyesinde; Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö10, Ö12, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise iki puan seviyesinde davranış sergiledikleri anlaşılmaktadır.



Grafik 23. Öğrencilerin MAİK2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 23 incelendiğinde, öğrencilerin malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin MAİK2 model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilme göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin bir puan seviyesinde; Ö1, Ö10, Ö14 ve Ö15 kodlu öğrencilerin ise iki puan seviyesinde MAİK2 göstergesi kapsamında davranış sergiledikleri görülmektedir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen modelleme çalışmalarından elde edilen verilerin analizinden ise Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MAİK2 gösterge puanlarında artış olduğu ve iki puan seviyesine çıktığı belirlenmiştir. Grafik 23'e bakıldığında Ö9, Ö11, Ö13, Ö17 ve Ö20 kodlu öğrencilerin puanlarında bir artış olmadığı ve yine bir puan seviyesinde davranış sergiledikleri görülmektedir. Son olarak ön test sürecinde iki puan alan Ö1, Ö10, Ö12, Ö14 ve Ö15 kodlu öğrencilerin son test sürecinde de iki puan aldıkları tespit edilmiştir.



Grafik 24. Öğrencilerin MAİK3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Şekil 24 incelendiğinde, öğrencilerin malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin MAİK3 model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit etme ve bu sorunları çözme göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen verilerin analizi sonucu Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinde; Ö1, Ö2, Ö10, Ö12 ve Ö15 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde MAİK3 göstergesi kapsamında davranış sergiledikleri tespit edilmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonraki modelleme sürecinde gösterge puanlarında artış olan öğrencilere bakıldığında ise Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö11, Ö13, Ö14, Ö16, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin sıfır puandan bir puan düzeyine; Ö10 kodlu öğrencinin bir puandan iki puan düzeyine; Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise sıfır puan düzeyinden iki puan düzeyine artış gösterecek şekilde davranış sergiledikleri Grafik 24'ten görülmektedir. Ö8, Ö9 ve Ö17 kodlu öğrencilerin sıfır puan; Ö1, Ö2, Ö12 ve Ö15 kodlu öğrencilerin ise bir puan seviyesinde kalarak MAİK3 gösterge puanlarında bir değişim olmadığı Grafik 24'ten anlaşılmaktadır.

#### 4. 2. 2. 2. Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

Ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesindeki malzeme-model ilişkisi kurma becerilerinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 47'de verilmiştir.

Tablo 47. Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisinden Aldıkları Puanlar

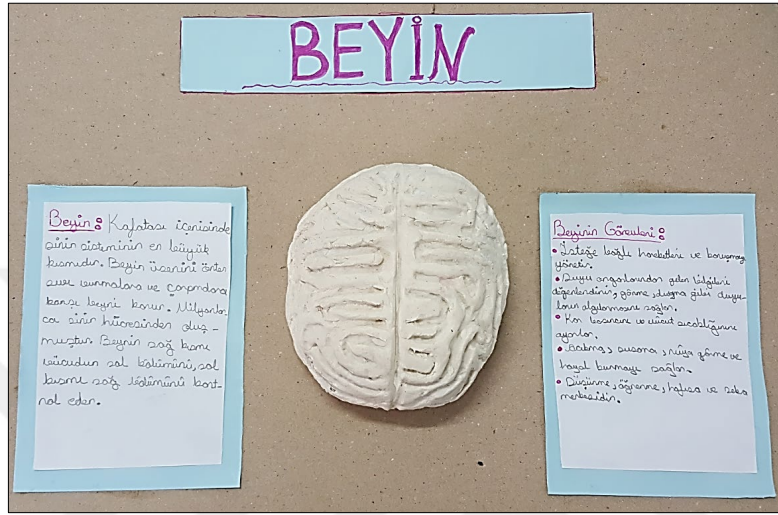
Malzeme – Model İlişkisi Kurma Becerisi – Ön Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Gösterge Yüzdesi
MMİK1	0	21	0	21	%38,89
MMİK2	0	19	2	21	%38,89
MMİK3	15	6	0	6	%11,11
MMİK4	12	9	0	6	%11,11

Tablo 47 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için süreçsel becerileri kapsamında malzeme-model ilişkisi kurma becerisinden ön test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin “*model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma*” MMİK1 göstergesini uygulamalara katılan bütün öğrencilerin (21) bir puan düzeyinde sergilediği, sıfır ve iki puan düzeyinde ise bu göstergeye ait davranış sergilemedikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki malzeme-model ilişkisi kurma becerisinde %38,89 oranında MMİK1 göstergesini sergilediği görülmektedir. Tablo 47'ye bakıldığında malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin “*model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma*” MMİK2 göstergesini bir puan düzeyinde 19 öğrencinin, iki puan düzeyinde iki öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamında malzeme-model ilişkisi kurma becerisinde %38,89 oranında MMİK2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Tablo 47'ye göre malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin “*model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etme*” MMİK3 göstergesini sıfır puan düzeyinde 15 öğrencinin, bir puan düzeyinde altı öğrencinin sergilediği, buna karşın iki puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki malzeme model ilişkisi kurma becerisinde %11,11 oranında MMİK3 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Tablo 47'ye göre malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin “*belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit etme ve bunların nasıl giderileceğini bilme*” MMİK4 göstergesini sıfır puan düzeyinde 15 öğrencinin, bir puan düzeyinde altı öğrencinin sergilediği, buna karşın iki puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği



belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki malzeme model ilişkisi kurma becerisinde %11,11 oranında MMİK4 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Malzeme model ilişkisi kurma becerisinin MMİK1 göstergesi “Model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma” şeklindedir. Şekil 57’de Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı beyin modeli yer almaktadır.



Şekil 57. Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı beyin modeli

Şekil 57 incelendiğinde bir mukavva üzerinde kilden yapılmış beyin modeli görülmektedir. Bu beyin modelinin sol tarafında beyin tanımı sağ tarafında ise görevleri yazılmıştır. Öğrenciler burada kilden beyin görüntüsünü üç boyutlu olarak yapmışlardır. Beynin kıvrımlı yapısı modele yansıtılmıştır. Ancak beyin diğer fiziksel özellikleri ile ilgili kısımlar bu modelde görülmemektedir. Yapılan modelin çalışma prensibi ise sağ taraftaki notlarda açıklanmıştır. Araştırmacı, öğrencilerin yaptığı bu model hakkında daha ayrıntılı bilgi elde edinebilmek için aşağıdaki görüşmeyi gerçekleştirmiştir.

A : Çocuklar, modelinizde ne yaptınız, anlatır mısınız?

Ö16 : Öğretmenim kilden beyin yaptık. Daha sonra bu modelimizi kurumaya bıraktık. Kuruduktan sonra sert bir mukavva üzerine koyduk.

Ö17 : Evet öğretmenim. Mukavvanın kenarlarına da beyin özelliklerini ve tanımını yazdık.

A : Peki hangi malzemeleri kullandınız?

Ö16 : Kil, mukavva, renkli karton, kalem.

A : Kullandığınız bu malzemeler ile beyin hangi özelliklerini yansıttınız?

Ö17 : Öğretmenim beyin yapısı kıvrımlı, o yüzden kile parmağımızla şekil verdik.

Yukarıdaki diyalog ve Şekil 57 incelendiğinde Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin kil ile beyin modeli yaptığı görülmektedir. Bu modeli yaparken öğrenciler kilin kurumadan önce yumuşak olma özelliği ile beynin kıvrımlarını birbiri ile ilişkilendirmişlerdir. Ancak bu öğrenciler, beynin daha farklı özelliklerini ya da yapısını yansıtacak farklı malzemeler kullanmamışlardır. Bu yüzden Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurmayı tam olarak yansıtamamışlardır. Dolayısıyla Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler ön test sürecinde MMİK1 göstergesinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Malzeme model ilişkisi kurma becerisinin MMİK2 göstergesi “*Model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma*” şeklindedir. Aşağıda araştırmacı ile Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrenciler arasında geçen diyaloga yer verilmiştir.

A : *Ağız modelinizde hangi malzemeleri kullandınız? Anlatın bakalım.*

Ö11 : *Öğretmenim genel olarak oyun hamurunu kullandık.*

A : *Peki oyun hamurunu ağız modelinin hangi kısımlarına nasıl uyguladınız?*

Ö12 : *Öğretmenim beyaz oyun hamurundan dişleri yaptık. Kırmızı oyun hamurundan dil ve dudak kısımlarını yaptık.*

A : *Peki model için seçtiğiniz bu malzeme ile modelin çalışma prensibi arasında nasıl bir ilişki buldunuz?*

Ö10 : *Öğretmenim dişlerimiz genelde beyazdır. O yüzden diş kısmında beyaz oyun hamurunu kullandık. Dilimiz ve dudaklarımız ise kırmızıya yakın bir renktedir. Ayrıca oyun hamuru ile ağız açıp kapatabiliriz. Yani çenenin yapısını bunun ile ilişkilendirdik. Ama biraz zor açılıyor. Çünkü oyun hamuru yumuşak olduğu için eğiliyor.*

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi öğrenciler oyun hamuru ile ağız modeli yapmışlardır. Bu süreçte öğrenciler oyun hamurunun renklerini ağız içerisinde yer alan yapıların ve dişlerin renkleri ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca öğrencilerden Ö10 çenenin açılıp kapanmasını da oyun hamurunun yumuşak olma özelliği ile ilişkilendirmişlerdir. Sadece çenenin tam açılıp kapanması yapılan modelde zor olmuştur. Dolayısıyla Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrenciler model için seçtikleri malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurmada zorlanmışlardır. Dolayısıyla Ö10 kodlu öğrenci ön test sürecinde MMİK2 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilerken, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrenciler ön test sürecinde MMİK2 göstergesinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Malzeme model ilişkisi kurma becerisinin MMİK3 göstergesi “*model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etme*” şeklindedir. Genel olarak

öğrenciler ön test sürecinde bu göstergeye dikkat etmemiş olsa de son test sürecinde bu göstergeye dikkat etmişlerdir. Son test sürecinde öğrencilerin MMİK3 göstergesine dikkat etmesinin sebebi olarak uygulanan MBYBTE'lerin olduğu gözlenmiştir. Aşağıda araştırmacının Ö5 ve Ö6 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı beyin modeline ilişkin alan notları verilmiştir.

A : Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler beyin modelini yaparken ön test sürecinde kil kullandılar. Bu süreçte öğrenciler hem kili bulmakta zorlandılar hem de kil ile beyinin kısımlarını tam olarak gösteremediler.

A : Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler beyinin işlevlerini ifade eden farklı malzemeler kullanmadılar. Yani sadece kil ile modeli tamamladılar.

Yukarıdaki alan notları incelendiğinde ön test sürecinde Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin modeline uygun malzemeyi bulmada zorlandığı görülmektedir. Ayrıca bu öğrenciler tek bir malzeme ile modelini tamamlamışlardır. Bu durum beynin kısımlarını anlatırken, beynin fiziksel özelliklerini (yumuşaklık-sertlik, kıvrımlı-düz gibi) ifade etmede yetersiz kalmıştır. Bu yüzden ön test sürecinde Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler MMİK3 göstergesinden sıfır puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Malzeme model ilişkisi kurma becerisinin MMİK4 göstergesi “Belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit eder ve bunların nasıl giderilebileceğini bilme” şeklindedir. Aşağıda araştırmacı ile Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler arasında geçen diyaloga yer verilmiştir.

A : Evet çocuklar nasıl gidiyor? Bir problem var mı?

Ö2 : Öğretmenim biz gezegenleri yapıyoruz. Gezegenleri yaparken de oyun hamurlarını bir mukavvaya iplerle astık. Ancak bir süre sonra hamurlar yere düşüyor.

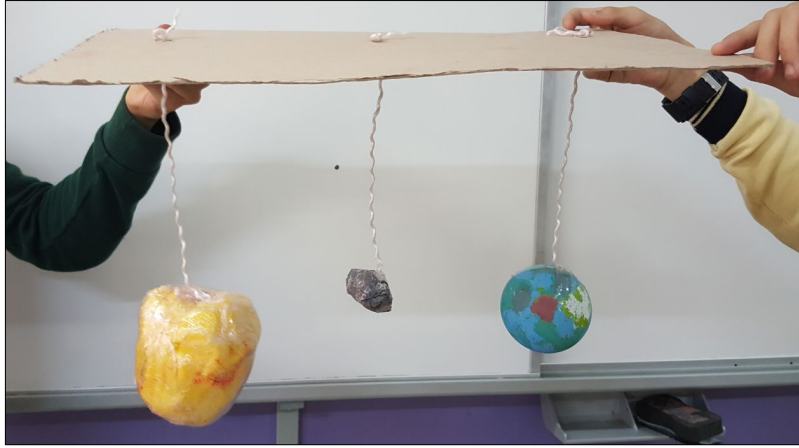
A : Peki bu düşme probleminin üstesinden nasıl geldiniz?

Ö3 : Öğretmenim bantla tekrar hamuru yapıştırdık.

A : Sonra yapıştırdığınız yerler tekrar düşmedi mi?

Ö4 : Evet düştü öğretmenim. Ama her düşmesinde biz tekrar yapıştırdık.

Yukarıda araştırmacı ile öğrenciler arasında geçen diyaloga ait şekil aşağıda verilmiştir.



Şekil 58. Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı Güneş, Ay, Dünya modeli

Yukarıdaki diyalogda ve Şekil 58’de görüldüğü gibi öğrenciler model ile malzemeyi ilişkilendirirken bir problemle karşılaşmışlardır. Öğrenciler karşılaştığı bu problemin üstesinden gelmek için çözüm yolu olarak, oyun hamurlarını iplere bağlayarak gezegenleri yapmaya çalışmışlar ancak bu geçerli bir çözüm olmamıştır. Dolayısıyla öğrenciler modelde yer alan malzemeler ile modelin ilişkisi arasında sorunu tespit etmiş ancak bu sorunun üstesinden tam olarak gelememişlerdir. Bu yüzden ön test sürecinde Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler MMİK4 göstergesinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Ortaokul öğrencilerinin, MBYBTE’ler uygulandıktan sonraki malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 48’de verilmiştir.

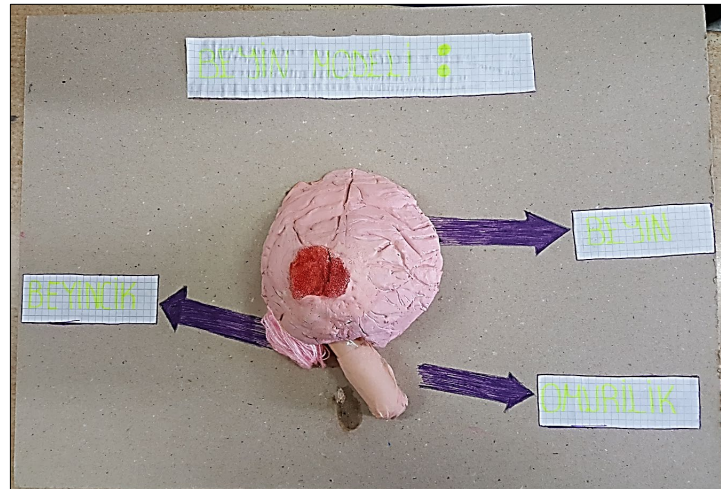
Tablo 48. Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisinden Aldıkları Puanlar

Malzeme – Model İlişkisi Kurma Becerisi – Son Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Gösterge Yüzdesi
MMİK1	0	4	17	21	%25
MMİK2	0	14	7	21	%25
MMİK3	0	7	14	21	%25
MMİK4	0	13	8	21	%25

Tablo 48 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için süreçsel becerileri kapsamında malzeme-model ilişkisi kurma becerisinden son test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin “*model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma*” MMİK1 göstergesini bir puan düzeyinde dört öğrencinin, iki puan düzeyinde 17

öğrencinin sergilediği, sıfır puan düzeyinde bu göstergeye ait davranış sergilemedikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki malzeme-model ilişkisi kurma becerisinde %25 oranında MMİK1 göstergesini sergilediği görülmektedir. Yine Tablo 48'e bakıldığında malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin *"model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma"* MMİK2 göstergesini bir puan düzeyinde 14 öğrencinin, iki puan düzeyinde yedi öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamında malzeme-model ilişkisi kurma becerisinde %25 oranında MMİK2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Tablo 48'e göre malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin *"model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etme"* MMİK3 göstergesini bir puan düzeyinde yedi öğrencinin, iki puan düzeyinde 14 öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki malzeme model ilişkisi kurma becerisinde %25 oranında MMİK3 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Tablo 48 tekrar incelendiğinde malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin *"belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit etme ve bunların nasıl giderileceğini bilme"* MMİK4 göstergesini bir puan düzeyinde 13 öğrencinin, iki puan düzeyinde sekiz öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki malzeme model ilişkisi kurma becerisinde %25 oranında MMİK4 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Son test sürecinde Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler MMİK1 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Bu öğrencilerin son test sürecinde yapmış oldukları beyin modeline Şekil 59'da yer verilmiştir.



Şekil 59. Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı beyin modeli

Şekil 59 incelendiğinde Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin modelde ön test sürecinden farklı olarak farklı malzemeler kullandıkları görülmektedir. Öğrenciler beyinin kısımlarının işlevine göre farklı özellikteki malzemeleri kullanmışlardır. Öğrencilerin kullandığı bu malzemeleri ve bu malzemelerin beyinin çalışma prensibi ile ilişkisine yönelik bilgi almak için araştırmacı öğrenciler ile mülakat yapmıştır. Aşağıda bu mülakattan yer alan kesitler verilmiştir.

A : *Yaptığınız beyin modelinde hangi malzemeleri kullandınız? Açıklar mısınız?*

Ö16 : *Öğretmenim biz burada sünger, alçı, iplik, renkli kartonlar ve mukavva kullandık.*

A : *Peki bu malzemeleri hangi amaç için kullandınız? Yani neden farklı malzemeleri kullanmaya ihtiyaç duydunuz?*

Ö17 : *Öğretmenim önce biz beynin yapısını ve kısımlarını araştırdık. Sonra beyin kısımlarının özelliklerine baktık.*

Ö16 : *Evet öğretmenim. Önce beyin yapısı kıvrımlı olduğu için alçı kullandık. Alçı yaşken parmağımız ile kıvrım yaptık sonra alçıyı kuruttuk. Ama alçı kuruyunca beyin çok sert oldu. Aslında beyin yumuşak bir dokuya sahip olduğunu göstermek için kırmızı sünger kullandık.*

Ö17 : *Öğretmenim daha sonra beyincik de yumuşak ve kıvrımlı olmalı. O yüzden iplik kullandık. Sonra da omurilik ve omurilik soğanı da yumuşak ama kıvrımsız olacak şekilde yaptık. Onlar için de ipliği kâğıt ile sardık ve modelimizi oluşturduk.*

Yukarıdaki diyalogda ve Şekil 59'da görüldüğü gibi Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler önce beyinin kısımlarını ve bu kısımların fiziksel özelliklerini araştırmışlardır. Bu öğrenci grubu beyin kısımlarının fiziksel özelliklerine göre (yumuşak olması, kıvrımlı olması) farklı türden malzemeler kullanmışlardır. Dolayısıyla son test sürecinde Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler model için seçtikleri malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurmayı başarmışlardır. Yani Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler son test sürecinde MMİK1 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Son test sürecinde Ö10 ve Ö12 kodlu öğrenciler MMİK2 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilerken Ö11 ve Ö13 kodlu öğrenciler MMİK2 göstergesinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Araştırmacının bu öğrenciler ile son test sürecinde yapmış olduğu mülakata aşağıda yer verilmiştir.

A : *Evet çocuklar bu sefer yaptığınız ağız modelinde hangi malzemeleri kullandınız?*

Ö11 : *Öğretmenim dondurma kabı ve oyun hamurları kullandık.*

A : *Peki bu malzemeleri ne yapmak için kullandınız?*

Ö13 : *Öğretmenim oyun hamurlarından yine dişleri ve ağız yaptık. Farklı renklerde yaptık.*

Ö10 : Öğretmenim bu sefer dondurma kabını kullandık. Çünkü dondurma kabı açılıp kapanıyor. İnsanın çenesi de açılıp kapanıyor.

Ö12 : Evet öğretmenim. Aynen dondurma kabının açılıp kapanabilme özelliği ile ağız yapısının çalışma prensibi arasında ilişki kurduk.

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrencilerin oyun hamuru ve dondurma kabı kullanarak ağız modelini yaptıkları görülmektedir. Ö11 ve Ö13 kodlu öğrenciler oyun hamurları ile ağız ve diş modeli yaptıklarını belirtmişlerdir. Neden dondurma kabını kullandıkları hakkında yorum yapamamışlardır. Oysaki Ö10 ve Ö12 kodlu öğrenciler dondurma kabının rahat açılır kapanır özelliği ile çenenin açılıp kapanma özelliği üzerinde durmuştur. Yani Ö10 ve Ö12 kodlu öğrenciler kullandıkları malzeme ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurmuştur. Dolayısıyla son test süresince Ö10 ve Ö12 kodlu öğrenciler MMİK2 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilerken, Ö11 ve Ö13 kodlu öğrenciler bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Son test sürecinde genel olarak öğrenciler MMİK3 göstergesinden iyi düzeyde başarı göstermişlerdir. Yani öğrenciler MBYBTE'leri uygulama sürecinde modellemede ekonomiklik ilkesinin artık bilincine varmışlardır. Bu kapsamda son test sürecinde Ö15 ve Ö16 kodlu öğrencilerin modelleme sürecindeki davranışlarına yönelik araştırmacı alan notları aşağıda verilmiştir.

A : Son test sürecinde Ö15 ve Ö16 kodlu öğrenciler yine beyin modeli yapmışlardır. Bu modeli yaparken öğrenciler bu sefer farklı malzemeler kullanmışlardır. Öğrencilerin kullandığı malzemeler; alçı, sünger, iplik vb.

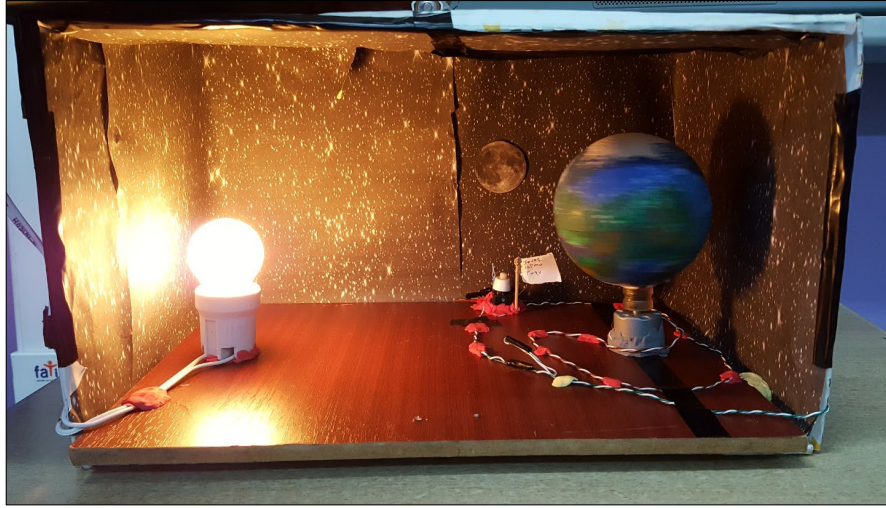
A : Öğrencilerin kullandığı malzeme ve araçlara bakıldığında her yerden rahatlıkla bulunabilir olduğu göze çarpmaktadır.

A : Ayrıca öğrencilerin modelleme sürecinde kullandığı malzemeler modelin fiziksel özelliklerini yansıtıcı niteliktedir.

Yukarıdaki araştırmacı alan notları incelendiğinde son test sürecinde Ö15 ve Ö16 kodlu öğrencilerin modellemede kullanacakları malzemenin her yerden bulunabilir, ucuz ve uygun fiyatta olmasına dikkat ettikleri görülmektedir. Buna ek olarak bu öğrenciler son test sürecinde yaptığı modelde malzeme çeşitliliği sağlayarak beynin kısımlarını ön plana çıkarmayı başarabilmişlerdir. Son test sürecinde Ö15 ve Ö16 kodlu öğrenciler MMİK3 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Son test sürecinde Ö2 kodlu öğrenci MMİK4 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilerken Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler MMİK4 göstergesinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Bu öğrencilerin son test sürecinde yaptıkları modele ait şekil aşağıda verilmiştir.

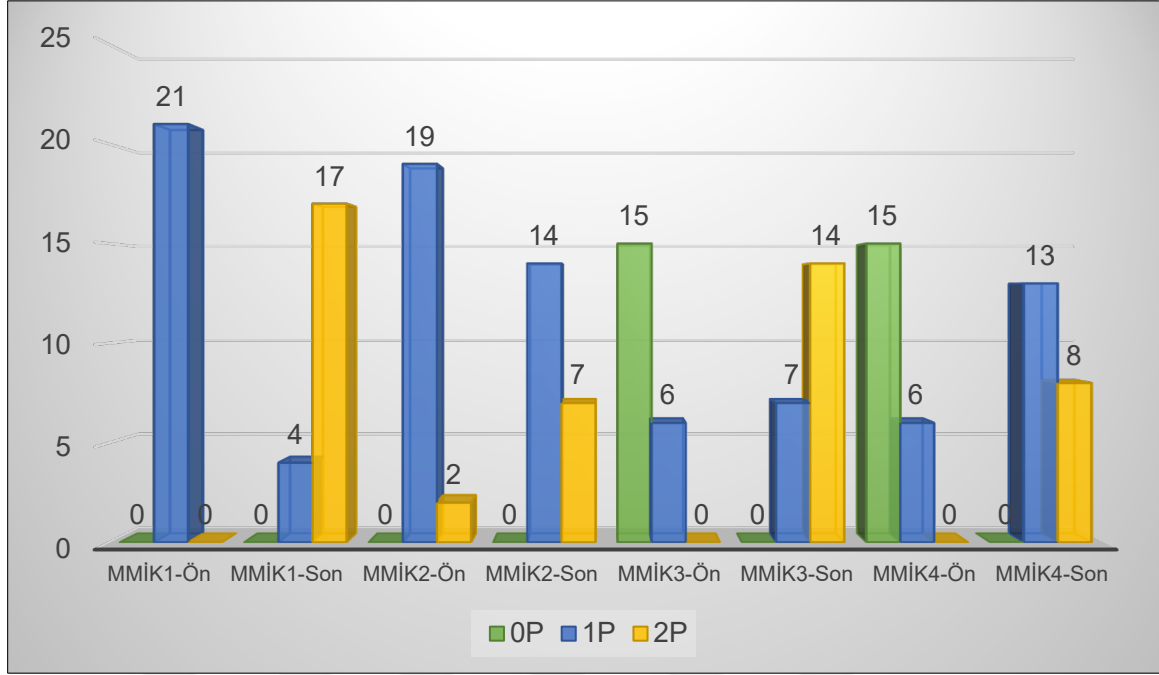




Şekil 60. Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı Güneş, Ay, Dünya modeli

Şekil 60 incelendiğinde Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptıklarından farklı bir model oluşturdukları görülmektedir. Öğrenciler bu modelinde daha önceden Güneş yerine oyun hamuru kullanmasına rağmen son test sürecinde ampul kullanmışlardır. Ayrıca öğrenciler ön test sürecinde oyun hamurlarını iplere tuttururken banttandır yararlanmaya çalışmışlardır. Ancak bant belirli bir süre sonra hamurların yere düşmesini engelleyememişti. Öğrenciler son test sürecinde bu sorunun üstesinden gelmek için farklı model yapmışlardır. Şekil 60'da yer alan bu model incelendiğinde Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin Güneş, Ay ve Dünya'yı ip ile asmak yerine bir kutu içerisine (uzay temsili) yerleştirdikleri görülmektedir. Böyle öğrenciler model yaparken kullandıkları malzemeler ile model arasında ilişki kurma konusunda son test sürecinde başarılı olmuşlardır. Öğrencilerin son test sürecindeki modellemelerine dikkat edildiğinde Ö2 kodlu öğrencinin MMİK4 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilediği, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin ise MMİK4 göstergesinden bir puan alacak şekilde davranış sergilediği görülmektedir.

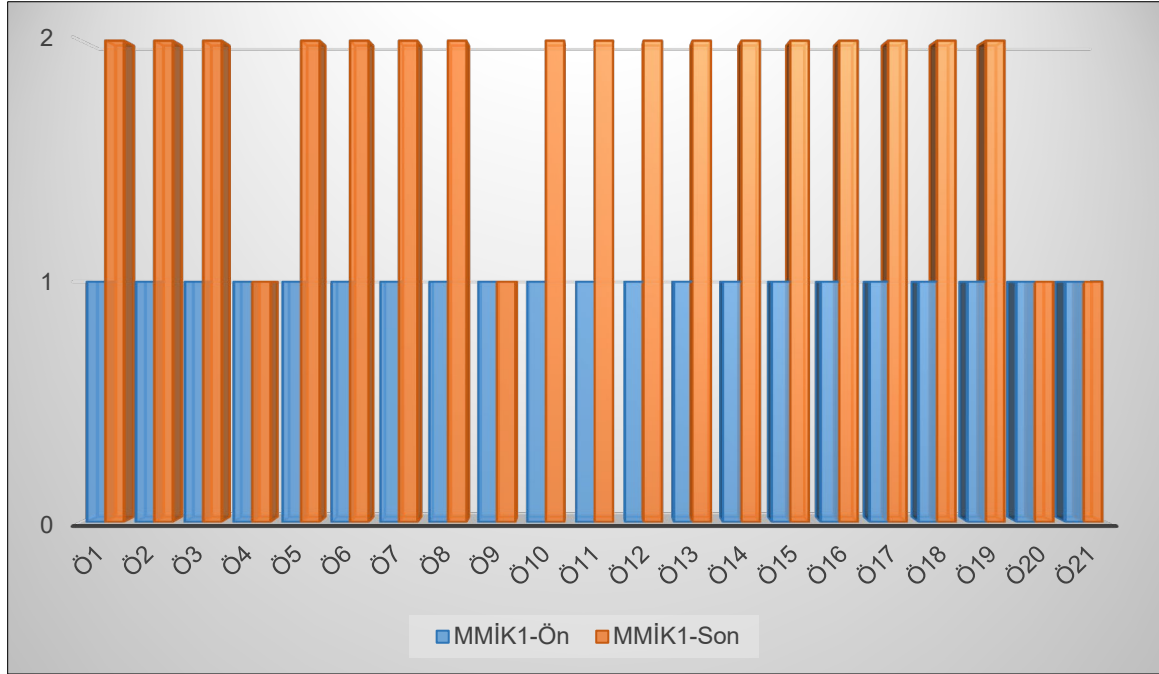




Grafik 25. Malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

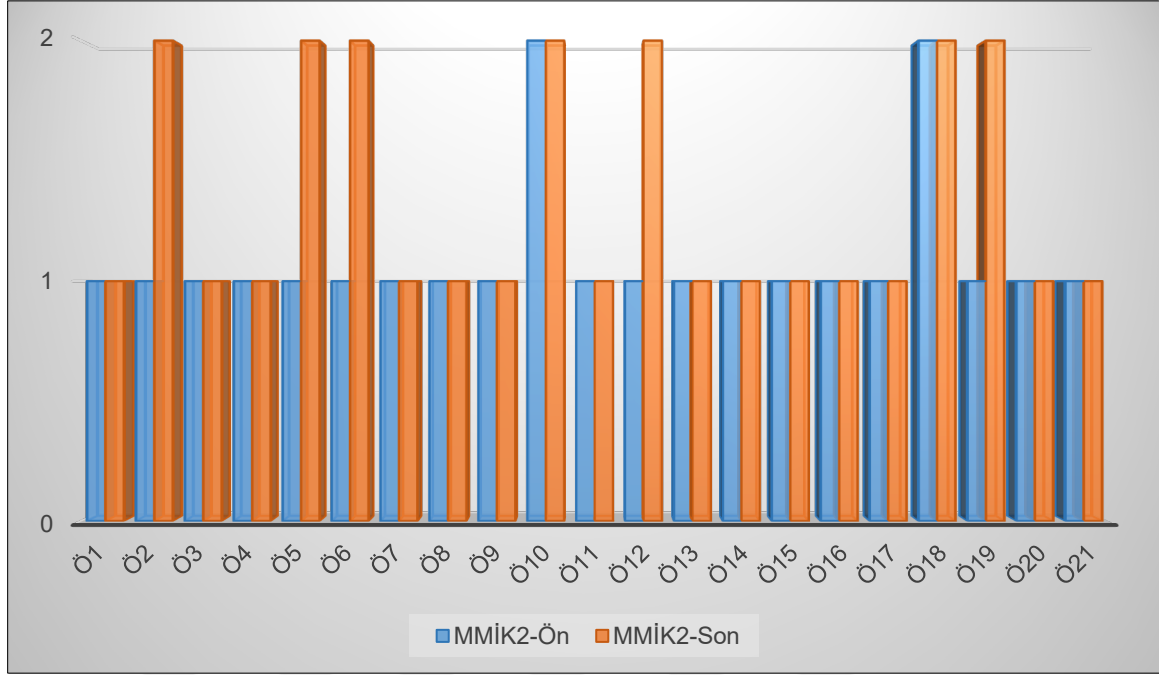
Grafik 25'te ortaokul öğrencilerinin malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin MBYBTE'lerin öncesinde ve sonrasındaki değişimine yönelik grafiği verilmiştir. Grafik 25'te yer alan MMİK1 göstergesi, ön test bağlamında incelendiğinde 21 öğrencinin bu göstergeyi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Son testte yer alan MMİK1 göstergesine bakıldığında ise dört öğrencinin bu göstergeyi bir puan, 17 öğrencinin ise bu göstergeyi iki puan seviyesinde sergilediği gözlenmiştir. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygulama sürecinden sonra MMİK1 göstergesine daha çok hâkim olabildikleri anlamına gelmektedir. Yine Grafik 255 MMİK2 göstergesi bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 19 öğrencinin söz konusu göstergeyi bir puan, iki öğrencinin ise MMİK2 göstergesini iki puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Bu duruma ek olarak son test verileri incelendiğinde 14 öğrenci MMİK2 göstergesini bir puan, yedi öğrenci ise bu göstergeyi iki puan seviyesinde sergilemiştir. Grafik 25'te öğrencilerin MMİK3 göstergesi bağlamında ön test verileri incelendiğinde 15 öğrenci bu göstergeyi sergilememiş, altı öğrenci ise söz konusu göstergeyi bir puan seviyesinde sergilemiştir. Öğrencilerin son test çalışmaları incelendiğinde yedi öğrencinin MMİK3 göstergesini bir puan, 14 öğrencinin ise bu göstergeyi iki puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Son olarak öğrencilerin MMİK4 göstergesi bağlamında ön test çalışmaları incelendiğinde, 15 öğrencinin bu göstergeyi hiç sergilemediği, altı öğrencinin ise göstergeyi bir puan alacak şekilde kullandığı gözlenmiştir.

Buna ek olarak son test çalışmalarında 13 öğrenci MMİK4 göstergesini bir puan alacak şekilde kullanmış, sekiz öğrenci ise MMİK4 göstergesinden iki puan almıştır.



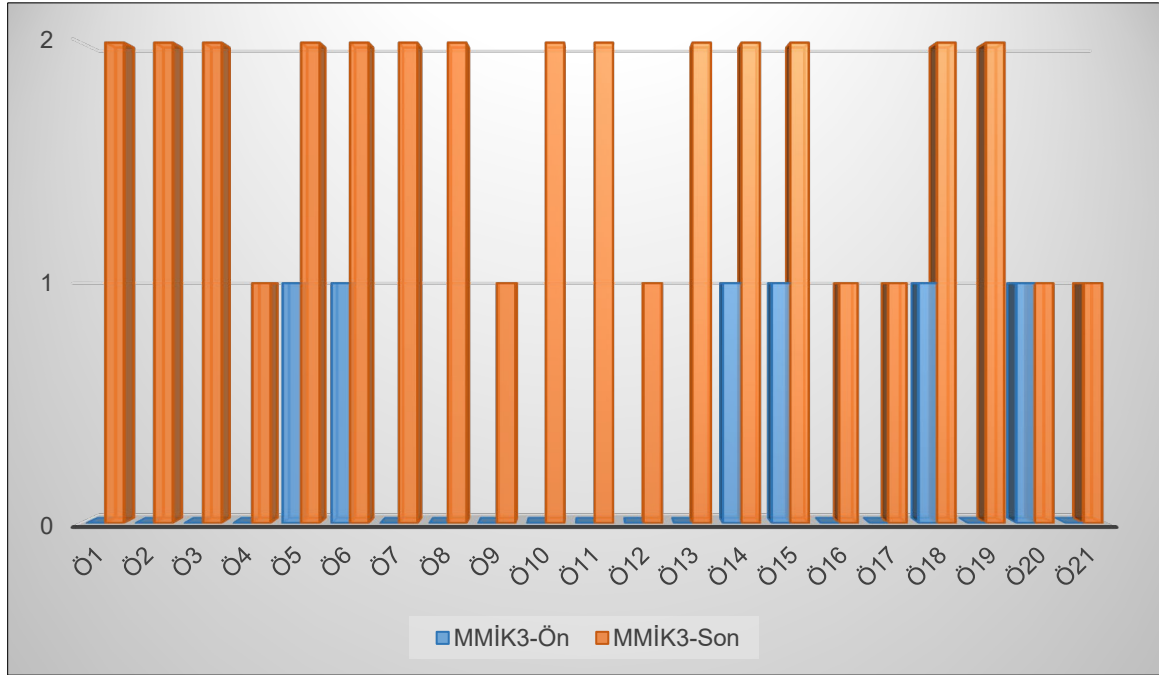
Grafik 26. Öğrencilerin MMİK1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 26 incelendiğinde, öğrencilerin malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin MMİK1 model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde 21 öğrencinin tamamının MMİK1 göstergesi kapsamında bir puan seviyesinde davranış sergiledikleri görülmektedir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde ise; Ö4, Ö9, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MMİK1 göstergesi puanlarında bir artış olmadığı ve bir puan seviyesinde kaldıkları görülmektedir. Bununla birlikte Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin MMİK1 göstergesi puanlarının artış gösterdiği ve bir puandan iki puan seviyesine çıktığı Grafik 26'dan anlaşılmaktadır.



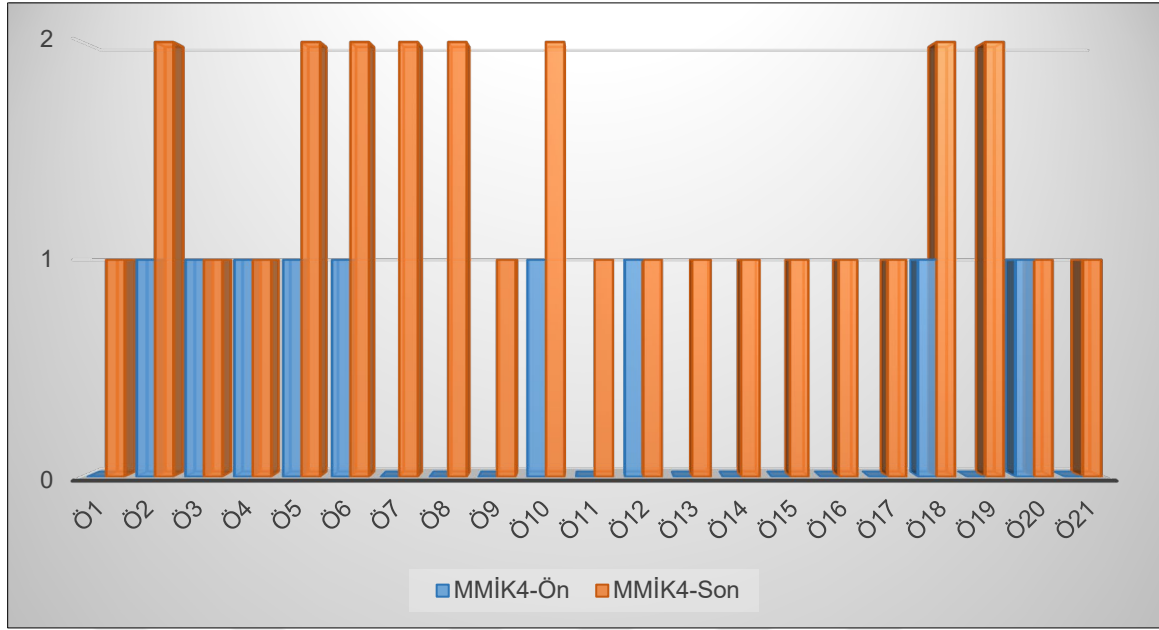
Grafik 27. Öğrencilerin MMİK2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 27 incelendiğinde, öğrencilerin malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin MMİK2 model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarlarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö10 ve Ö18 kodlu öğrencilerin iki puan seviyesinde, diğer öğrencilerin ise bir puan seviyesinde MMİK2 göstergesi kapsamında davranış sergiledikleri görülmektedir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test çalışmalarından elde edilen bulgulara bakıldığında; Ö2, Ö5, Ö6, Ö12 ve Ö19 kodlu öğrencilerin MMİK2 gösterge puanlarında bir artış olduğu, bir puandan iki puan seviyesinde çıktığı Grafik 27'den anlaşılmaktadır. Bununlar birlikte ön test çalışmasında MMİK2 göstergesi kapsamında iki puan seviyesinde davranış sergileyen Ö10 ve Ö18 kodlu öğrencilerin, son test çalışmasında da aynı puan seviyesinde davranış sergiledikleri yine Grafik 27'den görülmektedir. Diğer öğrencilerin ise, MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra MMİK2 gösterge puanlarında bir değişim olmadığı tespit edilmiştir.



Grafik 28. Öğrencilerin MMİK3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 28 incelendiğinde, öğrencilerin malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin MMİK3 model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etme göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarlarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö16, Ö17, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MMİK3 göstergesi kapsamında sıfır puan düzeyinde; Ö5, Ö6, Ö14, Ö15, Ö18 ve Ö20 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde davranış sergiledikleri Grafik 28'den anlaşılmaktadır. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde ise Ö4, Ö9, Ö12, Ö16, Ö17 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MMİK3 göstergesini sıfır puandan bir puan seviyesine; Ö1, Ö2, Ö3, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise sıfır puandan iki puan seviyesine çıkardıkları belirlenmiştir. Bununla birlikte ön test çalışmalarında MMİK3 göstergesini bir puan seviyesinde sergileyen Ö5, Ö6, Ö14, Ö15 ve Ö18 kodlu öğrencilerin ise MMİK3 gösterge puanlarını iki puan seviyesine çıkardıkları Grafik 28'de görülmektedir. Sadece Ö20 kodlu öğrencinin MMİK3 gösterge puanında bir artış olmadığı ve bir puan seviyesinde kaldığı belirlenmiştir.



Grafik 29. Öğrencilerin MMİK4 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 29 incelendiğinde, öğrencilerin malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin MMİK4 belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit etme ve bunların nasıl giderileceğini bilme göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö1, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MMİK4 göstergesi kapsamında sıfır puan düzeyinde; Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö10, Ö18 ve Ö20 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde davranış sergiledikleri belirlenmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test çalışmalarından elde edilen bulgulara bakıldığında ise Ö1, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MMİK4 gösterge puanlarını sıfır puandan bir puan düzeyine; Ö7, Ö8 ve Ö19 kodlu öğrencilerin sıfır puandan iki puan düzeyine; Ö2, Ö5, Ö6, Ö10 ve Ö18 kodlu öğrencilerin ise bir puandan iki puan düzeyine yükselttikleri belirlenmiştir. Grafik 29'a bakıldığında sadece Ö3, Ö4 ve Ö20 kodlu öğrencilerin MMİK4 gösterge puanlarında bir artış olmadığı ve bir puan seviyesinde kaldığı anlaşılmaktadır.

#### 4. 2. 2. 3. Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

Ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesindeki modele ilişkin araştırma yapma becerilerinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 49'da verilmiştir.

Tablo 49. Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisinden Aldıkları Puanlar

Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisi – Ön Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Grafik Yüzdesi
MİAY1	0	18	3	21	%44,68
MİAY2	0	21	0	21	%44,68
MİAY3	16	5	0	5	%10,64

Tablo 49 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için süreçsel becerileri kapsamında modele ilişkin araştırma yapma becerisinden ön test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre modele ilişkin araştırma yapma becerisinin “*modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilme*” MİAY1 göstergesini bir puan düzeyinde 18 öğrencinin, iki puan düzeyinde üç öğrencinin sergilediği, bu karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamında modele ilişkin araştırma yapma becerisinde %44,68 oranında MİAY1 göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir. Yine Tablo 49'a bakıldığında modele ilişkin araştırma yapma becerisinin “*modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilme*” MİAY2 göstergesini bir puan düzeyinde 21 öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır ve iki puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki modele ilişkin araştırma yapma becerisinde %44,68 oranında MİAY2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Tablo 49'a göre modele ilişkin araştırma yapma becerisinin “*modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme*” MİAY3 göstergesini sıfır puan düzeyinde 16 öğrencinin, bir puan düzeyinde beş öğrencinin sergilediği, buna karşın iki puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki modele ilişkin araştırma yapma becerisinde %10,64 oranında MİAY3 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Modelleme için süreçsel becerilerden biri de modele ilişkin araştırma yapma becerisidir. Modele ilişkin araştırma yapma becerisinin MİAY1 göstergesi “*modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilme*”, MİAY2 göstergesi “*modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilme*”, MİAY3 göstergesi “*modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme*” şeklindedir. MİAY1, MİAY2 ve

MİAY3 göstergeleri birbiri ile ilişkili olduğu için öğrencilerin örnekleri üç gösterge ile birlikte verilmiştir. Aşağıda Ö5 ve Ö6 kodlu öğrencilere ait diyaloga yer verilmiştir.

- A : *Evet çocuklar hangi modeli yapmaya karar verdiniz?*  
 Ö6 : *Hücre modeli öğretmenim.*  
 A : *Peki size verdiğim süre boyunca hücre modelini yapmaya nasıl karar verdiniz?*  
 Ö5 : *Öğretmenim önce ders kitaplarına baktım. Sonra internetten araştırdım.*  
 Ö6 : *Öğretmenim ben de ablama sordum. O bana internetten şekil bulup gösterdi.*  
 A : *Peki sonra ne yaptınız?*  
 Ö5 : *Öğretmenim arkadaşşıma dedim ki hadi gel bulduğumuz şeyleri birleştirelim. Daha sonra bir gün buluşup birleştirdik ve nasıl bir model yapacağımıza karar verdik.*

Yukarıdaki diyalogda Ö5 ve Ö6 kodlu öğrencilerin hücre modeli yapmadan önce bu modeli nasıl yapacağına dair yaşadığı süreç, modele yönelik kullandığı kaynaklar ve topladığı verileri nasıl analiz ettiğine yönelik konuşmalar verilmiştir. Bu konuşmalar incelendiğinde, Ö5 kodlu öğrencinin modele yönelik veri topladığı, daha sonra bu verileri birleştirerek analiz etmeye çalıştığı görülmektedir. Bu süreçte Ö5 kodlu öğrenci modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarının farkındadır. Dolayısıyla ön test sürecinde Ö5 kodlu öğrenci MİAY1 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemiştir. Ö6 kodlu öğrenci ise modele yönelik araştırma basamaklarına tam hâkim değildir. Ayrıca her iki öğrenci de veri toplama kaynaklarını internet, kitap ve bir kişi ile sınırlandırıp verileri analiz etme boyutunda sıkıntılar yaşamışlardır. Sonuç olarak ön test sürecinde Ö5 ve Ö6 kodlu öğrenciler MİAY2 ve MİAY3 göstergelerinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Ortaokul öğrencilerinin, MBYBTE'ler uygulandıktan sonraki modele ilişkin araştırma yapma becerisinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 50'de verilmiştir.

Tablo 50. Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisinden Aldıkları Puanlar

Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisi – Son Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Grafik Yüzdesi
MİAY1	0	10	11	21	%35,59
MİAY2	0	14	7	21	%35,59
MİAY3	4	10	7	17	%28,81

Tablo 50 incelendiğın ortaokul öğrencilerinin modelleme için süreçsel becerileri kapsamında modele ilişkin araştırma yapma becerisinden son test modelleme çalışması

sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre modele ilişkin araştırma yapma becerisinin “*modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilme*” MİAY1 göstergesini bir puan düzeyinde 10 öğrencinin, iki puan düzeyinde 11 öğrencinin sergilediği, bu karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamında modele ilişkin araştırma yapma becerisinde %35,59 oranında MİAY1 göstergesini sergiledikleri belirlenmiştir. Yine Tablo 50'ye bakıldığında modele ilişkin araştırma yapma becerisinin “*modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilme*” MİAY2 göstergesini bir puan düzeyinde 14 öğrencinin, iki puan düzeyinde yedi öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki modele ilişkin araştırma yapma becerisinde %35,59 oranında MİAY2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Tablo 50'ye göre modele ilişkin araştırma yapma becerisinin “*modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme*” MİAY3 göstergesini sıfır puan düzeyinde dört öğrencinin, bir puan düzeyinde 10 öğrencinin ve iki puan düzeyinde yedi öğrencinin sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki modele ilişkin araştırma yapma becerisinde %28,81 oranında MİAY3 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Son test sürecinde Ö5 ve Ö6 kodlu öğrenciler MİAY1, MİAY2 ve MİAY3 göstergelerinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Bu öğrencilerin son test sürecinde yapacağı modele karar verme sürecinde araştırmacı ile gerçekleştirdiği diyaloga aşağıda yer verilmiştir.

A : *Evet çocuklar, modelinizi yapmaya nasıl karar verdiniz?*

Ö5 : *Zaten önceden de bu modeli yapmıştık öğretmenim, bu sefer eksiklerimizi düzelterek yapacağız ama.*

Ö6 : *Aynen, öğretmenim.*

A : *Peki, modeli yapmadan önce hangi süreçlerden geçtiniz? Yani modelin taslağını çizmeden önce neler yaptınız?*

Ö6 : *Öğretmenim önce ikimiz de ayrı ayrı modele yönelik araştırma yaptık. Ben anneme ve babama sordum. Daha sonra ders kitabımıza ve internete baktım.*

Ö5 : *Evet öğretmenim. Ben de komşumuz fen bilgisi öğretmeni önce ona sordum. Birlikte şekil çizdik. Daha sonra internetten de baktım.*

A : *Sonra ne yaptınız?*

Ö6 : *Öğretmenim sonra da bulduklarımızı birleştirdik nasıl bir model oluşturacağımıza ve hangi malzemeleri kullanacağımıza karar verdik.*

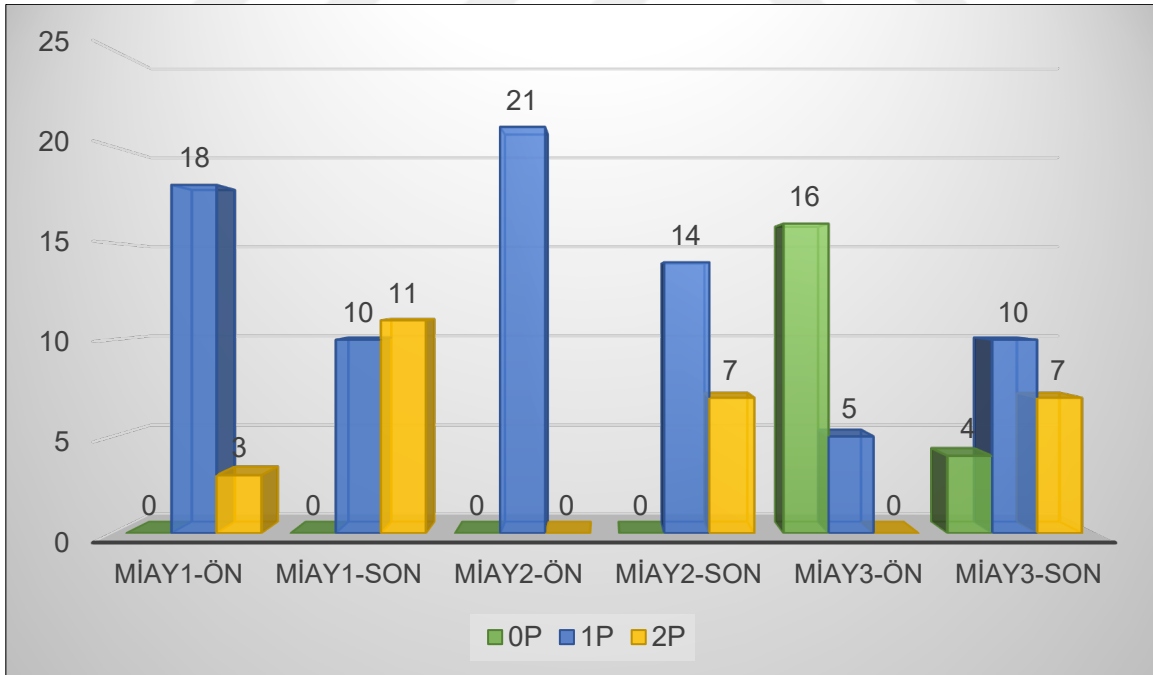
Yukarıdaki diyalog incelendiğinde son test sürecinde öğrencilerin modele yönelik araştırmalarına ilişkin görüşlerine yer verilmiştir. Diyalogda da görüldüğü gibi Ö5 ve Ö6



kodlu öğrenciler son test sürecinde modele ilişkin araştırma yapma sürecine artık daha hakimdir. Araştırmacının bu süreçte aldığı notlar incelendiğinde;

*A : Ö5 ve Ö6 kodlu öğrenciler son test sürecinde ön test sürecinden daha verimli bir şekilde araştırma yapmışlar. Yani bu süreçte öğrenciler, sadece internetten ya da birine sorarak elde edilen bilginin, model oluşturmada yetersiz olduğunun bilincine varmışlardır. Birden fazla kaynaktan veri elde edilmesi gerekliliğinin farkındalar. Bunun dışında Ö5 ve Ö6 kodlu öğrenci modele ilişkin araştırma basamaklarını öğrenmiş.*

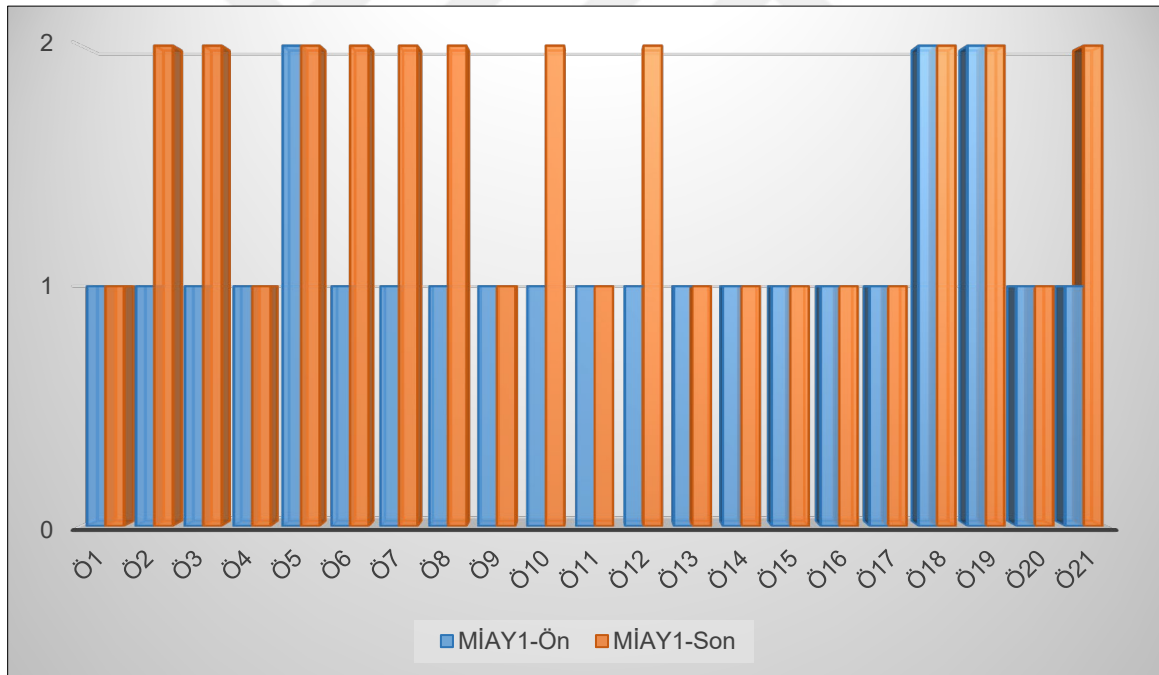
Yukarıdaki alan notuna ve gerçekleştirilen mülakatlara göre hem Ö5 hem de Ö6 kodlu öğrencinin modelleme yapmadan önce modele yönelik kaynak taraması yaptığı, taradığı bu kaynaktan elde ettikleri bilgileri birbiri ile ilişkilendirdiği ve en sonunda veri analizi yaparak bir model taslağına ulaştığı görülmektedir. Her iki öğrenci bu süreçlerden geçerken araştırmanın basamaklarını da kullanmış olur. Dolayısıyla son test sürecinde Ö5 ve Ö6 kodlu öğrenciler MİAY1, MİAY2 ve MİAY3 göstergelerinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.



Grafik 30. Modele ilişkin araştırma yapma becerisinin MİAYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Öğrencilerin modele ilişkin araştırma yapma becerisinin ön test ve son testte kullanımlarına ilişkin verileri Grafik 30'da yer almaktadır. Grafik 30 incelendiğinde, ön testte yer alan 18 öğrencinin MİAY1'i bir puan düzeyinde kullandığı, üç öğrencinin ise bu

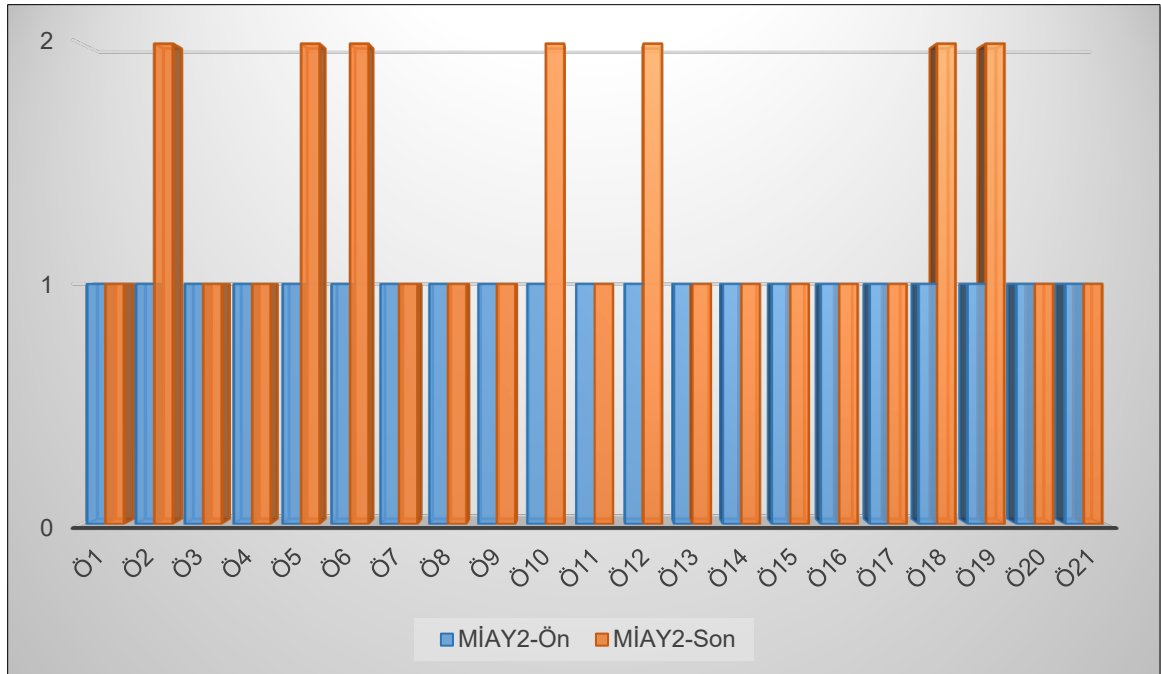
göstergeyi iki puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. MİAY1 göstergesi son test bağlamında incelendiğinde sıfır puan alarak kullanan öğrenciye rastlanmadığı, 10 öğrencinin bir puan alarak kullandığı ve 11 öğrencinin ise iki puan alarak kullandığı gözlenmektedir. Bu durum adayların MBYBTE'leri uygularken MİAY1 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığını göstermektedir. Yine Grafik 30 incelendiğinde ön testte yer alan 21 öğrencinin tamamının MİAY2 göstergesini bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Son test bağlamında MİAY2 göstergesini sıfır puan alarak kullanan öğrenciye rastlanmamıştır. Bunun dışında son test bağlamında 14 öğrenci MİAY2 göstergesini bir puan alarak, yedi öğrenci de iki puan alarak kullanmıştır. Grafik 30 MİAY3 bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 16 öğrencinin bu göstergeyi hiç kullanmadığı, beş öğrencinin ise bu göstergeyi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Buna ek olarak son testte yer alan dört öğrenci MİAY3 göstergesini hiç kullanmamış, 10 öğrenci bu göstergeyi bir puan alacak şekilde kullanmış ve yedi öğrenci de bu göstergeyi iki puan alacak şekilde kullanmıştır.



Grafik 31. Öğrencilerin MİAY1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 31 incelendiğinde, öğrencilerin modele ilişkin araştırma yapma becerisinin MİAY1 *modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilme* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen

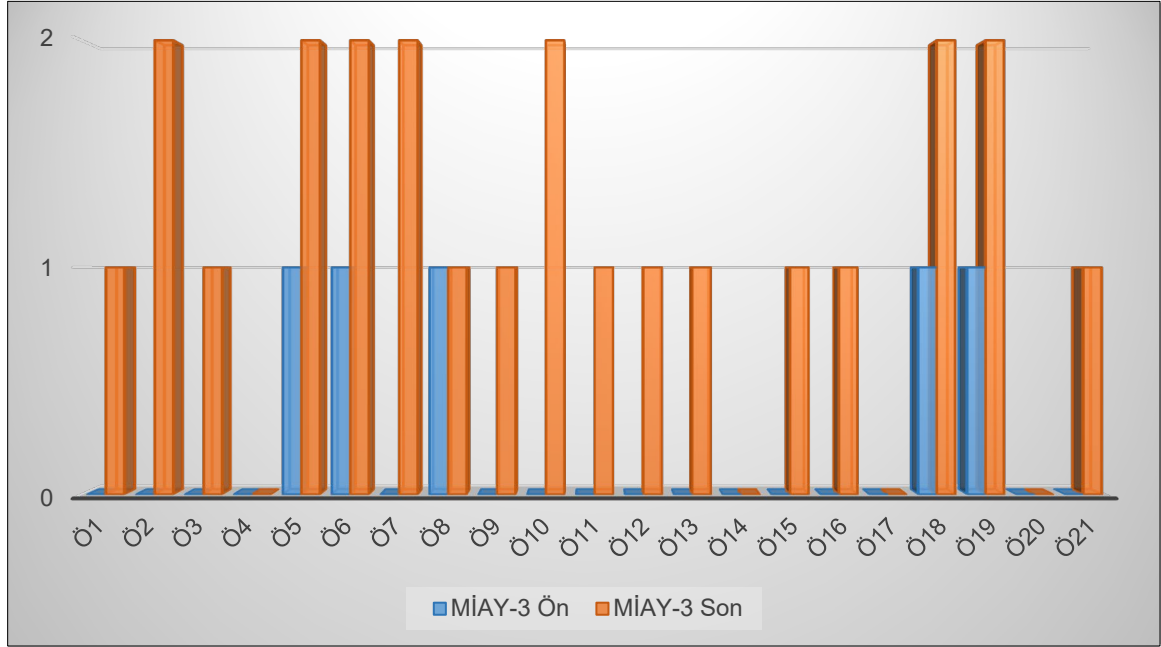
bulgular incelendiğinde Ö5, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin bu gösterge bağlamında iki puan seviyesinde, diğer öğrencilerin tamamının ise bir puan seviyesinde MİAY1 gösterge davranışları sergiledikleri görülmektedir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test çalışmalarından elde edilen bulgulara bakıldığında ise Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MİAY1 gösterge puanlarında artış gösterdikleri, bir puandan iki puan seviyesine çıktıkları Grafik 31'den anlaşılmaktadır. Ön test çalışmalarında bir puan seviyesinde davranış sergileyen Ö1, Ö4, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17 ve Ö20 kodlu öğrenciler ile ön test çalışmalarında iki puan seviyesinde davranış sergileyen Ö5, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin, son test çalışmalarında da aynı puanları aldıkları yine Grafik 31 incelendiğinde görülmektedir.



Grafik 32. Öğrencilerin MİAY2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 32 incelendiğinde, öğrencilerin modele ilişkin araştırma yapma becerisinin MİAY2 *modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilme* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde MİAY2 göstergesi kapsamında öğrencilerin tamamının bir puan seviyesinde davranış sergiledikleri Grafik 32'den görülmektedir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test çalışmalarından elde edilen bulgularda ise Ö2, Ö5, Ö6, Ö10, Ö12, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin MİAY2 gösterge puanlarında artış

olduğu, bir puandan iki puan seviyesine çıktıkları tespit edilmiştir. Diğer öğrencilerin MİAY2 gösterge puanlarının ön teste olduğu gibi son teste de bir puan seviyesinde kaldığı yine Grafik 32'den görülmektedir.



Grafik 33. Öğrencilerin MİAY3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 33 incelendiğinde, öğrencilerin modele ilişkin araştırma yapma becerisinin MİAY3 modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin sıfır puan düzeyinde; Ö5, Ö6, Ö8, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ise bir puan düzeyinde MİAY3 göstergesi kapsamında davranışlar sergiledikleri tespit edilmiştir. MİAY3'ün uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test çalışmalarının analizinden elde edilen bulgulara bakıldığında ise Ö1, Ö3, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MİAY3 gösterge puanlarının sıfır puandan bir puan seviyesine; Ö2, Ö7 ve Ö10 kodlu öğrencilerin sıfır puandan iki puan seviyesine ve Ö5, Ö6, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin de bir puandan iki puan seviyesine çıktıkları anlaşılmaktadır. Grafik 33'e göre Ö4, Ö14 ve Ö20 kodlu öğrencilerin sıfır puan seviyesinde; Ö8 kodlu öğrencinin ise bir puan seviyesinde kalarak bir gelişme göstermedikleri belirlenmiştir.

#### 4. 2. 2. 4. Model Planı Hazırlama Becerisine Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Bulgular

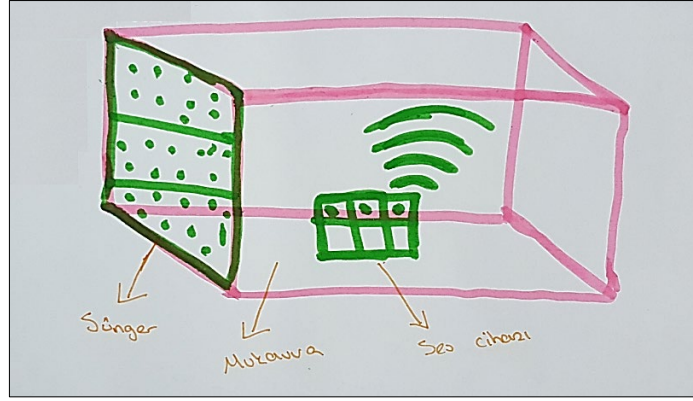
Ortaokul öğrencilerinin MBYBTE'ler öncesindeki model planı hazırlama becerilerinin dereceli puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmesi amacıyla yaptırılan modelleme çalışmasından elde edilen verilerin analizi Tablo 51'de verilmiştir.

Tablo 51. Ortaokul Öğrencilerinin Ön Test Uygulaması Sonucunda Model Planı Hazırlama Becerisinden Aldıkları Puanlar

Model Planı Hazırlama Becerisi – Ön Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Gösterge Yüzdesi
MPH1	0	21	0	21	%52,50
MPH2	13	8	0	8	%20
MPH3	10	11	0	11	%27,50

Tablo 51 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için süreçsel becerileri kapsamındaki model planı hazırlama becerisinden ön test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre model planı hazırlama becerisinin *“yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli şekilde oluşturma”* MPH1 göstergesini öğrencilerin tamamının (21) bir puan düzeyinde sergilediği, buna karşın sıfır ve iki puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki model planı hazırlama becerisinde %52,50 oranında MPH1 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Yine Tablo 51'e bakıldığında model planı hazırlama becerisinin *“yapacağı modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtme”* MPH2 göstergesini sıfır puan düzeyinde 13 öğrencinin, bir puan düzeyinde ise sekiz öğrencinin sergilediği, buna karşın iki puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki model planı hazırlama becerisinde %20 oranında MPH2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Tablo 51'e göre model planı hazırlama becerisinin *“modelleme sürecini organize etme”* MPH3 göstergesini sıfır puan düzeyinde 10 öğrencinin, bir puan düzeyinde 11 öğrencinin sergilediği, buna karşın iki puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergiyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test kapsamındaki model planı hazırlama becerisinde %27,50 oranında MPH3 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Modelleme için süreçsel becerilerden biri de model planı hazırlama becerisidir. Model planı hazırlama becerisinin MPH1 göstergesi *“yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli şekilde oluşturma”*, MPH2 göstergesi *“yapacağı modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanacağını belirleme”* şeklindedir. Aşağıda bu göstergelere ait Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin model örneği yer almaktadır.



Şekil 61. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı ses yalıtımı modelinin taslağı

Şekil 61 incelendiğinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde yaptığı ses yalıtım modelinin taşıdığı görülmektedir. Taslakta öğrenciler yapacağı modeli dikdörtgenler prizması olarak çizmiştir. Prizmanın içerisine ses çıkaran bir müzik aleti yerleştirmişlerdir. Prizmanın kapak kısmına sünger yerleştirmişler. Şekil 61’de öğrencilerin model taslağı ve kullanılacak temel malzemeleri yazdığı görülmektedir. Araştırmacı, bu öğrencilerin modelinde nasıl bir ölçeklendirme yapacağını, hangi malzemeleri nerelerde kullanacağını anlamak için öğrencilerle aşağıdaki görüşmeyi gerçekleştirmiştir.

A : Çocuklar ses yalıtımı modeli yapacaksınız sanırım. Bu modelinizi açıklar mısınız?

Ö7 : İlk önce araştırmalarımızın sonucunda ses yalıtımı için dikdörtgen şeklinde bir kutu çizdik. Sonra ses yalıtımı için hangi malzemeleri kullanacağımızı belirledik.

A : Dikdörtgen şeklindeki kutunuzun boyutunun nasıl olacağına karar verdiniz mi?

Ö8 : Öğretmenim orta boyutta olacak.

A : Peki taslağa göre hangi malzemeleri nerelerde kullanacağınıza karar verdiniz mi?

Ö9 : Öğretmenim kullanacağımız malzemeleri şeklin üzerine yazdık.

A : Peki sizce bu malzemelerde eksiklik var mı? Yani hangi malzemeleri nerelerde kullanacağınızı tam yazdınız mı?

Ö8 : Öğretmenim evet yazmadık. Sanırım ona tam karar veremedik, haklısınız.

Araştırmacının Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerle yukarıdaki görüşmesi incelendiğinde, öğrencilerin yaptıkları modelin ölçülerini yazmadıkları görülmektedir. Yani öğrenciler ölçeklendirme konusunda eksiklikler yapmıştır. Bundan dolayı son test sürecinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler MPH1 göstergesinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Buna ek olarak öğrenciler yapacağı modelin taslağı üzerinde kullanacağı malzemelere sınırlı sayıda yer vermişler, araçlardan ise hiç bahsetmemişlerdir. Dolayısıyla

ön test sürecinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler MPH2 göstergesinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

Model planı hazırlama becerisinin MPH3 göstergesi “*modelleme sürecini organize etme*” şeklindedir. Bazı öğrenciler ön test sürecinde modeline ilişkin planlamaları sistematik ve düzgün bir şekilde yapmadığından modelini yetiştirememiştir ya da istenilen seviyede modelini yetiştirememiştir. Aşağıda ön test sürecinde Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilere ait araştırmacı alan notları verilmiştir.

- A : Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler modellerini dünya, güneş ve ay modeline ait taslak çizimlerinde kullanılacak araçları ve malzemeleri tam olarak listelemediler. Yani modelde kullanılacak malzemelerin planlanmasını iyi yapamadılar.
- A : Planlamayı etkili yapamadıklarından dolayı modellerini verilen sürede yetiştirmede zorlandılar. Dolayısıyla tasarladıkları modeli yaparken de gerekli özeni gösteremediler.

Yukarıda verilen araştırmacı notlarından da görüldüğü gibi Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler ön test sürecindeki güneş, dünya ve ay modelinin planlamasını doğru bir şekilde yapamamışlardır. Bu planlama gerek görev dağılımı gerek zaman planlanması gerekse malzemelerin önceden ayarlanması konusundadır. Dolayısıyla ön test sürecinde Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler MPH3 göstergesinden sıfır puan alacak düzeyde davranış sergilemişlerdir.

Tablo 52. Ortaokul Öğrencilerinin Son Test Uygulaması Sonucunda Model Planı Hazırlama Becerisinden Aldıkları Puanlar

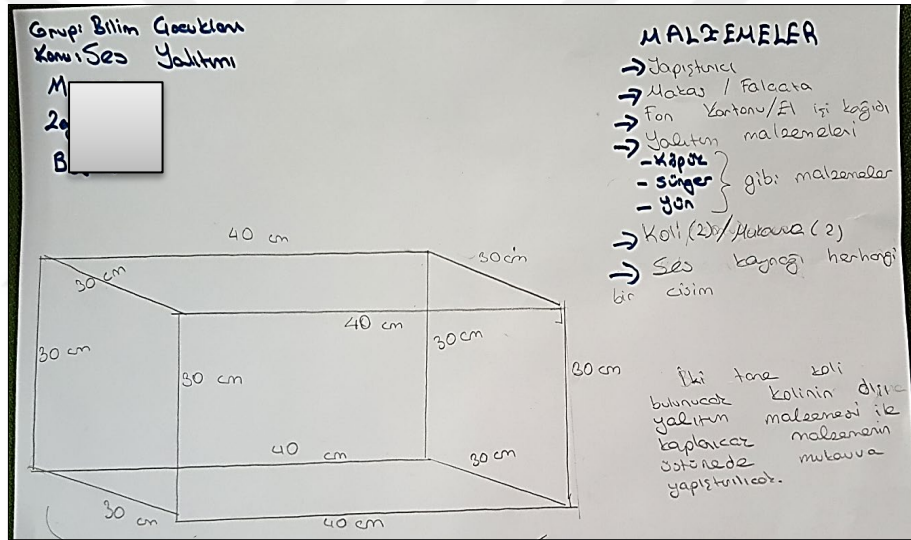
Model Planı Hazırlama Becerisi – Son Test					
Gösterge	0P	1P	2p	Frekans	Gösterge Yüzdesi
MPH1	0	6	15	21	%34,43
MPH2	0	3	18	21	%34,43
MPH3	2	12	7	19	%31,14

Tablo 52 incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin modelleme için süreçsel becerileri kapsamındaki model planı hazırlama becerisinden son test modelleme çalışması sonucunda aldıkları puanlara yer verildiği görülmektedir. Buna göre model planı hazırlama becerisinin “*yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli bir şekilde oluşturma*” MPH1 göstergesini bir puan düzeyinde altı öğrencinin, iki puan düzeyinde 15 öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergeyi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki model planı hazırlama becerisinde %34,43 oranında MPH1 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Yine Tablo 52'ye



bakıldığında model planı hazırlama becerisinin “*yapacağı modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtme*” MPH2 göstergesini bir puan düzeyinde üç öğrencinin, iki puan düzeyinde ise 18 öğrencinin sergilediği, buna karşın sıfır puan düzeyinde hiçbir öğrencinin bu göstergesi sergilemediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki model planı hazırlama becerisinde %34,43 oranında MPH2 göstergesini sergiledikleri görülmektedir. Son olarak Tablo 52’ye göre model planı hazırlama becerisinin “*modelleme sürecini organize etme*” MPH3 göstergesini sıfır puan düzeyinde iki öğrencinin, bir puan düzeyinde 12 öğrencinin, iki puan düzeyinde ise yedi öğrencinin sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin son test kapsamındaki model planı hazırlama becerisinde %31,14 oranında MPH3 göstergesini sergiledikleri görülmektedir.

Son test sürecinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ses yalıtımı modelinin taslağına Şekil 62’de yer verilmiştir.



Şekil 62. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test sürecinde yaptığı ses yalıtımı modelinin taslağı

Şekil 62 incelendiğinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ses yalıtım modeli taslağını oluşturdukları görülmektedir. Bu taslakta öğrenciler dikdörtgenler prizması çizmiş ve bu prizmanın her bir kenarının uzunluğunu belirtmiştir. Bunun dışında modelleme sürecinde kullanacağı malzemeleri şeklin sağ tarafına yazmışlardır. Araştırmacı öğrencilerin bu taslak modelini yaparken yaşadığı süreci daha iyi analiz edebilmek için, Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler ile mülakat yapmıştır. Aşağıda araştırmacı ile öğrenciler arasında geçen diyaloga örnek bir kesit verilmiştir.



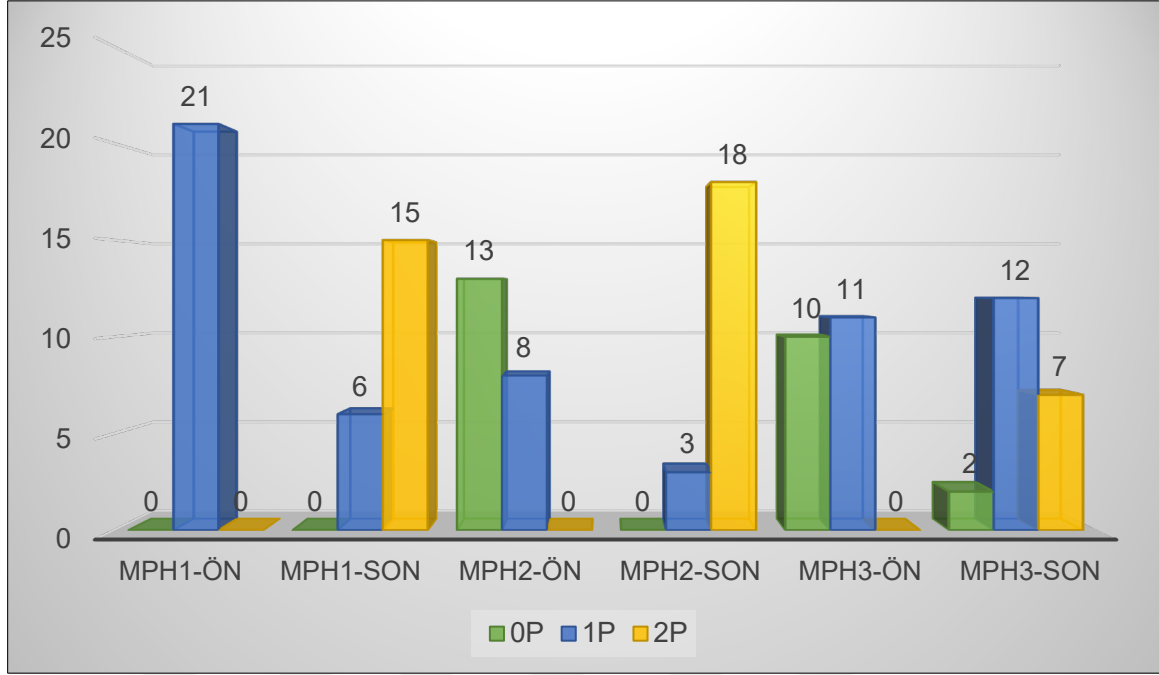
- A : *Çocuklar ses yalıtımı modeli yapacaksınız sanırım. Bu modelinizi açıklar mısınız?*
- Ö7 : *İlk önce araştırmamızın sonucunda ses yalıtımı için dikdörtgen şeklinde kutu çizdik. Sonra ses yalıtımı için hangi malzemeleri kullanacağımızı belirledik.*
- Ö8 : *Öğretmenim ama dikdörtgen şeklindeki kutuyu çizerken kenar uzunluklarına dikkat ettik. Onu ölçekli bir şekilde çizmeye çalıştık.*
- A : *Peki taslağa göre hangi malzemeleri nerelerde kullanacağınıza karar verdiniz mi?*
- Ö9 : *Öğretmenim yanına kullanacağımız malzemeleri yazdık.*

Yukarıda verilen görüşme örneği ve Şekil 62 incelendiğinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin model taslağını oluşturduğu ve bu taslakta kullanılacak malzemelerin ifade edildiği görülmektedir. Buna ek olarak Şekil 62'de de görüldüğü gibi öğrenciler yapacakları modelin boyutlarını da ölçeklendirmişlerdir. Dolayısıyla son test sürecinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler MPH1 ve MPH2 göstergelerinden iki puan seviyesinde davranış sergilemişlerdir.

Son test sürecinde Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin performanslarına bakıldığında, Ö2 kodlu öğrencinin MPH3 göstergesinde iki puan alacak düzeyde, diğer öğrencilerin ise bir puan alacak düzeyde performans sergiledikleri gözlenmiştir. Aşağıda araştırmacının bu öğrencilerin performanslarına ilişkin notları yer almaktadır.

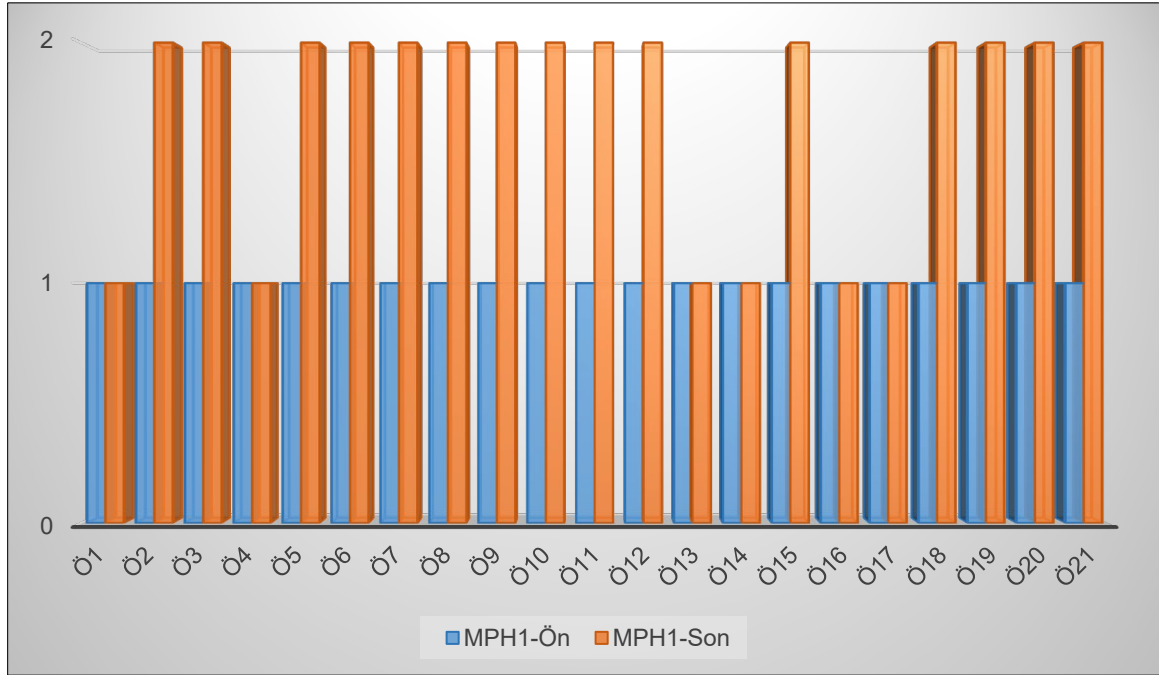
- A : *Ö2 kodlu öğrenci taslak model çizildikten sonra arkadaşlarına modelde kullanılacak malzemelerin listesinin de yapılması gerektiğini önermiştir. Buna ek olarak Ö2 kodlu öğrenci modelleme sürecinde kimin hangi aşamalarda çalışacağına dair arkadaşlarına yönergelerde bulunmuştur.*
- A : *Diğer öğrenciler Ö2 kodlu arkadaşının dediklerini yapmışlardır. Ayrıca ek olarak modelleme sürecinde görev paylaşımına katkıda bulunmuşlardır.*

Yukarıdaki araştırmacı alan notu incelendiğinde son test sürecinde modelleme sürecini organize etmede en başarılı Ö2 kodlu öğrencinin olduğu görülmektedir. Bu süreçte öğrenciler hem modellemede kullanılacak malzemeleri organize etmede, hem de görev dağılımı yapmada başarılı olmuşlardır. Dolayısıyla son test sürecinde Ö2 kodlu öğrenci MPH3 göstergesinden iki puan alacak düzeyde başarı sergilerken, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler ise birer puan alacak düzeyde başarı sergilemişlerdir.



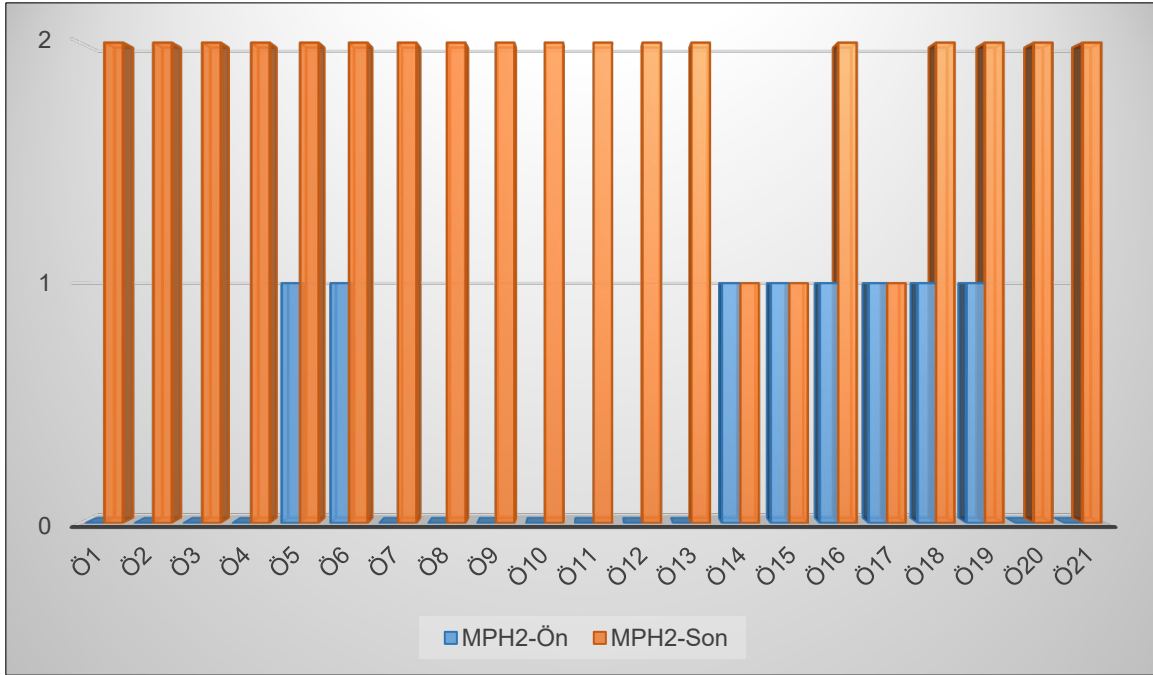
Grafik 34. Model planı hazırlama becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 34'te model planı hazırlama becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları verilmiştir. Grafik 34 incelendiğinde, ön testte yer alan 21 öğrencinin tamamının MPH1 göstergesini bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. MPH1 göstergesi son test bağlamında incelendiğinde sıfır puan alarak kullanan öğrenciye rastlanmadığı, altı öğrencinin bir puan alarak kullandığı ve 15 öğrencinin ise iki puan alarak kullandığı gözlenmektedir. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygularken MPH1 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığını göstermektedir. Yine Grafik 34'de görüldüğü gibi ön testte yer alan 13 öğrenci MPH2 göstergesini hiç kullanmamıştır. Buna ek olarak sekiz öğrenci de MPH2 göstergesini bir puan alacak şekilde kullanmıştır. Son test bağlamında üç öğrenci MPH2 göstergesini bir puan alarak, 18 öğrenci de iki puan alarak kullanmıştır. Grafik 34 MPH3 bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 10 öğrencinin bu göstergeyi hiç kullanmadığı, 11 öğrencinin ise bu göstergeyi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Buna ek olarak son testte yer alan iki öğrenci MPH3 göstergesini kullanmamış, 12 öğrenci bu göstergeyi bir puan alacak şekilde kullanmış ve yedi öğrenci de bu göstergeyi iki puan alacak şekilde kullanmıştır. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygularken MPH3 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığını göstermektedir.



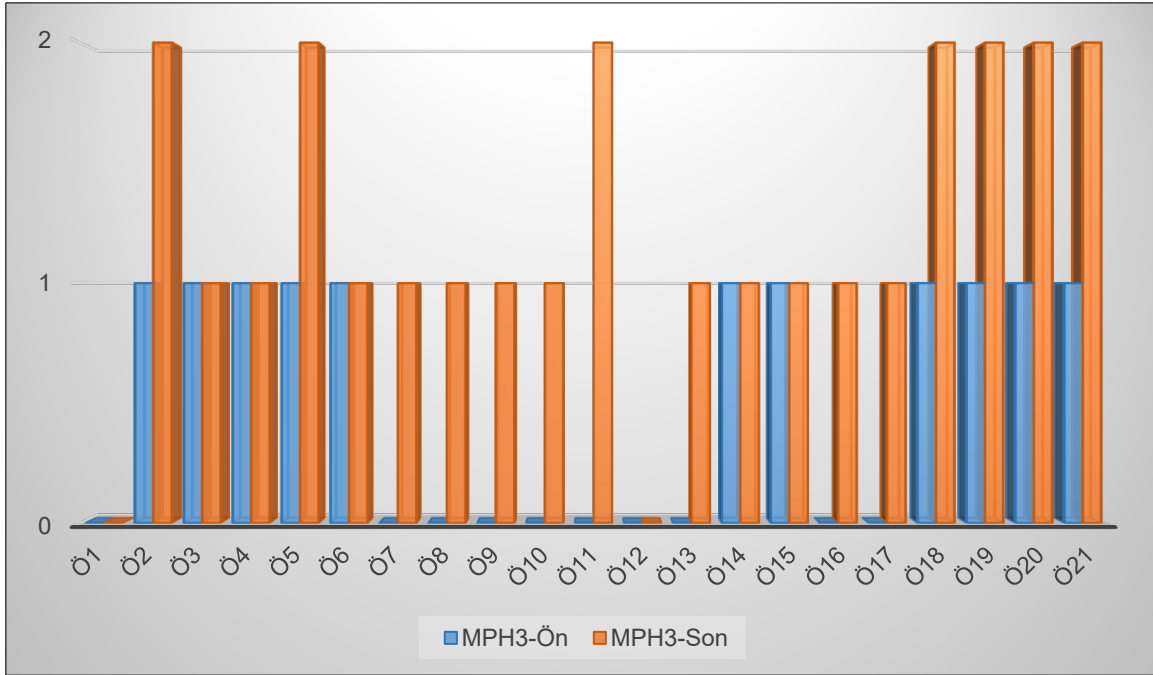
Grafik 35. Öğrencilerin MPH1 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 35 incelendiğinde, öğrencilerin model planı hazırlama becerisinin MPH1 *yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli şekilde oluşturma* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde 21 öğrencinin tamamının MPH1 göstergesi kapsamında bir puan düzeyinde davranış sergilediği belirlenmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test çalışmasından elde edilen bulgulara göre Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö15, Ö18, Ö19, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin MPH1 gösterge puanlarında artış olduğu, bu öğrencilerin puanlarının bir puandan iki puan seviyesine yükseldiği tespit edilmiştir. Grafik 35'e bakıldığında Ö1, Ö4, Ö13, Ö14, Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin ise son test çalışmalarında da ön test çalışmalarındakiyle aynı, bir puan seviyesinde MPH1 göstergesi kapsamında davranış sergiledikleri anlaşılmaktadır.



Grafik 36. Öğrencilerin MPH2 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 36 incelendiğinde, öğrencilerin model planı hazırlama becerisinin MPH2 *yapacağı modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtme* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö5, Ö6, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin MPH2 göstergesi kapsamında bir puan; Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ise sıfır puan seviyesinde davranış sergiledikleri belirlenmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen son test çalışmalarından elde edilen bulgulara göre Ö14, Ö15 ve Ö17 kodlu öğrencilerin MPH2 gösterge puanlarında artış olmadığı, yine bir puan seviyesinde davranış sergiledikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte Ö5, Ö6, Ö16, Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin MPH2 gösterge puanlarını bir puandan iki puan seviyesine; Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ise sıfır puandan iki puan seviyesine çıkardıkları Grafik 36'dan görülmektedir.



Grafik 37. Öğrencilerin MPH3 göstergesi kapsamında ön test ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar

Grafik 37 incelendiğinde, öğrencilerin model planı hazırlama becerisinin MPH3 *modelleme sürecini organize etme* göstergesi kapsamında ön test ve son test modelleme çalışmalarının dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu aldıkları puanlar verilmiştir. Ön test çalışmalarından elde edilen bulgular incelendiğinde Ö1, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin MPH3 göstergesi çerçevesinde sıfır puan; Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö14, Ö15, Ö18, Ö19, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ise bir puan seviyesinde davranış sergilediği belirlenmiştir. MBYBTE'lerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen modelleme çalışmalarından elde edilen bulgularda ise Ö1 ve Ö12 kodlu öğrencilerin MPH3 gösterge puanlarında bir artış olmadığı ve sıfır puan düzeyinde kaldıkları görülmektedir. Grafik 37'ye göre MPH3 göstergesinde artış göstermeyen diğer öğrencilerin ise Ö3, Ö4, Ö6, Ö14 ve Ö15 olduğu, bu öğrencilerin bir puan seviyesinde kaldıkları anlaşılmaktadır. Son olarak yine Grafik 37'ye bakıldığında, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin sıfırdan bir puan seviyesine; Ö11 kodlu öğrencinin sıfırdan iki puan seviyesine ve Ö2, Ö5, Ö18, Ö19, Ö20 ve Ö21 kodlu öğrencilerin ise birden iki puan seviyesine MPH3 gösterge puanlarını yükselttikleri görülmektedir.

## **5. TARTIŞMA**

Araştırmanın bu kısmında ortaokul öğrencilerinin sahip olduğu modelleme becerilerinin belirlenmesi, belirlenen becerilere yönelik geliştirilen bilgisayar tabanlı etkinliklerin uygulanması sonucu öğrencilerin modelleme yapma süreçlerindeki değişim, çalışmada yürütülen süreçler kapsamında tartışılmıştır. Bu kapsamda tartışma iki boyutta şekillenmiştir. Birinci boyut, ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri öncesinde belirlenen modelleme becerilerine yönelik tartışmadır. İkinci boyut ise ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri öncesinde sahip olmaları gereken becerilerine yönelik hazırlanan bilgisayar tabanlı etkinliklerin uygulanması sonucunda öğrencilerin bu becerilerinde nasıl değişimler olduğuna yönelik tartışmadır.

### **5. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi Sürecine Yönelik Tartışma**

Modelleme becerilerinin belirlenmesi için, bir dönem boyunca 57 ortaokul öğrencisi ile “Seçmeli Bilim Uygulamaları” dersi kapsamında modelleme çalışmaları yürütülmüştür. Öğrencilerin yaptığı her bir model üç hafta olmak üzere toplam altı haftalık bir süreçte, öğrencilerin modelleme süreçleri incelenmiştir. Her hafta öğrenciler ile modelleri hakkında mülakat, gözlem ve araştırmacı alan notları ile veriler kaydedilmiştir. Kaydedilen veriler analiz edildikten sonra, öğrencilerin modelleme becerileri; zihinsel beceriler ve süreçsel beceriler olarak ikiye ayrılmıştır. Aşağıda bu başlıklara göre modelleme becerilerinin belirlenmesi sürecine ait tartışma yer almaktadır.

#### **5. 1. 1. Modelleme İçin Zihinsel Becerilerin Belirlenmesi Sürecine Yönelik Tartışma**

Bulgular bölümünde belirlenen ve modelleme için zihinsel beceriler olarak adlandırılan uzamsal algılama, uzamsal rotasyon, uzamsal görselleştirme, orijinal fikir üretme, analogik akıl yürütme ve yapısal ilişki eşleştirme becerilerine ilişkin tartışmaya aşağıda yer verilmiştir.

Öğrenciler altı haftalık süreç boyunca grup halinde iki farklı model oluşturmuşlardır. Her bir modelin oluşturulma süreci ise üç haftadır. Bu süreçte öğrencilerin yaptığı modellerden, modeli oluşturma sürecindeki davranışlarından, araştırmacının alan notlarından, öğrencilerle her hafta yapılan mülakatlardan ve ilgili literatürden yararlanarak modellemeye yönelik beceriler oluşturulmuştur. İlk üç haftada yapılan modeller incelendiğinde, öğrencilerin önce model taslağı oluşturdukları daha sonra taslağı modele yani üç boyutlu cisme dönüştürdükleri görülmektedir. Bu süreçte bazı öğrenci grupları, iki

boyutlu taslak çizimini üç boyuta geçirmekte zorlanmıştır. Örneğin sindirim sistemi için taslak model çizen grup, taslağını üç boyuta geçirirken oyun hamuru kullanmıştır. Kullandığı oyun hamurunu ise düz bir mukavva kağıdında çizgilerin üzerinden geçerek modelini oluşturmuştur. Aslında oluşturulan bu model öğrenciler tarafından üç boyutlu gibi algılansa da taslağın aynısının farklı bir materyal aracılığıyla aynı düzlem üzerine yerleştirilmesidir. Dolayısıyla araştırmacı alan notları ve öğrencilerin bu davranışları, söz konusu grubun aslında çizilen taslak modeli üç boyuta dönüştürmede sıkıntılar yaşadığını göstermektedir. Buna binaen farklı gruplarda yine sindirim sistemi model taslağı yapılmış ve taslağı üç boyuta geçirmede zorluk yaşanmamıştır. Araştırmacı, öğrencilerin yaptığı bu modelleri, modelleme sürecindeki davranışlarını, kendi notlarını ve literatür taramasını da kullanarak bu beceriyi uzamsal beceri olarak adlandırmıştır. Çünkü uzamsal becerileri Lohman (1993) fen ve matematik eğitiminde oldukça önemli bir beceri olduğunu ekleyerek, iyi yapılandırılmış görselleri zihinde kurabilme, dönüştürebilme ve hatırlayabilme becerisi olarak tanımlamıştır. Lohman'ın (1993) yürütmüş olduğu Uzamsal Beceriler ve G başlıklı doktora tezindeki tanımdan yola çıkarak öğrencilerin yaptığı modeller tekrar incelenmiş ve aslında yukarıda sindirim sistemi modellemesinde bahsedilen öğrenci davranışlarının “cisimleri çizime dönüştürme” ve “çizimleri modele dönüştürme” olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin modelleme sürecinin başında yer alan taslak oluşturma sürecinde, gözlemlerinden ve deneyimlerinden hareketle bir model çizimi yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Bununla birlikte uygulamalara katılan öğrencilerde bu taslak oluşturma sürecinin kısmen başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Gözlemlerden ve deneyimlerden yola çıkarak bu çizimlerin istenilen düzeyde olmamasının sebebinin öğrencilerin üç boyutlu cisimleri perspektif bağlamında yorumlayamadıklarından kaynaklandığı söylenebilir. Benzer bir durum çizilen taslakların modelleme sürecine aktarımında da geçerlidir. Yani öğrenciler hazırlamış oldukları taslakları modelleme sürecine aktarırken zorlanmışlardır. İki boyutlu bir çizimden üç boyutlu bir nesne oluşturma sürecinde öğrencilerin zihinsel yorumlama yapmada zorlandıkları söylenebilir. Bu durumun öğrencilerin soyut işlemler döneminin başında olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü bu dönemde bireyler değişken belirleme, hayal kurma, soyut kavramları algılayabilme, uzamsal düşünebilme gibi bazı beceriler kazanmaktadırlar (Çepni, 2007). Bu bağlamda gözlenen davranış uzamsal beceriler başlığı altında uzamsal görselleştirme becerisi olarak isimlendirilmiştir. Yani uzamsal görselleştirme becerisi “iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürür” davranışını yansıtan UG1 ve “üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere indirger” davranışını yansıtan UG2 göstergelerle isimlendirilmiştir. İlgili literatürde de bu çalışmadakine benzer ve farklı sınıflandırmalara rastlanmaktadır (French, 1951'den akt., Carroll 1993; Kimura, 1999; Linn ve Petersen,

1985; Yıldız, 2009; Yolcu, 2008). Linn ve Petersen (1985), uzamsal becerileri uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve zihinsel çevirme olmak üzere üç kategoride incelemiştir. Benzer şekilde Kimura (1999) ise yaptığı deneysel çalışmalardan yola çıkarak uzamsal beceriyi altı boyutta sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırma; uzamsal yönelim, uzamsal yer belleği, hedefleme, uzamsal görselleştirme, nesnelere ayırt etme ve uzamsal algı becerileri şeklindedir. Kimura (1999) tarafından yapılan bu sınıflandırmada uzamsal görselleştirme becerisi, nesnenin dinamik ile statik görünüşleri arasındaki ilişkiyi tahmin edebilmesi olarak tanımlanmıştır. Bunun yanında Kimura (1999) uzamsal görselleştirme becerisini, üç boyutlu bir objenin iki boyutlu halini canlandırabilmek olarak ifade etmiştir. Kimura (1999) tarafından ifade edilen uzamsal görselleştirme becerisi bu araştırmadaki uygulamalar sonucunda modelleme becerisinin bir alt boyutu olarak sınıflandırılan UG1 ve UG2 göstergelerini destekler niteliktedir.

Öğrencilerin yaptığı modeller incelendiğinde, farklı davranışlar sergilendiği görülmektedir. Örneğin yemek tuzu (NaCl) modelini yaparken, bir grubun karton üzerinde NaCl molekülünü oyun hamuru ve pipetlerle tutturarak yaptığı görülmektedir. Araştırmacı, öğrencilerin bu modeli yaparken zaman zaman hareket içerisinde olduğunu gözlemlemiştir. Yani öğrenciler modeli yaparken farklı açılardan bakarak denge sağlamaya çalışmıştır. Araştırmacı alan notlarında bu durumu "*Gençlik grubu öğrencileri modeli, basit bir model. Ama öğrenciler bunu ciddiye alarak yaptılar. Modeli oluştururken taslaktaki gibi düzgün bir şey olsun diye, yerleştirdikleri her parçadan sonra etrafında dolaşarak bakıyorlar. Bunu yanlış yaptıkları yerleri görmek için yapıyorlar. Geometrik bir cisim olduğu için, farklı açılardan bakarak değişiklik olup olmadığını anlamaya çalışıyorlar*" şeklinde not almıştır. Bu notta da görüldüğü gibi öğrenciler modelini yaparken, modeli sabit bir nesne olarak kabul etmiş ve sürekli farklı noktalardan incelemiştir. Bu şekilde de zihinsel süreçte oluşan geometrik değişimler arasında ilişki kurmaya çalışmışlardır. Yani modelleme sürecinde araştırmacının öğrencilerde gözlemlediği davranış "*Cisim etrafında hareket ederek gözleme*" şeklindedir. Araştırmacı farklı öğrenci gruplarını dolaşarak aynı davranışın olup olmadığını gözlemlemiştir. Bir öğrenci grubunun oksijen, flor ve lityum atom modellemesinde, çekirdekle elektronları aynı büyüklükte yaptıkları, bununla birlikte atom çekirdeğinde yer alan tanecikler olan proton ve nötronları belirtmeden sadece tek bir oyun hamuruyla çekirdeği modellediklerini gören araştırmacı, öğrencilerin oluşturdukları modelin etrafında hareket ederek farklı noktalardan modele bakmasını istemiştir. Ancak öğrencilerin farklı noktalardan baktıktan sonra araştırmacıya "*Öğretmenim, bizim model düz. Yani neresinden bakarsam bakayım bir şey değişmiyor ki*" şeklinde verilen cevap, aslında bu öğrenci grubunun modeli cisim etrafında hareket ederek gözlemlenmede zorluk çektiğini göstermektedir. İlgili literatürü, öğrenci gruplarının bu davranışlarını ve mülakat ile alan



notlarını da göz önünde bulundurarak, modelleme yaparken gözlenen bu davranış, uzamsal algılama olarak isimlendirilmiştir. Buradaki uzamsal algılamanın anlamı sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurar şeklindedir. Kimura (1996) uzamsal algılamayı, farklı modellerde yatay ve dikey yönleri belirleyebilme becerisi olarak tanımlamaktadır. Linn ve Petersen (1985) ise uzamsal algılama becerisini, kişinin kendi bedeninin hareketine göre etrafındaki nesnelere ile uzamsal ilişkiler kurabilmesi şeklinde ifade etmiştir. Aslında Linn ve Petersen (1985) ile Kimura (1996) tarafından uzamsal algıya yönelik yapılan bu tanımların ortak yönünün nesnelere farklı bakış açısı ile bakarak, özellikleri arasında bir ilişki kurulmasıdır. Öğrencilerin bu bakış açılarını sergileme davranışının nispeten düşük sıklıkta olmasının gözleme dayalı becerileriyle ilişkilendirilebilir. Bilimsel süreç becerilerinden biri olan gözlem yapma ve bu gözlemleri analiz etme noktasında öğrencilerin, bilimsel bir yöntem olan modelleme sürecinde de bu davranışı etkili bir şekilde göstermeleri beklenmektedir. Bu gözlemlenme süreciyle birlikte oranlı düşünme becerisinin de uzamsal algılama becerisi üzerinde etkili olduğu ifade edilebilir. Çünkü öğrenciler oranlı düşünme becerisi ile değişkenler arası çeşitli ilişkiler kurarak bu ilişkileri birbiriyle karşılaştırmaktadır. Uzamsal algılama becerisinde de nesne etrafında gözlem gerçekleştiren bireylerin, bu gözlemleri neticesinde belirlediği değişkenler arasındaki ilişkileri kurması gerekmektedir.

Araştırmacı, bazı öğrenci gruplarının modellerini oluştururken sistematik bir şekilde hem taslaklarını hem de modellerini hareket ettirdiklerini görmüştür. Hatta bu durumun sebebini anlamak için araştırmacı bir öğrenci grubuna yaptıkları oksijen modelini neden sürekli çevirdiğini sormuştur. Öğrencilerden *“Bizim modelimiz üç boyutlu öğretmenim. Böyle bir modelde sürekli kontrol etmek lazım. Küçük olduğu için de çevirerek bakıyoruz. Çünkü çevirince farklı yönlerini görüyoruz. Ayrıca böyle üç boyutlu modellere farklı yerlerden bakmamız lazım. Bu şekilde hem hata ya da eğri bir şey var mı ona bakarız, hem de etrafından nasıl görüldüğünü bakarak anlarız”* şeklinde cevaplar alınmıştır. Farklı öğrenci gruplarında da benzer hareketleri gören araştırmacı, gözlemlediği bu davranışı *“cismi hareket ettirerek gözlemlenme”* olarak alan notlarına kaydetmiştir. Bunun dışında bu araştırma sürecinde öğrencilerin, modellerini hareket ettirerek oluşacak geometrik değişimleri tahmin etme süreciyle birlikte, oluşturmuş oldukları iki boyutlu çizimlere ilişkin de zihinsel işlemler gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Yani öğrenciler, modelleme sürecinin başında taslaklar ya da sonraki basamaklarda bu taslaklara ekleme-çıkarma gibi işlemler yapmıştır. Öğrencilerin bu bağlamda iki boyutlu çizimleri zihinlerinde farklı açılarda dönüştürmeye ve bunu da modelleme sürecinde kullanmaya çalıştıkları belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından gözlenen bu davranışlar ise *“cismi zihninde canlandırarak farklı açılardan düşünme ile çizimi zihinde canlandırarak farklı açılardan düşünme”* şeklinde not

alınmıştır. Araştırmacı ilgili literatür, öğrencilerin modelleme süreçlerinde gözlemediği davranışlar, öğrencilerle yapılan mülakatlar ve alan notlarını göz önünde bulundurarak, bu beceriyi uzamsal rotasyon olarak isimlendirmiştir. Uzamsal rotasyonun göstergesini ise UR1: *Nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin eder*, UR2: *İki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı açılara dönüşüm yapar*, UR3: *Üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlerde dönüşüm yapar* şeklinde belirlemiştir. Literatüre bakıldığında Linn ve Petersen (1985) bu davranışı zihinsel çevirme olarak adlandırmış ve bu becerinin göstergesini ise iki veya üç boyutlu nesnelere farklı açılardan döndürülmesi ve zihinde canlandırabilmesi olarak ifade etmiştir. Bu ifade ile araştırmacı tarafından gözlemlenen davranışlar arasında ilişki kurulduğunda, uygulamalara katılan öğrencilerin uzamsal algılama becerisinde olduğu gibi, uzamsal rotasyon becerisine ait davranışlarında da gözleme dayalı düşünme süreçlerini harekete geçirmeye çalıştıkları söylenebilir. Öğrenciler model oluşturma sürecinde modellerinin üç boyutlu yapısını gözlemleyerek oranlı düşünme süreciyle, geometrik bir perspektif oluşturma sürecini zihinlerinde hayal etmeye çalışmışlardır. Bu düşünme davranışlarını gerçekleştiren öğrencilerin modellerine daha etkin bir bakış açısı sergiledikleri söylenebilir. Bununla birlikte uzamsal becerilerin genel bir değerlendirilmesi yapıldığında öğrencilerin bu bağlamda arzu edilen düzeyde olmadığı düşünülmektedir. Çocukluk çağında (3-5 yaş) kazanılan iki boyutla ilgili olan topolojik beceriler ile ergenlik döneminde kazanılan ve nesnelere görselleştirme, nesnelere farklı açılardan bakma ve döndürme ile ilgili olan projektif becerilerin bireylerde yeterli düzeyde gelişmemiş olması, öğrencilerin modelleme sürecinde araştırma kapsamında belirlenen uzamsal beceri göstergelerini sergilemede zorluk yaşamalarına sebep olduğu söylenebilir.

Araştırmacı alan notlarına bakıldığında model oluşturma sürecinde pek çok öğrencinin modellerini kitapta yer alan modellere benzer şekillerde yaptığı görülmektedir. Örneğin solunum sistemi taslak modeline bakıldığında, öğrenciler sıklıkla karşılaşılan balon, pipetler ve şişe ile solunum modelini oluşturmuştur. Balonlar akciğerin temsili olup hava girdikçe şişecek, hava azaldıkça da sönecektir. Bu durumda öğrencilerin, kendi zihinsel üretimlerinin sonucu olan bir model tasarlayamadıkları ve modelleme sürecinin ilk aşaması olan taslak oluşturma basamağında alışlagelmiş modeller tasarladıkları belirlenmiştir. Benzer şekilde başka öğrenci grubu da atom modelinin tasarımını yaparken internetten gördükleri model üzerinde ilerlemişlerdir. Yani yaptıkları model taslaklarına çok fazla orijinallik katamamışlardır. Bazı öğrenci grupları da bu durumun aksine yaptığı taslak modellere kendilerinden bir şeyler katarak yorumlamışlardır. Yani bir kitap ya da internet üzerinden gördükleri model örneklerinin birebir aynısını yapmamışlardır. Sonuç olarak araştırmacı gözlemlenen bu davranışları *“modele hazırlık sürecinde alışlagelmiş modeller dışında bir taslak oluşturma, model taslağında malzeme seçiminde kırtasiye malzemeleri*

*dışında farklı malzemeleri tercih etme, modelini, benzer modellerden farklı bir biçimde yorumlayarak oluşturma ve modelini yaptığı kaynak nesnenin bir parçasını, benzer modellerden farklı bir biçimde yorumlayarak oluşturma*” şeklinde ifade etmiştir. Gözlenen bu davranışlara bakıldığında yapılan model taslakları ve modeller için yaratıcılığın ön planda olduğu görülmektedir. Yaratıcılığın ön planda olduğu bu beceri orijinallik olarak isimlendirilmiştir. İlgili literatürde daha çok yaratıcılık becerisi olarak ifade edilen bu kavramın özünü; merak, üretme kapasitesi, cesaret, yenilik, farklılık, kalıpları yıkma, özgünlük, çok yönlülük, esneklik gibi kavramlar oluşturmaktadır (Sayan, 2018). Sayan (2018) tarafından ifade edilen bu özellikler, bu araştırmada yaratıcılık bağlamında gözlemlenen davranışları destekler niteliktedir. Bu araştırmada orijinal fikir üretme becerisi olarak tanımlanan modelleme becerisinin ise dört temel göstergesi oluşturulmuştur. Bu göstergeler; *OFÜ1: Modeli için rutin olmayan bir taslak çizme, OFÜ2: Modeli için rutin olmayan malzemelere yer verme, OFÜ3: Modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma, OFÜ4: Kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma* şeklindedir. Bu göstergeler incelendiğinde aslında orijinal fikir üretme becerisi ile yaratıcı düşünme sürecinin iç içe olduğu görülmektedir. Arslan ve Doğru (2014) modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırd tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi isimli bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmasında Arslan ve Doğru (2014) öğrencilerin yaratıcılık düzeyleri ile modellemeye dayalı öğretim yöntemi arasında olumlu bir ilişki bulmuştur. Arslan ve Doğru'nun (2014) elde ettiği bu sonuç, bu araştırmada yer alan orijinal fikir üretme becerisinin de modelleme süreci ile ilgili olduğunun bir göstergesi olarak düşünülebilir. Çünkü modelleme sürecinde öğrencilerden beklenen, oluşturulacak modelin kendi zihinsel üretimlerinin bir sonucu olan bir ürün olmasıdır. Yani öğrencilerin modelleme sürecinde, kaynak nesneden yansıtmaya çalışacakları özelliğin (fiziksel görünüm, çalışma mekanizması vb.) özgün bir şekilde ortaya konulabilmesi için, hayal gücü ve yaratıcı düşünmeyle birlikte kendileri tarafından tasarlanması gerekmektedir. Araştırmanın birinci basamağında öğrencilerin özgün modeller ortaya koyamamasındaki başlıca nedenin, öğrencilerin bu davranışlarındaki eksikliklerden kaynaklandığı söylenebilir. Bu durumun ortaya çıkmasında öğrencilerin ders kitaplarındaki ya da internetteki hazır model örneklerine yönelmeleri olduğu düşünülmektedir. Bunlara ek olarak öğrencilerin araştırma süreçlerini doğru bir şekilde takip edememeleri, araştırma sonucunda elde ettikleri verileri yorumlama ve bunlardan bir sonuç çıkarmayla birlikte sentetik düşünme biçimleri ortaya koyamamalarından kaynaklandığı da söylenebilir.

Araştırmada bazı öğrenciler modelleme sürecinde yaptıkları modellerde geçmişteki deneyimleri ile ilişki kurmuşlardır. Yani geçmişte öğrendiği bilgileri, kavramları ya da bir olayı

modeline aktarmıştır. Örneğin magnezyum atomu modelini yapan bir grup öğrenci, modelinde katmanların sınırlarını göstermek için oyun hamurlarını kullanmıştır. Bu şekilde elektronların oyun hamurları arasındaki yerlerde hareket ettiğini belirten gruba araştırmacı bunun nereden akıllarına geldiğini sorduğunda öğrenciden *“Benim bir oyuncağım vardı öğretmenim. İçinde yolların olduğu bir araba yarışı oyuncağı. Orada böyle yollar vardı. Biz model için araştırma yapınca, elektronların da kendine ait yolları olduğunu gördük. Ben de bunun gibi olsun diye elektronlara yol gibi katmanlar yaptım”* cevabı alınmıştır. Aslında öğrencinin bu şekildeki cevabı karşılaşılan bir problemin çözümüne yönelik, önceki deneyimleri ile benzerlik kurarak yapılandırma davranışıdır. Öğrenciler bu süreçte analogilerden yararlanmışlardır. Yani geçmişteki deneyimlerini modele aktararak model ile deneyimler arasında benzerlik kurmuşlardır. Dolayısıyla bu modelleme sürecinde öğrencilerde gözlenen davranışlar araştırmacı alan notlarında *“Modelini oluştururken veya oluşturduktan sonra, modeliyle daha önce oluşturduğu ya da gözlemediği modeller arasında benzerlik kurma, oluşturduğu modeli yeni durumlara test etme, modelini çeşitli durumlarda test ettikten sonra düzenleme ve yapılandırma”* şeklindedir. Yapılan uygulamalar, klinik mülakatlar sonucunda araştırmacı alan notlarında gözlemlenen bu davranışlar ise analogik akıl yürütme becerisi olarak isimlendirilmiştir. Analogik akıl yürütme becerisi kapsamında belirlenen davranışların yapılandırmacı öğretim kuramının öğeleriyle de ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yapılandırmacı öğretim kuramında öğrencilerin daha önce öğrendikleri ve zihinlerinde var olan bilgi yapılarının harekete geçirilmesi ve bu bilgi yapıları ile yeni öğrenecek bilgilerin ilişkilendirilmesi süreçleri yer almaktadır (Çepni, 2007). Yani öğrencilerin geçmiş deneyimleriyle yeni öğrenecekleri bilgiler arasında bir ilişki kurmaları beklenmektedir. Bu bağlamda araştırma kapsamında belirlenen analogik akıl yürütme göstergeleri, yapılandırmacı kuram çerçevesinde değerlendirildiğinde öğrencilerin model oluşturma sürecinde yapılandırmacı bir süreç içerisinde davranış sergilemelerine katkı sağladığı ifade edilebilir. Bununla birlikte analogik akıl yürütme becerisi ilgili literatürde, birbirine benzemeyen ancak analogi yoluyla bazı benzerliklere sahip olduğu ortaya konan iki şey arasındaki karşılaştırma olarak ifade edilmektedir (Higgins, 1994; Mauzy ve Harrimann, 2003). Yani analogi de bir problemi çözmek için biri problemden biri de bağlantısız bir alandan oluşan ve bağlantılı olmayan iki şeye bakılır. Bu çalışmada da yer alan benzerlik, öğrencilerin geçmişteki yaşantıları ve gelecekteki uyarlamaları ile şu an oluşturdukları modeller arasındadır. Yani literatürde geçen analogik akıl yürütme becerisi bu araştırmadaki geçen davranışlarla örtüşmektedir (Higgins, 1994; Mauzy ve Harriman, 2003; Michalko, 2006; Özdemir, 2017). Bu çalışmada yer alan analogik akıl yürütme becerisinin göstergeleri ise *“AAY1: Bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırma (Yakın transfer), AAY2: Bir problemin çözümüne*

*yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sınırlar ve model üzerinde uyarlama yapma (Uzak transfer)” şeklindedir.*

Öğrenciler modellerini yaparken gerek taslak çizimlerde gerekse model yapma sürecinde, kullandıkları malzemeler ile modelde yer alan parçalar arasında bir ilişki arama yoluna gitmişlerdir. Yani model ya da modelin kısımları ile kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkiler bularak bu ilişkileri sistematik olarak eşleştirmişlerdir. Araştırmacı modelleme sürecinde bir grup öğrenciye ait şu açıklamalarda bulunmuştur *“Altıncı sınıf dördüncü grup modellerinde, nesnenin görselliğini değil de çalışma sistemini de göstermeye çalışıyor. Solunum sistemi modelinde bu durum var. Akciğerlerin şişme mekanizmasını gösteren bir model bu. Akciğer-balon ikisi de şişen şeyler. Çalışma mekanizmaları ilişkilendirilmiş. Benzer şekilde pet şişe-göğüs kafesi ilişkisi kuruyorlar. Akciğerleri koruma görevini şişeye atfediyorlar. Hem özellikleri belirlediler hem de çalışma şekillerini modellerine yansıtıyorlar”*. Bu alan notu incelendiğinde, öğrencilerin akciğerleri balonlar ile, pet şişeyi de göğüs kafesi ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bu ilişkilendirmeyi yaparken de hem balonun özellikleri hem de akciğerin görevleri dikkate alınmıştır. Öğrencilerde modelleme sürecinde gözlenen bu beceriye yapısal ilişki eşleştirme becerisi adı verilmiştir. Öğrencilerin modelleme sürecinde gerçekleştirdiği davranışlar incelendiğinde modelini yapacakları kaynak nesnenin (sistemin) davranışına ilişkin bir zihinsel çıkarım yapmaya çalıştıkları görülmektedir. İlk olarak kaynak nesnede belirledikleri yapı ile bu yapıya benzettikleri model parçasını belirlemiş, daha sonra bunlar arasında kuracağı ilişkiyi ifade etmeye çalışmışlardır. Bu noktada öğrencilerin modellerinde kurdukları ilişkileri de gerekçelendirmeye çalıştıkları görülmektedir. Gerekçenin olmadığı bir ilişki yapısının, istenilen şekilde doğru kurulamayacağı düşünüldüğünde, öğrencilerin zihinsel süreçlerinde bu davranışları gerçekleştirmeleri beklenen bir durumdur. Özdemir (2017) yapısal ilişki eşleştirmesini, birbirine benzemeyen sistemler arasındaki ilişkileri benzer işlemler kullanarak açıklama olarak ifade etmiştir. Aslında Özdemir’in (2017) burada ifade ettiği şey, Gentner ve Gentner (1983) tarafından daha önceden de belirtildiği gibi, öğretilmek istenen hedef kavramdan yola çıkarak bir model oluşturmadır ve bu model oluşturma sürecine de yapısal ilişki eşleştirmesi denir. Bu araştırmada da öğrencilerde gözlenen *“Oluşturulan model ile bu modelin oluşturulduğu obje arasında bir ilişki kurabileceği özellikleri tespit etme ve model ile bu modelin oluşturulduğu obje arasında, sistemsel ilişki kurma”* davranışları ilgili literatürdeki yapısal eşleştirme becerisi kavramını destekler niteliktedir. Bu bağlamda araştırmada geçen yapısal ilişki eşleştirme becerisinin göstergeleri YİE1: Model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri kurabileceği yapılar belirleme ve YİE2: Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne

ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeleri belirleme şeklinde ifade edilmiştir.

### 5. 1. 2. Modelleme İçin Süreçsel Becerilerin Belirlenmesi Sürecine Yönelik Tartışma

Bulgular bölümünde belirlenen ve modelleme için süreçsel beceriler olarak adlandırılan malzeme-araç ilişkisi kurma, malzeme-model ilişkisi kurma, modele ilişkin araştırma yapma ve model planı hazırlama becerilerine ilişkin tartışmaya aşağıda yer verilmiştir.

Öğrencilerin altı haftalık modelleme sürecinde davranışları incelenmiş, her hafta mülakatlar yürütülmüş ve araştırmacı alan notları alınmıştır. Bu kapsamda ortaokul öğrencilerinin modelleme yaparken süreç içerisindeki becerileri ayrı olarak incelenmiştir. Sürece başlarken öğrencilerden ilk önce bir haftalık süre zarfında hangi modeli yapacaklarını araştırmaları ve araştırmalar sonucunda bu modele karar vermeleri istenmiştir. Karar verdikten sonra model taslağını çizen öğrenciler bir yandan da hangi malzemeleri ve araçları kullanacaklarına karar vermişlerdir. Süreçte yapılan gözlemler sonucunda öğrencilerin malzeme olarak genellikle falçata, makas, uhu ve bant seçtikleri gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin öğrencilerin fen bilimleri dersiyle ve diğer okul derslerinde yaptıkları modellerde sürekli bu malzemeleri kullanmalarından kaynaklandığı söylenebilir. Öğrenciler bu malzemeleri seçmelerine rağmen bazı yerlerde malzemelerin nasıl kullanacağını bilmedikleri, bildikleri malzemelerin de hangi araçlar için kullanılması gerektiğine karar verme aşamasında zorluk çektikleri gözlemlenmiştir. Örneğin araştırmacı alan notunda *“Kesme ve biçme işlemlerinde, araç seçiminde doğru karar veremeyenler var. Makasla mukavva kesiyor, malzeme zarar görüyor. Bunu fark edebiliyor, kısmen de sorunun üstesinden gelebiliyor gerekli araç varsa. Grup maket bıçağıyla kesmesi gereken köpüğü makasla kesmeye çalışıyor. Malzeme parçalandı ve çöpe atıldılar. Yenisini alıp yine makasla daha düzgün kesmeye çalıştılar ama yine de çok iyi olmadı”* şeklinde verilere rastlanmıştır. İlgili literatürde model oluşturma sürecinin başlangıç aşamasında benzer zorlukların olduğu belirtilmiştir (Blum ve Leiß, 2007; Sol, Gimenez ve Rosich, 2011; Şahin ve Eraslan, 2016). Bu araştırmada da öğrenciler genel olarak malzeme ile araç arasındaki ilişkiyi ve farkı kavramada zorluk çekmişlerdir. Yine öğrencilerin belirlediği malzeme için hangi aracı kullanması gerektiğini de tam olarak bilemediği görülmektedir. Ortaokul derslerine bakıldığında bu tür bilgilerin öğrencilere aktarılabilmesi temel dersin Görsel Sanatlar olduğu ve bu dersinde haftalık bir saat verildiği görülmektedir. Her ne kadar ders, öğretim programı içerisinde çeşitli araç ve malzemelere ilişkin kazanımlar yer alsada öğrencilerin bu kazanımlar çerçevesinde davranışlar sergileyemediği söylenebilir. Çünkü

öğrencilerin ilgili ders kapsamında daha çok resim çizme etkinlikleri yürüttükleri belirtilmektedir. Ayvaci ve diğerleri (2016) tarafından yürütülen öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modellerin, modelleme süreci içerisinde incelenmesi isimli çalışmada, öğrencilerin modelleme yaparken hangi malzemeleri seçeceği konusunda, görüntüsü güzel ve ilginç olan malzemelerin tercih edilmesi sonucuna ulaşılmıştır. Ayvaci ve diğerleri (2016) tarafından elde edilen bu sonuç, öğrencilerin malzeme seçiminde zorluk yaşamaları bağlamında yürütülen araştırma ile benzerlik göstermektedir. Bunun dışında bazı öğrenciler modellerine ait malzemeleri keserken kullandığı araçlar ile ilgili de zorluk yaşamıştır. Örneğin ses yalıtımı modeli için süngeri başlangıçta makasla kesmeye çalışan öğrenci grubu, düzgün bir kesme işlemi gerçekleştirememiştir. Bunun üstesinden gelmek için de arkadaşlarının önerileri doğrultusunda falçata kullanmaya karar vermişlerdir. Bu durumda öğrencilerde gözlemlenen davranış *“model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma”* şeklindedir. Schmitd ve Wrisberg (2004) modelleme sürecinde öğrencilerin araçları kolay ya da zor bir şekilde kullanmasını psikomotor beceriler ile ilişkilendirmiştir. Psikomotor becerilerin geliştirilmesi için, bu becerileri geliştirecek etkinliklerin devamlı bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Fakat eğitim sisteminin yapısı gereği öğrencilerin daha çok bilişsel gelişimi ön planda olduğundan, bu tarz etkinliklerin devamlı bir şekilde uygulanması sekteye uğramaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin psikomotor beceri gelişimlerinin yeterli düzeye gelmesinin önünde bir engel olarak bu durum ifade edilebilir. Bunun dışında bu çalışmada öğrencilerin bir kısmı ise hangi malzemeyi hangi modeli oluştururken kullanacağı hakkında fikir sahibidir. Araştırmacı öğrencilerde gözlemlendiği bu beceriyi malzeme-araç ilişkisi kurma becerisi olarak tanımlamıştır. Tanımlanan bu beceriye ait modelleme sürecinde gözlemlenen davranışlar ise *“Modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları tanıma, modele uygun malzemeler için makas, cetvel, falçata gibi araçları kullanmayı bilme ve model kapsamında kullanacağı malzemeler ile bu modele uygun kullandığı makas, cetvel ve falçata gibi araçların oluşturduğu sorunları bulma ve bu sorunların üstesinden gelme”* şeklindedir. Bu bağlamda araştırmacı alan notları, öğrencilerin davranışları ve öğrencilerle yapılan mülakatlar sonucunda malzeme-araç ilişkisi kurma becerisine ait göstergeler ise *MMİK1: Model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma, MMİK2: Model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma, MMİK3: Model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etme, MMİK4: Belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit eder ve bunların nasıl giderileceğini bilme* şeklinde ifade edilmiştir.

Araştırmada öğrenciler modellerini yapmadan önce taslak çizimleri ve kullanılacak malzemeleri belirlemişlerdir. Model yapma aşamasında ise öğrenciler hangi malzemeleri ne

şekilde kullanacaklarını, modelin kısımlarının özelliklerine göre karar vermişlerdir. Örneğin araştırmacı bir gruba seçtikleri malzemeleri nasıl kullanacaklarına ne şekilde karar verdiklerine dair soru yönelttiği öğrencilerden *“Aslında dikkat ettiğimiz şey taslak çizdik ya onun gibi olmasıydı. Orada renkli toprak gibi şeyler vardı. İlk toprak denedim ben ama pipetleri tutturması zor. Yani düzgün olmuyordu. Sonra oyun hamuruna karar verdik. Oyun hamuru kolay şekil alıyor. Hem de boyamadan istediğimiz rengi kendisinden var. Pipetleri de tutturması kolay. O yüzden daha iyi oldu böyle”* şeklinde bir cevap almıştır. Bu cevaptan görüldüğü üzere öğrenciler aslında oyun hamurunun hem yumuşaklık avantajı hem de kendi rengi olmasının boyama ihtiyacını ortadan kaldırılmasından dolayı seçmiştir. Dolayısıyla öğrenciler bu aşamada model için seçtikleri malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurmuşlardır. Ayvacı ve diğerleri de (2016) öğrencilerde modellemeye yönelik çalışmada benzer şekilde öğrencilerin modeller üzerinde kullanacağı malzemeleri özelliklerine göre seçtiklerini ifade etmiştir. Ayvacı ve diğerleri (2016) öğrencilerin seçtiği malzemelerin özelliklerinin dikkat çekicilik için oyun hamuru ve boncukların seçimi, yapıları birbirinden ayırt edebilmek için jöle, malzeme farklılığı için de kabak, boncuk ve peçete kullanılacağını ifade etmiştir. Bu çalışmada modelleme sürecinde öğrencilerin modeller ile malzemeler arasındaki ilişkide yaşanan sorunları ortadan kaldırabildiği gözlemlenmiştir. Bu duruma ek olarak öğrenciler seçtiği malzemelerin, her yerden bulunabilmesine ve ekonomik olmasına dikkat etmiştir. Model oluşturma sürecinin önemli özelliklerinden birinin de seçilen modellerin ekonomik olması gerekliliği düşünüldüğünde, öğrencilerin bu beceriye sahip olmasının da önemi oldukça büyüktür (Svaboda ve Passmore, 2013; Van Driel ve Verloop, 1999). Sonuç olarak bu çalışmada öğrencilerin modelleme sürecinde yukarıda sayılan göstergelerin hepsi, malzeme-model ilişkisi kurma becerisi olarak adlandırmıştır. Bu beceriye ait öğrencilerde gözlenen davranışlar *“Seçilen malzemelerin kullanılacak modelin sertlik, sağlamlık gibi fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma, model için seçilen malzemeler ile modelin nasıl çalışacağını açıklama, model oluşturmak için ucuz ve her yerden kolayca ulaşılabilir malzeme temin etme, belirlenen malzemelerin model ile ilişkisini kurarken yaşanan sorunları tespit ederek üstesinden gelme”* şeklindedir. Malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin göstergeleri *“MMİK1: Model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma, MMİK2: Model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma, MMİK3: Model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etme, MMİK4: Belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit eder ve bunların nasıl giderileceğini bilme”* şeklindedir.

Öğrencilerden modellerini yapmadan önce bir hafta boyunca hangi konuda ne modeli yapacağına karar vermeleri istenmiştir. Bu bir haftalık süreç içerisinde öğrencilerden



beklenen davranış modele ilişkin nasıl araştırma yapacağını bilmesi, hangi kaynaklardan yararlanacağına karar vermesi ve topladığı verileri analiz etmesi şeklindedir. Bu bağlamda araştırmacının alan notlarında “*Öğrencilerin model için tercih ettiği kaynaklar ders kitapları ve internet. İnternette bakanların, genelde yapacakları modelin yapılmış görselini getirmiş. Sonuçlar kaynaklarda kısıtlı kaldıklarını gösteriyor*” şeklinde gözlemlere rastlanmıştır. Bu gözlemlerden de görüldüğü üzere öğrenciler modele yönelik araştırmalarını genelde bir ya da iki kaynakla yapmışlardır. Bu bağlamda öğrencilerin modelleme sürecine yönelik gözlemlenen davranışları “*Model için gerçekleştireceği araştırmanın sürecini bilme, araştırma kapsamında kitaplar, ilgili literatür tarama, videolar izleme gibi hangi kaynaklardan yararlanacağını bilme ve model için topladığı dokümanları değerlendirerek sonuç çıkarma*” şeklindedir. Bu gözlenen davranışlara ait modelleme becerisine araştırma sonucunda modele ilişkin araştırma yapma becerisi adı verilmiştir. Bu araştırmada, öğrenciler modellerine yönelik tercih ettikleri kaynaklar, internet, kitaplar, aile bireylerine sorma ve ilgili videolar izleme şeklindedir. Ayrıca modelleme sürecinin ilk aşamasında model ile ilgili veriler toplanmıştır (Barnea ve Dori, 2000; Maia ve Justi, 2009; Mendonça ve Justi, 2011; Schauble vd., 1991; Schwarz ve White, 2005). Dolayısıyla modele ilişkin araştırma yapma becerisinin model oluşturma sürecinde yeri ve önemi oldukça büyüktür. Araştırmanın sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda modele ilişkin araştırma yapma becerisine ait göstergeler oluşturulmuştur. Söz konusu göstergeler, *MİAY1: Modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilme, MİAY2: Modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilme ve MİAY3: Modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme* şeklindedir.

## 5. 2. MBYBTE’lerin Uygulanmasına Yönelik Tartışma

Bir dönem boyunca MBYBTE’ler oluşturulduktan sonra araştırmanın ikinci probleminin cevabı olan MBYBTE’lerin uygulanması sonucunda öğrencilerin modelleme becerilerindeki değişim analiz edilmiştir. MBYBTE’ler bir dönem boyunca 21 yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Öncelikle MBYBTE’lerin ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin üzerinde nasıl bir rol oynadığını ortaya koymak için, etkinlikler uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonraki değişimine nicel analizler ile bakılmıştır. Analizler sonucunda ise uygulanan MBYBTE’lerin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin modelleme becerileri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İlgili literatürde de modellemeye dayalı öğretimin ya da modelleme etkinlikleri uygulanarak öğrencilerin modelleme sürecinde kullandığı becerileri ve akademik başarılarını artırdığına dair çalışmalara rastlanmaktadır (Baek, 2013; Bambarger ve Davis, 2013; Batı, 2014; Düşkün, 2011; Erduran, 1999;

Harrison, 2000; Kertil, 2008; Ünal Çoban, 2009; Valanides ve Angeli, 2008; Wells vd., 1995; Yurt, 2011).

Literatürde yer alan araştırmalardan biri olan Bambarger ve Davis (2013) model tabanlı öğretim sonucunda öğrencilerin modellemeye yönelik performanslarını içerik bilgisine nasıl aktardıklarını belirlemeye çalışmıştır. Araştırmasının sonucunda Bambarger ve Davis (2013) model tabanlı öğretimin öğrencilerin içerik bilgisini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Frederiksen ve Gutwill (1999) öğrencilerin bilgisayar simülasyonları ile desteklenmiş modelleme öğretiminin, öğrencilerin bilgi düzeylerine etkisini ölçmüştür. Çalışmanın sonucunda Frederiksen ve Gutwill (1999), öğrenme etkinlikleriyle birlikte bilgisayar simülasyonları ile desteklenen modelleme öğretiminin öğrencilerin bilgi düzeylerini artırdığını ve öğrencilerde anlamlı öğrenme gerçekleştirdiğini ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilerde gerçekleşen anlamlı öğrenmenin de onların problem çözme becerilerini geliştirdiğini vurgulamıştır. Coll vd., (2005) ise modeller ve analogilerin fen eğitimindeki rollerini belirlemeye yönelik çalışmada, bilimin doğasını anlayabilmenin fen eğitimi içinde olan model ve analogi kullanımı ile sağlanabileceği ifade edilmektedir. Bununla birlikte bilimsel modeller ve modelleme sürecinin anlaşılmasının öğrencilerin üst bilişsel farkındalıklarının gelişimine katkı sağlayacağı ifade edilmiştir. Bu çalışmada da MBYBTE'ler uygulandıktan sonra öğrencilerin modelleme becerilerinde nicel anlamda bir gelişim görülse de bazı modelleme becerilerinde çok büyük farklılıklar görülmemiştir. Bu bağlamda aşağıda bu değişim, modelleme için zihinsel becerilere ve modelleme için süreçsel becerilere yönelik olarak ayrı ayrı irdelenmiş ve tartışılmıştır.

### **5. 2. 1. Modelleme için Zihinsel Becerilere Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Tartışma**

Ortaokul öğrencilerinin başlangıçta sahip olduğu modelleme becerilerini değerlendirme ve geliştirilen etkinliklerin bu becerilere etkisini belirlemek amacıyla üç haftalık ön test süreci, dört haftalık MBYBTE'lerin uygulama süreci ve üç haftalık son test süreci yürütülmüştür. Bu kapsamda zihinsel becerilere yönelik ön test ve son test süreci arasındaki değişim ve bu değişimin sebepleri aşağıda tartışılmıştır. Söz konusu zihinsel beceriler, uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama, uzamsal rotasyon, orijinal fikir üretme, analogik akıl yürütme ve yapısal ilişki eşleştirme şeklindedir.

Modelleme sürecinde, ön test ve son test verilerinden elde edilen sonuçlar uzamsal beceriler adı altında, UG1: İki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürme, UG2: Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere indirgeme, UA: Sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurma, UR1: Nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin etme, UR2: İki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı

açılara dönüşüm yapma, UR3: Üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlerde dönüşüm yapma göstergeleri bağlamında tartışılmıştır.

Araştırmanın ikinci basamağında gerçekleştirilen modelleme süreçleri uzamsal beceriler (uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve uzamsal rotasyon) kapsamında incelendiğine öğrencilerin genel olarak son test sürecinde ön test sürecinden daha yüksek puan aldıkları görülmektedir (Bkz. Tablo 36 ve Tablo 37). Bu sonuçlara bakıldığında öğrencilerin genel olarak son test sürecinde uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve uzamsal rotasyon becerilerinden iki puan alacak şekilde davranış sergiledikleri görülmektedir. Yani öğrenciler son test sürecinde söz konusu becerilere daha hâkim bir şekilde model çalışmalarını yürütmüşlerdir. Örneğin bir grup öğrenci güneş sistemi modelini ön test sürecinde yaparken taslağı ve modeli arasında bir uyumsuzluk olduğu görülmektedir. Yani öğrenciler taslağında bir zemin üzerinde Güneş, Ay ve sekiz gezegeni çubuklar yardımıyla tutturmayı planladıkları ve gezegenleri sırasıyla çizmeyi planladıkları görülmektedir. Ancak öğrencilerin yaptıkları modele bakıldığında, taslaktaki gibi bir sıra gözetmeksizin dağınık bir şekilde gök cisimlerini yerleştirdikleri, gezegenleri çubuklar üzerinde oluşturmayı planladıkları, fakat modelleme aşamasında bunu gerçekleştirmedikleri görülmektedir. Öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları bu modelleme süreci uzamsal görselleştirme becerisi kapsamında değerlendirildiğinde, öğrencilerin iki boyutlu çizimlerini üç boyutlu nesnelere dönüştürmede bazı eksikliklerinin olduğu fark edilmiştir. Son test sürecine gelindiğinde ise aynı öğrenci grubu taslak çiziminde gezegenlerin aynı hizada bir iple asılı duracağına ve gezegenlerin büyüklüklerine dikkat etmişlerdir. Öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları bu modelleme süreci uzamsal görselleştirme becerisi kapsamında değerlendirildiğinde, öğrencilerin iki boyutlu çizimlerini üç boyutlu nesnelere dönüştürmede bir gelişme gösterdikleri, modellerini amaçladıkları gibi üç boyutlu bir şekilde oluşturdukları görülmektedir. Başlangıçta öğrenciler modelleme ortamında da iki boyutlu şekilleri, üç boyuta çevirmede zorlanmışlardır. Bunun sebebi, öğrencilerin şimdiye kadar öğrendiği bilişsel ve teorik bilgilerin uygulamaya aktarılmasının da iki boyutta kalması sonucunda ortaya çıktığı şeklinde düşünülebilir. Yani öğrencilere gezegenlerin birbirine uzaklıkları anlatılıp kâğıt kalem etkinlikleri ders ortamında kullanıyor ve sınavda da benzer şekilde öğrencilerin bu uzaklıklara göre gezegenleri çizmesi isteniyor olabilir. Bu süreçte de üç boyutlu modelleme yapamayan ya da yapmasına fırsat verilemeyen öğrenciler, iki boyutta rahatlıkla yaptıkları çizimlerin nasıl üç boyuta aktarılacağını bilememesi beklenen bir durum olarak düşünülebilir. Bu araştırma kapsamında öğrencilerle yürütülen bilgisayar tabanlı etkinlikler ve modelleme etkinlikleri ile onlara hem modelleme sürecinin yaşatılması fırsatı verilmiş hem de taslak olarak yaptıkları çizimlerin üç boyuta nasıl aktarılacağına dair bilgilendirmeler yapılmıştır. Örneğin ses

yalıtım modelini taslak olarak çizen öğrenci grubuna söz konusu modeli üç boyuta aktarırken hangi özelliklere dikkat etmesi gerektiğine dair vurgulamalar yapılmıştır. Bu vurgulamalar da onların uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişimine katkı sağlamıştır. Yani öğrencilerin geneli UG1 ve UG2 göstergelerini son test sürecinde daha etkili bir şekilde kullanmışlardır denilebilir. Bu durumun sebepleri irdelendiğinde ise, öğrencilerin MBYBTE'lerin bilgisayar destekli olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yani MBYBTE'lerde uzamsal becerilere yönelik etkinliklerde öğrencilerin iki boyuttaki modelleri üç boyuta aktarmada dikkat etmesi gereken önemli noktalar ve buna yönelik etkinlikler yer almaktadır. Öğrencilere uygulanan etkinliklerde, cisimlere ilişkin boyut karşılaştırmalarının yapılması sağlanmaktadır. Bu durum öğrencilerin taslak çizimlerini yorumlama becerilerini geliştirerek, bu taslak kapsamında yaptıkları yorumlar çerçevesinde modellerini araştırmanın birinci basamağında belirlenen gösterge davranışları ile oluşturmalarına katkı sağlamış olabilir. Araştırmadan elde edilen bu sonuca benzer şekilde ilgili literatür incelendiğinde uzamsal becerilerin gelişiminde bilgisayar destekli modelleme etkinliklerinin ve somut modeller kullanımının etkili olduğuna dair çalışmalara rastlanmaktadır (Bakker, 2008; Boakes, 2009; Boyraz, 2008; Clements ve Battista, 1990; Çakmak, 2009; Kaufmann, Steinbügl, Dünser ve Glück, 2005; McClurg ve Chaille, 1987; Rafi, Samsudin ve Ismail, 2006; Spencer, 2008; Yıldız, 2009; Yolcu, 2008). Bu çalışmalardan biri olan McClurg ve diğerleri (1997) uzamsal yeteneğin iki alt boyutu olan uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelimi geliştirmeye çalışmıştır. Üniversite öğrencilerinin katıldığı bu çalışmada McClurg ve diğerleri (1997) HyperGami isimli programı kullanmış ve öğrencilerden üç boyutlu yapıları iki boyuta, iki boyutlu yapıları da üç boyuta dönüştürmesini istemiştir. Çalışmanın sonucunda ise kullanılan bu programın öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini kullanmalarında etkili olduğu ifade edilmiştir. Yıldız (2009) üç boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerisi üzerindeki etkisini incelemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmasında Yıldız (2009) deney grubunda öğretim programında yer alan bir konunun öğretimine yönelik sanal ortam kullanırken, kontrol grubunda ise somut materyal kullanarak benzer öğretimi gerçekleştirmiştir. Yıldız (2009) genel anlamda sanal ortamların deney grubunda uzamsal görselleştirme becerisini artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde McClurg ve Chaille (1987) sanal ortam programı kullanımının öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini artırdığını ifade etmiştir. Literatürde bilgisayar destekli ve sanal ortamların öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiği yönünde pek çok çalışma olmasına rağmen bazı çalışmalarda ise bu ortamların uzamsal görselleştirme becerisini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmalardan biri olan Eraso (2007) yaptığı araştırma sonucunda, öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinde Sketchpad yazılımının

etkili olmadığını ifade etmiştir. Daha çok iki boyutlu çizimleri içermesi nedeniyle bu programın uzamsal beceri gelişiminde sınırlı kaldığı düşünülebilir. Çünkü uzamsal beceriler üç boyutlu yapıların zihinsel bir şekilde algılanması ve yorumlanmasını kapsadığından, bu becerilerin geliştirilmesi amacıyla hazırlanacak öğrenme ortamlarında da nesne hareketlerinin tüm eksenlerde yapılabilir olmasına, öğrencilerin farklı bakış açıları ile nesnelere görselleştirme ve canlandırmalarını sağlayacak yapılarda olması gerektiği düşünülmektedir. Araştırma kapsamında uygulanan uzamsal beceriler için MBYBTE'lerin öğrencilere bu ortamları sağladığı düşünüldüğünde, uzamsal becerilerinin gelişiminin de etkili bir şekilde sağlandığı söylenebilir.

Uzamsal algılama becerisi bağlamında öğrenciler, ön testten daha çok sıfır puan düzeyinde davranış sergilerken, son test sürecinde ise bir ve iki puan seviyesinde davranışlar sergilediği görülmektedir. Yani son test sürecinde öğrenciler yaptıkları modelde sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurmada daha başarılı olmuştur. Örneğin deri modelini yapan bir grup ön test sürecinde modelin sadece bir yüzünü doğru yapmış, diğer kısımlarını önemsememiştir. Aynı grubun son test sürecinde yaptığı deri modeli incelendiğinde, önceki modelinden farkının ne olduğu sorulmuş ve öğrencilerden *“İlk modelin her yerini aynı yapmadık. Çünkü sadece bir yüze odaklandık. Bu sefer diğer yerlerini de kontrol ettik. Hem modeli hareket ettirdik farklı yerlerine bakmak için hem de hem de arkadaşım model etrafında dolaştık ve neresinde yanlış var gözlemledik”* şeklinde cevap vermişlerdir. Öğrencilerin bu cevabından da görüldüğü gibi son test sürecinde öğrenciler artık UA göstergesini daha iyi kullanabilmektedir. Yine bu durumun öğrencilerin ön testten sonraki modelleme sürecinde, onlara uygulanan MBYBTE'lerden ve modelleme sürecindeki yaptıkları etkinliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğrencilere uygulanan etkinliklerde, öğrencilerin ekranda verilen üç boyutlu cisimlerin iki boyutlu olarak yorumlanması istenmekte, öğrencilerin verilen cisimlerin etrafında hareket ederek meydana gelen değişimleri belirlemeleri sağlanmaktadır. Etkinliklerin bu özellikleri, öğrencilerin modelleme sürecinde beklenen davranışlardan sabit nesne etrafındaki hareket sonucunda meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurmalarına olumlu yönde katkı sağladığı ifade edilebilir. Benzer sonuca Boakes'in (2009) çalışmasında da rastlanmaktadır. Boakes (2009) origami tabanlı öğretimin öğrencilerin uzamsal becerilerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yıldız (2009) ve Bakker de (2008) çalışmalarında kullandıkları somut materyallerin zihinsel çevirme becerisinde etkili olduğu sonucuna ulaşması, bu araştırmanın uzamsal algılama becerisinden elde edilen sonucu destekler niteliktedir.

Öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisi bağlamında ön test sürecinde sıfır ve bir puan alma eğilimindeyken, son test sürecinde bir ve iki puan eğilimine döndüğü görülmektedir.

Bunun anlamı öğrenciler yaptığı model taslaklarını ve modellerini dinamik olarak düşünebilmekte ve onlara farklı açılardan bakabilmektedirler. UR1 göstergesi bağlamında öğrenciler ön testte daha çok bir puan seviyesinde davranış sergilerken, son testte daha çok iki puan seviyesinde davranış sergilemişlerdir. Örneğin ön test ve son test sürecinde bir grup öğrenci ses yalıtımı modeli yapmıştır. Ön test sürecinde öğrenciler ses yalıtımı modelini yaptıklarında, oluşturdukları dikdörtgen prizması şeklinde tablanın her köşesini eşit uzunlukta kesemediklerinden model eğri olmuştur. Modelin köşelerinin tam oturmaması da ses yalıtımının tamamen sağlanamamasına sebep olmuştur. Dolayısıyla oluşturdukları model amacına tam olarak ulaşmamıştır. Öğrencilere bu durumun sebebi sorulduğunda ise aslında her açıdan baktıklarında aynı görüntüyü elde edemediklerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Yani öğrenciler modeli hareket ettirdiklerinde oluşacak değişiklikleri tahmin edemediklerinden, bu durumu modellerine de yansıtamamışlardır. Bunun aksine son test sürecinde aynı öğrenciler bu problemin üstesinden gelmişlerdir. Son test sürecinde aynı modeli yapan öğrencilere daha önce yaşadıkları problemin üstesinden nasıl geldikleri sorulduğunda, öğrencilerin modeli hareket ettirdikleri ve bunun sonucunda da oluşacak değişimleri fark edebildikleri, bu değişimler arasında ilişki kurabildikleri belirtilmiştir. Bu durum öğrencilerin UR1 göstergesi bağlamında gelişim olduğunu göstermektedir. Gelişimin sebepleri incelendiğinde ise modelleme sürecinde öğrencilerle yürütülen bilgisayar destekli etkinliklerin etkisinin olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu etkinliklerde öğrenciler etkinliklerde yer alan nesnelere farklı açılardan bakabilmekte, onları döndürüp değişen özelliklerini sorgulayabilmektedirler. Daha önceden bu davranışı sergileyememiş ya da sergileme düzeyi düşük kalmış öğrencilerin MBYBTE'ler ile nesnelere hareket ettirilmesi, hareket ettirilen nesnelere görünümünde değişiklikler meydana geldiğinin fark edilmesi sağlanmış, bu sayede öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisinde bir gelişim göstermelerine katkıda bulunmuş denilebilir. Benzer bir durum Yurt ve Sünbül (2012) tarafından yürütülen, sanal ortam ve somut nesnelere kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisi isimli çalışmada da rastlanmaktadır. Bu çalışmalarını Yurt ve Sünbül (2012) ilkökul öğrencileri ile deney kontrol grubu şeklinde gerçekleştirmiş ve çalışmalarının sonucunda öğrencilerin uzamsal becerilerini ve bir alt kademe olarak uzamsal rotasyon becerilerini geliştirmede sanal ortamların ve somut nesnelere kullanımının etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yurt ve Sünbül (2012) tarafından elde edilen bu sonuç, bu araştırmadan uzamsal rotasyonun UR1 göstergesi bağlamında elde edilen sonucu destekler niteliktedir. Çünkü sanal ortam kullanımı ile öğrencilere normalde pek başvurmadıkları çevirme, döndürme, hareket ettirme gibi işlemlerin basit ara yüzde sağlanması, öğrencilerin bilgisayar etkinlikleri ile uzamsal rotasyon becerilerinde gelişiminin beklenen bir sonucu olarak karşılaşılmaktadır.

Uzamsal rotasyonun UR2 göstergesi bağlamında öğrencilerin hem ön test sürecinde hem de son test sürecinde bir puan seviyesinde davranış sergiledikleri görülmektedir. Ancak ön test sürecinde üç öğrenci UR2 göstergesi bağlamında sıfır puan alacak şekilde davranış sergilerken son test sürecinde altı öğrenci iki puan alacak şekilde davranış sergilemiştir. Bunun anlamı öğrenciler orta derecede de olsa son test sürecinde UR2 göstergesi bağlamında davranış sergilemeye çalışmışlardır. Bu durum biraz daha ayrıntılı olarak irdelendiğinde, öğrencilerin hem ön test hem de son test sürecinde yaptıkları model taslaklarında farklı açılardan dönüşüm yapmada zorlandıkları söylenebilir. Yani öğrenciler çizimlerini hep tek bir boyut üzerine yapmışlar, zihinsel döndürme işlemlerini tam olarak gerçekleştirememişlerdir. Son test sürecinde ön test sürecinden bu gösterge bağlamında farklı olarak sadece çizimlerini detaylandırıp kullanılacak malzemeleri belirtmişlerdir. Modelleme sürecinde bilgisayar tabanlı etkinliklere bakıldığında aslında model taslağının (iki boyuta dönüşüm) farklı açılardan dönüşüm uygulanmasına yönelik etkinliklerin yeterli düzeyde zaman ayırlanamamasının bu durumu tetikler nitelikte olduğu düşünülmektedir. Öğrenciler modelleme sürecinin başlangıcında dönüşüm yapmakta zorlanmışlardır. Bu durumun sebebi de öğrencilerin öğrendiği teorik bilgilere kendi fikirlerini de katarak model taslaklarını farklı açılara zihinsel çevirme davranışı gerçekleştirememeleridir. Dolayısıyla sadece bilişsel boyuttaki öğrenme süreci, kavramsal boyuta hatta uygulama boyutuna da geçmekte sınırlı kalmıştır. Bu araştırmada, modelleme süreci ve bilgisayar tabanlı etkinlikler ile öğrencilerin öğrendiği bilgileri dinamik birer nesne gibi düşünmesine fırsat verilmiştir. Dolayısıyla öğrenciler yapmayı düşündükleri modellerin taslak çizimlerini bitirdikten sonra modelin farklı açılardan görünüşlerine odaklanabilmiş ve yaptıkları modellerle farklı açılardan bakarak yorumlar yapabilmişlerdir. Modelleme sürecinde bilgisayar tabanlı etkinliklere bakıldığında aslında model taslağının farklı açılardan dönüşüm uygulanmasına yönelik etkinliklerin olmamasına rağmen, yine de UR2 gösterge puanlarında bir gelişim olmasının sebebi olarak diğer uzamsal beceri etkinlikleri içinde yapılan uygulamalardan kaynaklandığı söylenebilir. Literatürde yer alan çalışmalar genel olarak somut materyal kullanımının ya da sanal ortam kullanımının öğrencilerin uzamsal becerilerini artırdığını gösterse de az sayıda çalışma söz konusu becerilerin bu tür faaliyetlerden etkilenmediğini de ifade etmektedir. Bu çalışmalardan biri olan Boakes (2009) origami ile matematik eğitiminin öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneğine etkisini araştırmıştır. Kontrol ve deney grubunun yer aldığı çalışmasında Boakes (2009) origami ile matematik öğretiminin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini anlamlı bir seviyede artırmadığını ifade etmiştir. Boeskes'in (2009) elde ettiği bu sonuç bu araştırmada elde edilen sonucu destekler niteliktedir.

Uzamsal rotasyon becerisinin son göstergesi olan UR3 bağlamında öğrencilerin ön test sürecinde daha çok bir puan şeklinde davranış sergilerken son test sürecinde ise iki puan şeklinde davranış sergilediği görülmektedir. Yani öğrenciler ön test sürecinde yaptıkları üç boyutlu modellerde zihninde dönüşümler yapamazken son test sürecinde bu modellere ilişkin zihinsel dönüşüm yapabiliyor sonuçlarını açıklayabilmektedirler. Örneğin ses yalıtım modelini yapan bir grup öğrenci ön test sürecinde modelin etrafında dolanarak zihninde canlanan görüntüyü tam olarak açıklayamazken, son test sürecinde açıklayabilmişlerdir. Son test sürecinde öğrenciler bu durumu “*Öğretmenim modele farklı yönlerden bakarsak farklı şeyler görürüz örneğin modelin tepesinde üçgenden çatı var. Ama çatıya tepeden bakınca o kare gibi. Görüntüsü değişir çünkü. Diğer duvarlar da farklı yönlerde farklı gözükür. Açısı değişiyor çünkü*” şeklinde ifade etmişlerdir. Ön test sürecinde görüntünün değişmeyeceğini söyleyen bu grup son test sürecinde modelin etrafında dolaşınca değişecek özellikleri zihinlerinde canlandırıp ifade edebilmişlerdir. Bu yüzden uzamsal rotasyon becerisinin UR3 göstergesi bağlamında öğrencilerde gelişme olduğu söylenebilir. Daha önce de ifade edildiği gibi bu gelişmenin sebepleri arasında modelleme sürecinde MBYBTE’lerin kullanımının ve burada yer alan etkinliklerde üç boyutlu nesnelerin farklı açılardaki görüntülerine yer verilmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda bu durumu destekler niteliktedir (Baenninger ve Newcombe, 1995; Çakmak, 2009; McClurg vd., 1997; Olkun, 2003; Saito, Suzuki ve Jingu, 1998). Bu çalışmalardan biri olan Çakmak (2009) origami tabanlı öğretimin öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmasının sonucunda Çakmak (2009) öğrencilerin hem uzamsal görselleştirme hem de uzamsal yönelim yetenekleri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çakmak (2009) tarafından uzamsal yönelim bağlamında elde edilen bu sonuç bu araştırmanın UR3 göstergesi bağlamında elde edilen sonucu destekler niteliktedir. Yani somut materyal ya da bilgisayar destekli modelleme etkinlikleri öğrencilerin uzamsal yönelim ya da diğer bir ifadeyle uzamsal rotasyon becerilerinin gelişiminde etkili olmuştur.

Modelleme sürecinde, ön test ve son test verilerinden elde edilen sonuçlar orijinal fikir üretme becerileri adı altında OFÜ1: Modeli için rutin olmayan bir taslak çizme, OFÜ2: Modeli için rutin olmayan malzemelere yer verme, OFÜ3: Modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma, OFÜ4: Kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma göstergeleri bağlamında tartışılmıştır.

Araştırmanın modelleme süreci orijinal fikir üretme becerisi bağlamında düşünüldüğünde öğrenciler genel olarak ön test ve son test sürecinde benzer puanlar almıştır. Yani uygulanan MBYBTE’lerin, öğrencilerin orijinal fikir üretme becerilerini geliştirmede sınırlı bir etkisi olmuş denilebilir. Genel olarak elde edilen verilere bakıldığında



modelleme süreci orijinal fikir üretme becerisi bağlamında öğrencilerin OFÜ2 göstergesini geliştirirken; OFÜ1, OFÜ3 ve OFÜ4 göstergelerinde çok fazla değişimin olmadığı söylenebilir. Aşağıda bu durumun sebepleri daha ayrıntılı incelenmiştir.

Öğrencilerin çizdiği model taslakları ön test bağlamında incelendiğinde, yapılan çizimlerin ders kitaplarında yer alan görsellerin benzer bir çizimi olduğu görülmektedir. Örneğin bir grup öğrenci ağız modeli çizmiştir. Ağız modeline bakıldığında, her yerde görebilecek sıradan bir modelle karşılaşılmaktadır. Yani öğrenciler ağız modelinin taslağında çene, dil, dişler ve dudak kısımlarını çizmiştir. Burada öğrencilerden beklenen orijinallik taslak çiziminde belki dilin kısımlarına yer verilmesi, ya da kesici ve delici dişlerin yapısının farklı bir şekilde gösterilmesi, kısacası öğrencilerin model taslaklarına bir yorum katması olabilir. Ancak maalesef öğrencilerin ön test sürecinde bu şekilde bir taslak çizime rastlanmamıştır. Son test süreci incelendiğinde yine öğrencilerin benzer çizimler yaptığı görülmektedir. Ancak bir grup öğrenci son test sürecinde çizdiği taslak modelinde çene kısmını kareye yakın bir şekilde yaptığı görülmektedir. Bunun sebebi sorgulandığında, öğrencilerden kullanacakları malzemenin dondurma kabı olduğu ve bu yüzden de ona benzer bir taslak çizdikleri görülmüştür. Yani söz konusu öğrenci grubu taslak çizimine kendinden bir yorum katarak OFÜ2 göstergesinden son test bağlamında iki puan alacak şekilde davranış sergilemiştir. Benzer öğrenci grupları da son test sürecinde farklı malzemeler kullanarak modelini farklı yorumlamış ve OFÜ2 göstergesi bağlamında modelleme sürecinde gelişim gösterdiği görülmüştür. Ancak genele bakıldığında öğrenciler model taslağını çizerken, modelini yorumlarken orijinallik boyutunu göz ardı etmiştir. Yani modelleme sürecinde öğrencilerin OFÜ1, OFÜ3 ve OFÜ4 göstergelerinde gelişim gözlenememiştir. Bu durumun sebepleri irdelendiğinde, öğrencilerin tek bir kaynaktan yararlanmaları ve MBYBTE'lere dayalı etkinliklerde orijinallik boyutunu ön planda kullanamamalarından kaynaklandığı düşünülebilir. Yani öğrencilerden yapacakları modeller ile ilgili açıklama yapmaları istendiğinde, sadece ders kitaplarına bakmaları ya da internetten araştırmaları onları yapacakları modele tek bir açıdan bakmalarına yönlendirmektedir. Farklı kaynaklardan yararlansalar da hep aynı modelin karşısına çıkması, onları yorumlama konusunda sınırlandırabilmektedir. Aslında araştırmacı modelleme sürecinde yönlendirici sorularla öğrencileri yaratıcı düşünmeye yönlendirmiş olsa da, sonuçlar bu durumun yeterli olmadığını göstermiştir. Benzer bir durum Sayan (2010) tarafından yapılan ve ilköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde geliştirilen materyallerin, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerine ve akademik başarılarına etkisini incelediği çalışmada da rastlanmaktadır. Sayan (2010) çalışmasını deney ve kontrol grubu olarak yürütmüş ve deney grubunda araştırmacı tarafından geliştirilen materyaller kullanılırken kontrol grubunda ders kitabında yer alan etkinlikler ile ders işlenmiştir. Sayan

(2010) çalışmasının sonucunda, yaratıcı düşünme becerisinin alt boyutlarından biri olan orijinallik boyutunda her iki grup arasında da anlamlı bir fark bulmamıştır. Aslında Sayan (2010) tarafından elde edilen bu sonuç bu araştırmayı destekler niteliktedir. Araştırma kapsamında uygulanan MBYBTE'lerin her ne kadar öğrencilere yaratıcı düşünme kazandırmayı sağlayacak şekilde yapılandırıldığı düşünülse de öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesinin başlı başına irdelenmesi ve ele alınması gereken bir konu olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte öğrencilerde yaratıcı düşünme ve bunun sağlayacağı orijinal fikir üretme becerisinin geliştirilebilmesi için, öğrencilere yönelik geliştirilen etkinliklerin daha uzun bir süre boyunca uygulanması gerektiği düşünülmektedir. Bu araştırma kapsamında orijinal fikir üretme becerisini içeren uygulamalar öğrencilere ders kapsamında uygulanmış, ayrıca bu uygulamalar öğrencilere de verilerek evde de kullanmaları sağlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre bu uygulamaların yetersiz kaldığı ve uygulama süresinin, yukarıda belirtildiği gibi daha uzun bir şekilde yürütülmesi gerektiği ifade edilebilir.

Araştırmanın modelleme sürecinde, ön test ve son test verilerinden elde edilen sonuçlar analogik akıl yürütme becerileri adı altında, AAY1: Bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırma (Yakın transfer), AAY2: Bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sınırlar ve model üzerinde uyarılama yapma (Uzak transfer) göstergelerine göre tartışılmıştır. Modelleme süreci analogik akıl yürütme becerisi bağlamında düşünüldüğünde öğrenciler genel olarak son testte söz konusu beceriyi daha iyi kullanmışlardır. Genel olarak bu verilere bakıldığında modelleme süreci, analogik akıl yürütme becerisi bağlamında öğrencilerin AAY1 ve AAY2 göstergelerinde gelişim yönünde değişme olduğunu göstermektedir. Bu gelişimi etkileyen faktörler aşağıda ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Modelleme sürecinde öğrenciler analogik akıl yürütme becerisini ön test sürecinde kavramsal bilgi düzeyi bakımından daha düşük seviyedeki açıklamalara yer vererek sergilemişlerdir. Dolayısıyla ön test bağlamında öğrencilerin modeller üzerinde kurduğu analogi düzeylerinin de daha yüzeysel olduğu ifade edilebilir. Örneğin güneş-dünya-ay modeli yapan bir grup öğrenci güneş, dünya ve ayı iplere asılı olacak bir şekilde taslak oluşturmuşlardır. Öğrenci grubuna bunun nereden akıllarına geldiği sorulduğunda, daha önce benzer bir model ile karşılaşılmasından dolayı bu şekilde bir taslak çizme yoluna gittikleri ifade edilmiştir. Bunun dışında bir açıklama yapmayan öğrencilerin verdikleri bu cevapta, aslında esas sebeplerin yer almadığı görülmektedir. Öğrencilerin bu süreçte gördükleri bir modelin kopyasını oluşturmaya çalıştıkları söylenebilir. Yani bir yerden görüp aynısını yapma durumu, o öğrenci grubunun analogik akıl yürütme becerisi doğrultusunda yeterli düzeyde bir davranış sergilenemediğini göstermektedir. Aynı öğrenci grubunun son

test sürecinde yaptığı güneş, dünya ay modeline bakıldığında, iplerle asılı yapmak yerine dikdörtgen prizması şeklinde uzay yapıp, onun içerisine gök cisimlerini yerleştirdikleri görülmektedir. Bu öğrenci grubunun güneşin ısı ve ışık saçmasından dolayı modelleme sürecinde ampul kullandıkları görülmüş, gezegenlerin birbirine olan uzaklıkları ve boyutlarının farklılığını bilmelerinin Dünya, Ay ve Güneş objelerini belirli aralıklar ile yerleştirmelerini sağlamalarına neden olmuştur. Dolayısıyla öğrencilerin sahip olduğu mevcut bilgi birikimlerinden yararlanarak, model üzerinde analogi kurdukları görülmüştür. Bunun sonucu olarak da son test modelleri kavramsal açıdan daha üst düzey bilgi içerdiği için, kurulan analogilerin de daha üst düzeyde olduğu söylenebilir. Dolayısıyla modelleme süreci sonunda analogik akıl yürütme becerisi bağlamında öğrenciler AAY1 ve AAY2 göstergelerinden ön teste göre daha yüksek puan almışlardır. Bu durumun sebeplerinden birinin de öğrencilerin modelleme sürecinde yaptığı MBYBTE'ler olduğu düşünülmektedir. Çünkü ilgili etkinlikte analogik akıl yürütme becerisini ortaya çıkarmaya yönelik hazırlanan bulmacada, öğrencilere vücudumuzun organlarını farklı yiyeceklere benzeterek analogi kurulması istenmiştir. Yani bu süreçte öğrenciler fen derslerinde yer alan bazı konular ve kavramları etkinlikte verilen meyve ve sebzelerle ilişkilendirerek analogi kurmaya çalışmışlardır. Bunu yapabilmeleri için de hem fen kavramlarını hem de söz konusu meyve ve sebzelerin görünüş ve faydalarını iyi bilmesi gerekmektedir. Bunun dışında modelleme sürecinde öğrencilere analogik kavramlara yönelik örnekler verilmesi ve vurgulamalar yapılmasının onların AAY1 ve AAY2 göstergelerinin gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir. Yapısalcı yaklaşımın temelinde öğrencilerin daha önceden kazanmış oldukları bilgi, inanç ve düşüncelerinin, yeni davranışları kazanmada çok önemli bir etkisinin olduğu bilinmektedir. Yani bireyler öğrenme sürecinde zihinlerinde var olan bilgiler ile yeni öğrenilenleri anlamlandırarak yapılandırır. Bu yapılandırma ve ilişki kurma sürecinde benzetimlerin kullanılmasının, öğrenme düzeyine olumlu katkı sağlayacağı düşünüldüğünde, modelleme sürecinde öğrencilerin analogik ilişkiler kurmalarının MBYBTE'ler ile sağlanmasının önemli olduğu söylenebilir. Analogik akıl yürütme becerisi, yapılandırmacı kuram çerçevesinde incelendiğinde öğrencilerin mevcut bilgileri ile modellerini oluşturacakları kaynak nesne arasında bir ilişki kurma davranışı gerçekleştirdikleri ifade edilebilir. İlgili literatürde de ders sürecinde ne kadar benzetimlere yer verilirse, öğrencilerin analogi kurma becerilerinin artacağına dair araştırmalara rastlanmaktadır (Harrison, 2001). Bu araştırmalardan birinde Harrison (2001) fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin modelleme yeteneklerini ve ders kitaplarda yer alan modelleri ortaya koymaya yönelik bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmanın sonucunda Harrison (2001) fizik ve biyoloji öğretmenlerinin derslerinde daha çok analogik açıklamalara yer verdiğini ve ders kitaplarında daha çok pedagojik-analogik modellerin yer aldığını ifade

etmiştir. Aslında bu durum öğrencileri modelleme sürecinde başarıya ulaştıran etmenlerden birisinin de derslerde analogik modellere yer verilmesi olduğunu göstermektedir. Yine öğrencilerin her modelleme çalışmasından önce araştırma yapması ve bilgi toplamasının da bu gelişimde etkili olduğu düşünülmektedir. Yani öğrenciler ne kadar çok bilgi birikimi elde ederlerse, bu bilgilere yönelik tecrübeleri artacak ve bu artışı uyguladıkları modellerde kullanabileceklerdir. Yine literatür incelendiğinde bilgisayar etkileşimleriyle gerçekleştirilen öğrenme ortamlarında öğrencilerin aktif olarak bilgiye ulaşmaya çalıştığı ifade edilmektedir (Yiğit, 2007). Bu etkileşimli ortamlar sayesinde öğrencilerin yeni kavramları öğrenmesi, eski bilgileri ile yeni bilgileri bir araya getirerek yüksek seviyeli bağlantıların kurulması sağlanabilir. Bu ilişkilerin kurulması ile öğrencilerin modellerinde sergiledikleri analogik akıl yürütme davranışlarının beklenen düzeye ulaştığı düşünülmektedir. Dolayısıyla modelleme süreci boyunca öğrencilere yönelik uygulanan MBYBTE'lerin de AAY1 ve AAY2 göstergelerinin gelişiminde etkili olmuştur denilebilir.

Modelleme sürecinde, ön test ve son test verilerinden elde edilen sonuçlar yapısal ilişki eşleştirme becerileri adı altında YİE1: Model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği yapılar belirleme ve YİE2: Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeleri belirleme göstergelerine göre tartışılmıştır. Modelleme süreci yapısal ilişki eşleştirme becerisi bağlamında düşünüldüğünde öğrenciler genel olarak son testte söz konusu beceriyi daha iyi kullanmışlardır. Genel olarak ön test sürecinde öğrenciler model ile modelin oluşturduğu objeler arasında kısıtlı ölçüde ilişki kurabilmiştir. Örneğin ön test sürecinde bir grup öğrenci güneş, ay dünya modelini yaparken taş şeklinde bir objeyi ay olarak kullanmışlardır. Tam olarak aya benzemeyen bu objeyi öğrencilere neden kullandıkları sorulduğunda ise, farklı materyal bulamadıklarını ifade etmiştir. Aynı öğrenci grubu son test sürecinde ayı taş şeklinde bir obje olarak kullanmayı bırakıp, güneşin özellikleri ile ampulü ilişkilendirmiş, dünya ay ve güneşin boyutunu ile birbirine olan uzaklıklarını birbiri ile ilişkilendirerek modellemeler yapmışlardır. Bununla birlikte dünyanın kendi eksenini etrafında dönme hareketini de sağlayabilmek amacıyla bir elektrik motoru kullanmışlar ve modellerinde bu durumu da betimlemeye çalışmışlardır. Bu bağlamda öğrenciler model oluşturma sürecinde analitik bir davranış sürecinde girmişler ve model taslaklarında, yapılacak modelin parçalarına ilişkin detaylı inceleme süreci gerçekleştirmeye çalışmışlardır. Burada öğrencilerin karşılarında bir problem durumu olduğu ve bu problem durumuna ilişkin bir çözüm üretme süreci çalışmalarını yürüttükleri söylenebilir. Watts (1988) tarafından belirtilen problem çözme yeterlikleri incelendiğinde, grup öğrencilerinin ilk olarak karşılardaki durumu ayırt edip tanımlamaya çalıştıkları, probleme ilişkin bazı nitelikleri gördükleri ve bu bağlamda çözüm yolları üretme süreci

içerisinde modellerini şekillendirdikleri söylenebilir. Bu durum öğrencilerin problem çözme noktasında keşif yeterlikleriyle ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte öğrencilerin yukarıda ifade edilen son test modelleme sürecinde hipotetik düşünme sürecine girdiği de anlaşılmaktadır. Burada öğrencilerin bir hipotez kurma süreci içerisinde, modellerinde yer alan objeleri irdeleyerek şekillendirdikleri söylenebilir. Yine öğrencilerin gezegenler arasındaki uzaklıkların modele yansıtılması sürecinde değişken belirleme ve oranlı düşünme süreçleri içerisinde hareket etmeye çalıştıkları ifade edilebilir. Bu durum öğrencilere uygulanan MBYBTE'lerin öğrencilerin düşünme süreçlerini aktif kılacak, onları çeşitli düşünme biçimlerine sevk edecek şekilde yapılandırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla ön test sürecini müteakip uygulanan MBYBTE'ler ile son test sürecinde öğrenciler model ile kaynak nesnenin kısımları arasında ilişki kurup bu ilişkiyi sistematik hale getirmişlerdir. Dolayısıyla modelleme süreci öğrencilerin kaynak nesne ile ilişki arayarak bunu modellemesine yardımcı olduğundan YİE1 ve YİE2 göstergelerinin gelişimine katkıda bulunmuştur denilebilir. Bu duruma benzer olarak Barab vd. (2000) üniversite öğrencilerine güneş sistemi ve temel astronomi konularının öğretilmesinde, bilgisayar ortamında üç boyutlu modelleme sürecinin etkisini inceledikleri çalışma örnek verilebilir. İlgili araştırmacılar 19 üniversite öğrencisine iki dönem boyunca sınıf içi etkinlikleri uygulamış, bu etkinlikler sırasında gözlemler gerçekleştirmiş ve veriler video kayıtları ve alan notları ile kayıt altına almıştır. Uygulama süresince her öğrenci bireysel olarak bilgisayar etkinliğindeki yönlendirmeleri takip ederek, astronomi olaylarını modellemek için birer proje üretmeleri sağlanmıştır. Bunun yanında öğrencilerle uygulama öncesi ve sonrasında mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda Barab vd. (2000) bilgisayar destekli üç boyutlu modellemenin kavramsal anlamaya olumlu yönde katkısı olduğu, öğrencilerin modeller ile bu modellerin temsil ettiği gerçeklik arasındaki ilişkileri iyi bir düzeyde ifade edebildikleri tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular ile literatür karşılaştırıldığında benzer sonuçların çıkması, MBYBTE'lerin yapısal ilişki eşleştirme becerisinin geliştirmede etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Öğrencilerin modelleme süreçlerinde başarılı olup verilen fen kavramlarını anlayabilmesi için sahip olduğu modelleme becerilerinin de iyi düzeyde olması gerektiği söylenebilir (Baek, 2013; Bambarger ve Davis, 2013; Batı, 2014; Düşkün, 2011; Erduran, 1999; Harrison, 2000; Kertil, 2008; Ünal Çoban, 2009; Valanides ve Angeli, 2008; Wells vd., 1995; Yurt, 2011). Bu çalışmada geliştirilen MBYBTE'lerin zihinsel beceriler kapsamında; uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama, uzamsal rotasyon, analogik akıl yürütme, yapısal ilişki eşleştirme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun dışında çalışmada orijinal fikir üretme becerisine ait göstergeler çerçevesinde öğrenci davranışlarında yeterli düzeyde bir gelişme gözlenememiştir.

## 5. 2. 2. Modelleme için Süreçsel Becerilere Yönelik Uygulanan MBYBTE'lere Ait Tartışma

Ortaokul öğrencilerinin süreçsel becerilere yönelik ön test ve son test süreci arasındaki değişim ve bu değişimin sebepleri aşağıda tartışılmıştır. Söz konusu süreçsel beceriler, malzeme-araç ilişkisi kurma, malzeme-model ilişkisi kurma, modele ilişkin araştırma yapma ve model planı hazırlama şeklindedir.

Modelleme sürecinde, ön test ve son test verilerinden elde edilen sonuçlar malzeme araç ilişkisi kurma becerileri adı altında, MAİK1: Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıma, MAİK2: Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilme, MAİK3: Model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit eder ve bu sorunları çözme bağlamında tartışılmıştır

Araştırmanın modelleme süreci malzeme araç ilişkisi kurma becerileri bağlamında düşünüldüğünde öğrencilerin son test sürecinde ön test sürecine göre daha çok iki puan alacak şekilde davranış sergiledikleri görülmektedir. Kısaca öğrenciler modelleme sürecinden sonra malzeme araç ilişkisi kullanma becerisine daha çok hâkim olmuşlar ve daha yüksek seviyede davranışlar sergilemişlerdir. Araştırma kapsamında öğrencilerin sergilediği davranış puanlarına bakıldığında son test sürecinde malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinde daha başarılı oldukları görülmektedir.

Öğrenciler genel olarak ön test sürecinde malzeme ve araç kavramları arasında ilişki kurmada zorlanmışlardır. Yani model yapma sürecinde kullanılması gereken malzemeler sorulduğunda, öğrenciler önlerinde olan her şeyi saymaktadırlar. Araştırmacı bu durumu "*Öğrenciler ön test sürecinde malzeme ile araç arasındaki farkı bilmiyorlar. Ayrıca çizdikleri taslak modellerde hangi araçlara ihtiyaçlarının olduğunu belirtmemişler*" şeklinde not almıştır. Araştırmacının aldığı bu notta da görüldüğü gibi, öğrenciler çizdikleri taslaklarda malzemeleri belirlemede zorluk çekmişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin geneli ön test sürecinde model kapsamında kullanacağı malzeme ve araçları tanıma becerisinin göstergesi olan MAİK1'den bir puan seviyesinde davranış sergilemişlerdir. Yine ön test ve son test sürecinde malzeme-araç ilişkisi kuramayan öğrenciler bazı malzemelerin nasıl kullanacağına dair problem yaşamışlardır. Örneğin ses yalıtımı modelinde bir grup öğrenci başlangıçta süngeri kartona bant ile yapıştırmaya çalışmış ancak bir süre sonra bantın kartonu tutmadığını fark etmişlerdir. Bu durumda farklı bir malzeme seçmek yerine daha çok bant yapıştırarak sorunun üstesinden gelmeye çalışan öğrenciler aslında bantın tutma süresini uzatmışlardır. Yani belirli bir süre sonra bant yine düşmeye başlamıştır. Bu durumda öğrenciler soruna farklı çözüm yolu üretmekte zorlandıklarından MAİK2 ve MAİK3 göstergelerinden de bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Benzer şekilde

gezegenlerin modellemesini yapan bir grup öğrenci, oyun hamurlarını pipetlerin tutmadığını görünce farklı yollar aramışlar ancak çok başarılı olamamışlardır. Ön test sürecinde öğrencilerin malzeme-araç ilişkisi kurmada istenilen düzeyde başarılı olamamalarının sebepleri araştırıldığında, aslında önceki deneyimlerinde uygulamaya dayalı ders almamış olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yani öğrenciler beşinci, altıncı ve yedinci sınıfa gelinceye kadar öğrendikleri teorik bilgileri derslerde yeterince uygulamaya dökmemektedir. Derslerde modelleme çalışmalarına yeterince yer verilmemiş olması, en azından bu beceriye ilişkin bir süreç içerisinde uygulamalar gerçekleştirememiş olmaları, malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin yeterli düzeyde sergileyememelerine sebep olduğu söylenebilir. Bu duruma istinaden, öğrencilere gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri ve bu süreçte uygulanan MBYBTE'lerden sonra gerçekleştirilen beceri değerlendirmelerinde öğrencilerde malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinde bir gelişmenin söz konusu olduğu görülmektedir. Yani ön test sürecinde istenilen başarıyı elde edemeyen öğrenciler son test sürecinde bu durumun aksine başarı elde etmişler ve malzeme-araç ilişkisi gösterge davranışlarını yüksek seviyede sergilemişlerdir. Örneğin son test sürecinde malzeme-araç ilişkisini bilmenin yanında öğrenciler süngerin kartona bant ile yapıştırmak yerine uhu vb. yapıştırıcı kullanılmasının daha uygun olduğunu düşünmesi, gezegen modeli yapan öğrencilerin de pipet yerine tahta çubukların kullanılmasının oyun hamuru yerine de farklı renklerde topların kullanılmasının modele daha uygun olacağını düşünmesi bu görüşü destekler niteliktedir. Araştırmada öğrenciler ön test sürecinden sonra yaşadıkları modelleme süreci ile hangi araçları, hangi malzemeleri kullanacakları ve nasıl model oluşturacakları hakkında oldukça fazla bilgi edinmişlerdir. Edindikleri bu bilgiler sayesinde son test sürecinde model kapsamında kullandıkları malzemeler için gerekli araçları kullanmayı öğrenmişlerdir. Bu durum öğrencilerin son test sürecinde MAİK2 göstergesinden iki puan seviyesinde davranış sergilemelerini sağlamıştır. Örneğin bir grup öğrenci ön test sürecinde ses yalıtım modeline ait sünger falçata ile kesmeye çalışmış ancak eğri olduğundan istenilen yalıtımı sağlamada eksik olduğu sonucuna varmıştır. Bu durumu hatırlayan aynı grup öğrenci son test sürecinde artık sünger makasla düzgün bir şekilde kesebileceğini benzer şekilde mukavvayı da falçata ile kesebileceğini fark etmiştir. Hatta mukavvayı falçata ile keserken cetvel ile bir iz yapmışlar daha sonra bu iz üzerinden gitmişlerdir. Dolayısıyla modelleme sürecinde öğrenciler MAİK2 göstergesini nasıl kullanacaklarını deneyimleyerek öğrenmişlerdir. Benzer durum ilgili literatürde öğrencilerin modele uygun araç ve malzeme kullanma becerileri psikomotor becerilerini kullanma şeklinde ifade edilmiştir. Stanley (2009) bir işi yaparken kullanılan ve bilinçli olarak yürütülen zihinsel etkinliklerin kas becerilerini, yönlendirerek bir uyum içerisinde çalışması olarak ifade etmiştir. Stanley'in (2009) bu ifadesi aslında psikomotor becerilerin de bir zihinsel aktivite

sonucu oluştuğu gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Fen eğitiminde modelleme sürecinde söz konusu psikomotor beceriler, mikroskobun kullanılması, teleskobun kullanılması gibi hem zihinsel hem de küçük kas becerilerinin bir arada kullanılmasını ifade eder. Dolayısıyla bu araştırmada da öğrencilerin söz konusu psikomotor becerilerini kullanabilmelerinin, onları modelleme sürecinde de istenilen başarıya ulaştığı düşünülmektedir.

Malzeme-model ilişkisi kurma becerisinde öğrencilerin sergiledikleri davranış puanlarına bakıldığında ön test sürecinde sıfır puan alan öğrencilerin hepsinin, son test sürecinde bir puan ve iki puana seviyesinde davranış sergiledikleri görülmektedir. Bir başka deyişle ğrenciler MBYBTE'ler aracılığıyla modelleme sürecini yaşarken malzeme model-ilişkisi kurma becerisinde gelişme gözlenmiştir.

n test sürecinde öğrenciler, malzeme-model ilişkisini kurarken daha çok modelin fiziksel özellikleri ile malzemeler arasında ilişkilendirme yapmışlardır. Örneğin n test sürecinde ağız modelini oluşturan bir grup ğrenci yaptıkları modelde dişleri betimlerken beyaz hamur, damakta ise kırmızı renkli hamur kullandıklarını ifade etmiştir. Aslında ğrencilerin bu ifadeleri genel olarak modelin fiziksel özellikleri ile kullanılan malzemeler arasında ilişki kullanmada başarılı olduklarını göstermektedir. Ancak modellerinde amaçladıkları diğer unsurun, çalışma prensibi olduğu düşünüldüğünde bu durum sağlamada yeterli olabilecek davranışlar sergilemedikleri ifade edilebilir. Bu bağlamda son test sürecinde aynı grup ğrenci ağız modelinde oyun hamurunun renklerinden ziyade ağız modelinde yer alan alt çenenin açılıp kapanmasına yönelik olarak malzemeler yer verdikleri görülmektedir. Ağız modelinin açılır kapanır özelliğinden dolayı dondurma kabını tercih eden bu grup, son test sürecinde MMİK1 ve MMİK2 göstergelerinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Bu araştırmada son test sürecinde öğrenciler kullandıkları malzemelerin, modelin hem fiziksel özellikleri ile ilişkili olmasına hem de modelin çalışma prensibi ile uyum sağlamasına zen göstermişlerdir. Son test sürecinde öğrencilerin teorik bilgileri ve uygulama becerileri arttığı için bu durumun daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Yine ğrencilerin son test sürecinde seçtiği malzemeler her yerden bulunabilir ve ekonomiktir. Çünkü modelleme süreci boyunca öğrencilere, yapılan modellerin ekonomik olmasına dikkat edilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Bununla birlikte öğrencilere uygulanan MBYBTE'ler ile model kapsamında kullanılacak malzemelere ilişkin öğrencilere hem kavramsal hem de örnek uygulama boyutlarında bilgiler aktarılmıştır. Bu noktada öğrencilerin uygulanan etkinlikler çerçevesinde kazandıkları bu bilgileri, modelleme sürecinde de işe koştukları görülmektedir. Etkinliklerin uygulanmasından sonraki süreçte gerçekleştirilen son test modelleme etkinlikleri ile öğrenciler, malzeme ve araçlar konusunda daha bilinçli ve bilgili bir düzeyde modellerini oluşturma süreci içerisinde girdikleri görülmektedir. Bunun bir diğer olumlu yönünün de öğrencilerin, hem malzeme-araç hem de



malzeme-model ilişkisi becerilerinden elde ettikleri kazanımların, onları birer mühendis gibi düşünmeye sevk ettiği şeklinde yorumlanabilir. Çünkü modelleme sürecinde öğrenciler genel çerçevede bakıldığında kendilerine verilen bir problem durumunu çözmeye yönelik olarak bir tasarım ve üretim faaliyeti gerçekleştirmektedirler. Bu durumda modellemeler esnasında karşılaştıkları araç, malzeme ve model uyumu ile bunların etkili bir şekilde kullanılması gerektiği düşünüldüğünde, öğrencilerin MBYBTE'ler ile aktarılan bilgiler ile bu ilişkileri kurabilmelerine katkı sağlandığı ifade edilebilir. Literatür incelendiğinde ve Türkiye'deki güncel eğitim uygulamalarına bakıldığında, özellikle fen-teknoloji-mühendislik-matematik (FeTeMM) uygulamaları çerçevesinde öğrencilerin ilgili modelleme becerilerini kazanmalarının önemli olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda da modelleme sürecinde seçilen malzemelerin uygun, her yerden bulunabilir ve ekonomik olmasının, süreci daha etkili hale getireceği ifade edilmektedir (Svaboda ve Passmore, 2013; Van Driel ve Verloop, 1999).

Modele ilişkin araştırma yapma becerisi incelendiğinde, öğrencilerin genel olarak son test sürecinde daha başarılı oldukları görülmüştür. Ancak yine de bazı öğrenciler araştırma yapma basamaklarına tam olarak hâkim olamamıştır. Özellikler MİAY3 "*Modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme*" göstergesinde öğrenciler zorluk çekmektedir. Yani yaptıkları modelleri araştırmaları ile birleştirip bir ilişki kuramamaktadırlar. Bu durumun sebepleri irdelendiğinde öğrencilerin derslerde yeterince grup çalışmasına yönlendirilmemiş olmasından ve kendi fikirlerini rahatlıkla ifade edebilecekleri bir ortamda bulunamamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Modelleme süreci ile öğrencilerin yapacakları modele ilişkin araştırma yapmalarına ve bu araştırmalarını birbirleri ile tartışmalarına fırsat verilmiştir. Yine bu süreçte tek bir kaynaktan araştırma yapmanın sağlıklı olmayacağına araştırmacı tarafından vurgulanması ve MBYBTE'lerde yer verilmesi, öğrencilerin son test sürecinde MİAY1 ve MİAY2 göstergelerinden yüksek puan almalarını sağladığı söylenebilir. Ön test sürecinde tek bir kaynaktan yararlanıp yaptıkları araştırma verilerini düzenlemede zorluk çeken öğrenciler, son test sürecinde artık daha deneyimli bir şekilde modellerine yönelik araştırma yapabilmişlerdir. Modelleme sürecinin ilk aşamasının model ile ilgili veriler toplamak olduğu düşünüldüğünde yapılan bu araştırmaların önemi ortaya çıkmaktadır (Barnea ve Dori, 2000; Maia ve Justi, 2009; Mendonça ve Justi, 20011; Schauble vd, 1991; Schwarz ve White, 2005). Öğrencilerin son test sürecinde daha etkili araştırma yapabilmelerinde ve hangi kaynakları nasıl kullanacaklarını bilmede, modelleme sürecinde öğrencilere uygulanan MBYBTE'lerin etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü söz konusu etkinliklerde de öğrencilerin modele ilişkin yapacakları araştırma sürecinde hangi basamaklara dikkat etmeleri gerektiği, bu basamaklar kapsamında hangi kaynaklardan veriler toplaması gerektiği ifade edilmiştir. Bu

sayede öğrenci model kapsamında iyi bir araştırma süreci geçirmiş ve modelini de bu doğrultu da daha etkili bir şekilde yorumlayabilmiştir. Uygulanan etkinliklerin bu özelliklerinden ötürü öğrencilerin MİAY1 ve MİAY2 göstergeleri kapsamında son test sürecinde daha yüksek puanlar almalarının sağlandığı düşünülmektedir.

Son olarak öğrencilerin model planı hazırlama becerisinde, son test sürecinde daha başarılı olduğu görülmektedir. Öğrenciler modelleme yaparken ön test sürecinde taslak modellerde ölçeklendirmeyi doğru ve etkili bir şekilde yapamamışlardır. Örneğin bir grup öğrenci ses yalıtım modelinde dikdörtgen prizması şeklinde oluşturduğu kutunun kenar uzunluklarını doğru oranda ölçeklendiremediğinden, modeli oluştururken bazı sıkıntılar yaşamıştır. Bu sıkıntılardan biri de kartonun kenarlarını tam oturtamamaktan kaynaklanmaktadır. Çünkü model taslakları üzerinde ölçülere yer vermedikleri için kesme işlemi sonucunda elde ettikleri parçaların birbiriyle uyumlu olmadığını gözlemlemişlerdir. Son test aşamasına bakıldığında ise öğrencilerin ölçeklendirmeyi doğru bir şekilde yapabildiği, bu sayede modellerini başarılı ve taslaklarında planladıkları şekle uygun olarak oluşturabildikleri görülmektedir. Öğrencilere bu modelleme süreçlerinde hem MBYBTE'ler ile hem de sınıf içi etkileşimlerde model taslaklarında ölçeklendirmenin önemi vurgulanmıştır. Dolayısıyla MPH1 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış geliştirilmeye çalışılmıştır. Bunun dışında öğrenciler ön test sürecinde yapacakları modellere ait planlamalarda zorluk çekmişlerdir. Hatta araştırmacı bu süreçte *“Öğrencilerin bir kısmı modellerini dünya, güneş ve ay modeline ait taslak çizimlerinde kullanılacak araçları ve malzemeleri tam olarak listelemediler. Yani modelde kullanılacak malzemelerin planlanmasını iyi yapamadılar. Planlamayı güzel yapamadıklarından dolayı modellerini verilen sürede yetiştirmede zorlandılar. Dolayısıyla tasarladıkları modeli yaparken de gerekli özeni gösteremediler”* şeklinde not almıştır. Araştırmacının bu notunda da görüldüğü gibi ön test sürecinde öğrenciler hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağı ile birlikte modelleme sürecini organize etmede zorluk çekmişlerdir. Ancak son test sürecinde çoğu öğrenci bu durumu aşarak MPH2 ve MPH3 göstergelerinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Bu durumun sebepleri irdelendiğinde, öğrencilerin grup halinde birden fazla modelleme etkinliğini yürütmesi ve bu süreç boyunca MBYBTE'ler ile öğrencilere aktarılan model hazırlama sürecinde takip edilmesi gereken basamaklara ilişkin bilgilerin etkili olduğu düşünülmektedir. Özellikle etkinliklerde yer alan modele ilişkin plan hazırlama ve oluşturma sürecine ilişkin bilgilerin, öğrencilerin bu göstergelerine katkıda bulunduğu ifade edilebilir. Etkinlikler yardımıyla öğrencilere model taslaklarında yer verdikleri çizimlerde, modelin kendisi oluşturulurken hangi ölçülerde olması gerektiğinin belirtilmesine ilişkin uyarılarla MPH1 göstergesi davranışları; taslak üzerinde nelerin olması gerektiğine ilişkin bilgilerle MPH2 göstergesi davranışları ve modelleme sürecinde takip

etmeleri gereken adımlara ilişkin bilgilerle de MPH3 gösterge davranışlarının geliştirildiği söylenebilir. Model yaparken düzgün bir plan hazırlama ve bu plana uyarak hareket etmenin oldukça önemli olduğu literatürde pek çok çalışmada görülmektedir (Arslan, 2008; Demirçalı, 2016; Doruk, 2010; Düşkün, 2011; Gözmen, 2008; Özdemir, 2017; Ünal Çoban, 2009; Zeynelgiller, 2006). Dolayısıyla modelleme sürecinde başarılı olmak için modelleme becerilerinin gelişimi de önemlidir. Bu araştırma kapsamında öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları modelleme etkinlikleriyle de model planı hazırlama becerilerinin geliştiği ifade edilebilir.



## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgulara dayanılarak sonuçlar özetlenmiştir.

### 6. 1. Sonuçlar

Bu araştırma ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri öncesinde sahip olmaları gereken becerileri belirlemek ve bu becerileri tasarlanan bilgisayar tabanlı etkinlikler aracılığıyla geliştirmek ve bu etkinliklerin etkililiğini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmadan elde edilen sonuçlar öğrencilerle birlikte yürütülen modelleme sürecinin modelleme becerilerini belirlemedeki rolü, belirlenen modelleme becerileri dikkate alınarak MBYBTE'lerin geliştirilmesi, modelleme süreci ve bu süreçte uygulanan MBYBTE'lerin modelleme becerilerinin gelişimindeki etkisi başlıkları adı altında irdelenmiştir.

#### 6. 1. 1. Modelleme Becerilerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

Araştırmanın ilk bölümünde öğrenciler ile bir dönem boyunca yürütülen modelleme sürecinde, öğrencilerin davranışları, onlarla yapılan mülakatlar, araştırmacı alan notları ve ilgili literatür taraması sonucunda, modelleme becerileri ve bu becerilere ait göstergeler belirlenmiştir. Belirlenen bu becerilere ait sonuçlar ise zihinsel ve süreçsel beceriler olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Zihinsel becerilere ait sonuçlar:

- İki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürebilen, üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere indirgeyebilen bireylerin uzamsal görselleştirme becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurabilen bireylerin uzamsal algılama becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin edebilen, iki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı açılara dönüşüm yapabilen bireylerin uzamsal rotasyon becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Modeli için rutin olmayan taslak çizebilen, modeli için rutin olmayan malzemelere yer verebilen, modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde oluşturabilen ve kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde oluşturabilen bireylerin orijinal fikir üretme becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Bir problemin çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırabilen (yakın transfer yapabilen), bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sınama ve model üzerinde uyarlama yapabilen (uzak transfer yapabilen) bireylerin analogik akıl yürütme becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği yapılar belirleyebilen, model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeler kurabilen bireylerin yapısal ilişki eşleştirme becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

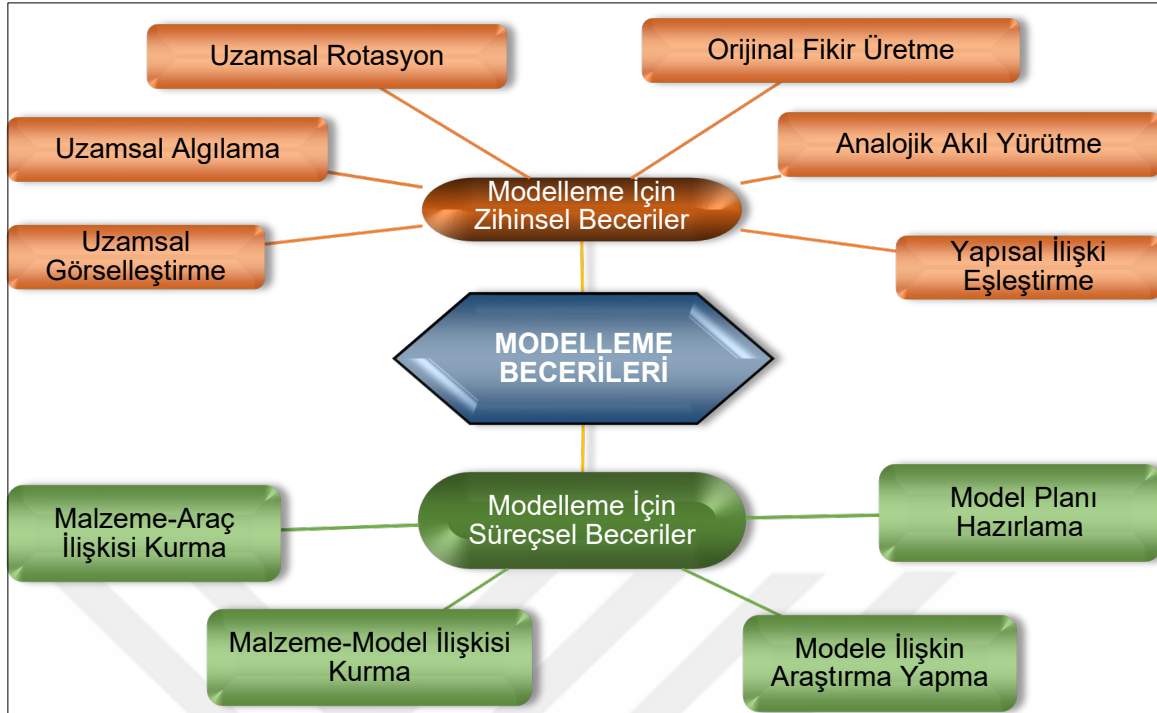
Süreçsel becerilere ait sonuçlar:

- Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıyabilen, model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilen, model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit edebilen ve bu sorunları çözebilen bireylerin malzeme-araç ilişkisi kurma becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurabilen, model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurabilen, model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat eden, belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit edebilen ve bunların nasıl giderileceğini bilen bireylerin malzeme-model ilişkisi kurma becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilen, modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilen ve modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz edebilen bireylerin modele ilişkin araştırma yapma becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli şekilde oluşturabilen, yapacağı modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtebilen ve modelleme sürecini organize edebilen bireylerin model planı hazırlama becerisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 63. Araştırma sonucunda belirlenen modelleme becerileri şeması

Şekil 63 incelendiğinde araştırmancının birinci basamağında uygulanan modelleme etkinlikleri doğrultusunda öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlardan ve araştırmacı alan notlarından elde edilen verilerin analizi sonucu belirlenen modelleme becerileri şemasına yer verildiği görülmektedir. Araştırmancının birinci basamağında elde edilen sonuçlara göre; öğrencilerin modelleme etkinlikleri öncesinde ihtiyaç duydukları beceriler, modelleme için zihinsel beceriler ve modelleme için süreçler beceriler temaları altında belirlenmiştir. Bu doğrultuda modelleme için zihinsel beceriler temasında uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama, uzamsal rotasyon, orijinal fikir üretme, analogik akıl yürütme ve yapısal ilişki eşleştirme becerilerinin yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde modelleme için süreçsel beceriler teması altında da malzeme-araç ilişkisi kurma, malzeme-model ilişkisi kurma, modele ilişkin araştırma yapma ve model planı hazırlama becerilerinin yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

### 6. 1. 2. MBYBTE'lerin Uygulanması ve Etkililiğinin Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

Öğrencilerin ön test ve son testte yaptığı modelleme çalışmaları, araştırmacı tarafından geliştirilen dereceli puanlama anahtarına göre puanlandıktan sonra, aralarındaki ilişki nicel olarak analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen uygulamalar neticesinde öğrencilerin

modelleme becerilerinin MBYBTE'ler çerçevesinde gelişimine ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Uygulanan MBYBTE'ler ile öğrencilerin son test modelleme çalışması sürecinde sergilenen uzamsal görselleştirme becerisinin iki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere döndürme (UG1) ile üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere indirgeme (UG2) göstergelerine ilişkin davranışlarında gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Uygulanan MBYBTE'ler ile öğrencilerin son test modelleme çalışması sürecinde sergilenen uzamsal algılama becerisinin sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurma (UA) göstergesine ilişkin davranışlarında gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Uygulanan MBYBTE'ler ile öğrencilerin son test modelleme çalışması sürecinde sergilenen uzamsal rotasyon becerisinin nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin etme (UR1), iki boyutlu çizimlere ilişkin zihinde farklı açılara dönüşüm yapma (UR2) ve üç boyutlu nesnelere ilişkin zihinde farklı yönlerde dönüşüm yapma (UR3) göstergelerine ilişkin davranışlarında gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Uygulanan MBYBTE'ler ile öğrencilerin son test modelleme çalışması sürecinde sergilenen analogik akıl yürütme becerisinin bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırma (AAY1) ve bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sınıma ve model üzerinde uyarlama yapma (AAY2) göstergelerine ilişkin davranışlarında gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Uygulanan MBYBTE'ler ile öğrencilerin son test modelleme çalışması sürecinde sergilenen yapısal ilişki eşleştirme becerisinin model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği yapılar belirleme (YİE1) ve model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeleri belirleme (YİE2) göstergelerine ilişkin davranışlarında gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Uygulanan MBYBTE'ler ile öğrencilerin son test modelleme çalışması sürecinde sergilenen malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları tanıma (MAİK1), model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilme (MAİK2) ve model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit etme ve bu sorunları çözme (MAİK3) göstergelerine ilişkin davranışlarında gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Uygulanan MBYBTE'ler ile öğrencilerin son test modelleme çalışması sürecinde sergilenen malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurma (MMİK1), model için seçtiği malzemeler ile

modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurma (MMİK2), model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etme (MMİK3) ve belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit etme ve bunların nasıl giderileceğini bilme (MMİK4) göstergelerine ilişkin davranışlarında gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Uygulanan MBYBTE'ler ile öğrencilerin son test modelleme çalışması sürecinde sergilenen modele ilişkin araştırma yapma becerisinin modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilme (MİAY1), modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilme (MİAY2) ve modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme (MİAY3) göstergelerine ilişkin davranışlarında gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Uygulanan MBYBTE'ler ile öğrencilerin son test modelleme çalışması sürecinde sergilenen model planı hazırlama becerisinin yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli şekilde oluşturma (MPH1), yapacağı modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtme (MPH2) ve modelleme sürecini organize etme (MPH3) göstergelerine ilişkin davranışlarında gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Öğrencilerin yukarıda belirtilen modelleme becerilerinin gelişiminde MBYBTE'lerin etkili olduğu ve bu becerilerin gelişimine katkı sağlayacak yapıda hazırlandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

- Bununla birlikte orijinal fikir üretme becerisi kapsamında yer alan modeli için rutin olmayan bir taslak çizme (OFÜ1), modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma (OFÜ3) ve kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma (OFÜ4) göstergeleri pek çok öğrencide istendik gelişim görülmesine de bazı öğrencilerin bu göstergelerin başlangıç durumuna göre az da olsa değişim gösterdiği ve modelleme sürecine katılmadan önceki durumuna göre nispeten yüksek düzeyde davranış sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

## 6. 2. Öneriler

Öğrencilerin modelleme becerilerini belirlemek ve bu becerileri araştırmacı tarafından oluşturulan MBYBTE'ler aracılığıyla geliştirmeyi ve oluşturulan bu etkinliklerin etkililiğini değerlendirmeyi amaçlayan bu araştırmada, öğrencilerin farklı modelleme becerilerine sahip olduğu ve modelleme becerilerinin farklı şekillerde geliştiği gözlenmiştir. Bu bölümde elde edilen sonuçlar ışığında öneriler sunulmuştur.



### 6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

Öğrencilerde kavramsal boyutta öğrenme sağlamanın yöntemlerinden biri de modellemeye dayalı öğretim gerçekleştirilebilir. Modellemeye dayalı öğretim süreci de bilimsel bir süreç olup sanıldığı gibi kolay değildir. Literatürdeki yaygın görüşlerden biri de modelleme sürecinin istenilen düzeyde ilerleyebilmesi için öğrencilerin hazır bulunuşlukları ve teorik bilgileri, öğretmenin hazır bulunuşluğu, kullanılan materyaller ve en önemlisi de modelleme sürecinde öğrencilerin sahip olması gereken becerilerinin etkin bir şekilde belirlenebilmesinin gerekliliğidir. Bu görüşten hareketle bu çalışmada öncelikle öğrencilerin modelleme becerileri belirlenmiş, daha sonra belirlenen bu beceriler temel alınarak MBYBTE'ler geliştirilerek öğrencilere uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda öğrencilerin belirlenen modelleme becerilerinin uygulamadan önceki durumuna göre pozitif yönde değiştiği görülmüştür. Yani öğrencilerin MBYBTE'ler aracılığıyla yapılan modelleme çalışmaları sayesinde modelleme becerileri gelişmiştir. Bu doğrultuda fen dersleri kapsamında gerçekleştirilecek modelleme süreçlerinin ve bu süreçler sonunda üretilecek modellerin etkili olabilmesi için, bunlardan önce öğrencilerde belirlenen modelleme becerilerinin geliştirilmesi, sonrasında bu modelleme sürecine geçilerek model üretilmesi önerilmektedir.

Modellemeye dayalı öğretim sürecini olumlu etkileyen bir diğer durum da MBYBTE'lerin varlığıdır. Hem ilgili literatüre hem de yapılan bu araştırmaya dayanarak öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmenin bir diğer yönteminin de bilgisayar tabanlı etkinliklerin derslerde kullanılmasının gerektiği düşünülmektedir. Çünkü zamandan tasarruf edilmesi gereken ve modelin sınıf ortamına getirilememesi gibi durumlarda MBYBTE'ler devreye girerek, öğrencilerin derslerde kullanabilecekleri ve fen öğretimine katkı sağlayabilecek modelleri arzu edilen düzeyde oluşturmaları sağlanacaktır.

Sonuç olarak fen öğretiminde yer alan kazanımları öğrencilere kazandırabilmenin etkili yöntemlerinden biri de modellemeye dayalı öğretim yöntemleridir. Çünkü fennin doğası gereği öğrencilere verilmesi istenen kazanımlar deney ve gözlem sonucunda daha kalıcı hale gelebilir. Bu süreçte de öğrencileri en aktif kılan yöntemlerden biri modellemeye dayalı öğrenme olarak karşımıza çıkmaktadır. Modellemeye dayalı öğrenmenin gerçekleştirilmesi için de bu araştırmada yer alan modelleme becerilerinin hem öğretmenlere hem de öğrencilere kazandırılması gerekir. Söz konusu becerileri kazanan bireyler modelleme etkinliklerini derslerinde kolaylıkla kullanabileceklerdir. Geliştirilen MBYBTE'lerin öğretmenlerin fen derslerinde gerçekleştireceği modelleme süreçlerine katkı sağlayabilmesi için, geliştirilen etkinlikler öğretmenlere tanıtılmalı, sınıf içi kullanım alanları irdelenmeli ve derslerine muhtemel katkıları açıklanarak, bu tür etkinliklerin uygulanması konusunda ikna edilmeli ve olumlu tutum geliştirmeleri sağlanmalıdır.

## 6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

Yürütülen bu araştırmada öğrencilerin modellemeye yönelik sahip olması gereken becerileri belirlenmiş, bu beceriler doğrultusunda bilgisayar tabanlı etkinlikler hazırlanmış ve hazırlanan bu etkinlikler aracılığıyla öğrencilerin modelleme becerilerindeki değişim incelenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin sahip olduğu modelleme becerilerini ölçebilecek nitelikte bir derecelendirmeli puanlama anahtarı geliştirilmiştir. İlköğretim kademesindeki öğrencilerin sahip olduğu modelleme becerilerinin geliştirilmesine yönelik hazırlanan bu etkinlikler ve derecelendirmeli puanlama anahtarı, farklı kademelere göre revize edilerek kullanılabilir. Yani bu araştırmada kullanılan yöntem ve geliştirilen materyaller, farklı kademe de öğrenim görmekte olan öğrencilere veya fen bilimleri derslerini yürüten öğretmenlerin örneklem olarak belirlendiği bir araştırmada, söz konusu katılımcıların modelleme deneyimlerini konu edinen araştırmalar çerçevesinde kullanılabilir.

Araştırmadan elde edilen bulgularda MBYBTE'lere dayalı etkinliklerin öğrencilerin uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama, uzamsal rotasyon, orijinal fikir üretme, analogik akıl yürütme, yapısal ilişki eşleştirme, malzeme araç ilişkisi kurma, malzeme model ilişkisi kurma, modele ilişkin araştırma yapma becerilerini geliştirdiği görülmüştür. Bu durum bilgisayar destekli modelleme etkinliklerinin öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmede etkili olduğu dikkate alındığında, ileride yapılacak olan araştırmalarda bilgisayar destekli etkinliklerine, istenilen her an ulaşılabilesini sağlamak amacıyla online bir sistem üzerinden öğrencilere sunulması sağlanabilir.

Bu araştırmanın amaçlarından biri de araştırmacı tarafından geliştirilen MBYBTE'lerin öğrencilerin modelleme becerileri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmaktır. Araştırmada yapılan analizler ve gözlemler sonucunda öğrencilerin orijinal fikir üretme becerisinin modeli için rutin olmayan bir taslak çizme (OFÜ1), modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma (OFÜ3) ve kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlama/oluşturma (OFÜ4) göstergeleri çerçevesinde sergilenen davranışlarının arzu edilen düzeyde gelişmediği fark edilmiştir. Gösterge davranışları incelendiğinde, öğrencilerin bu becerisinin geliştirilebilmesi için uygulanacak etkinliklerin uzun bir süreyi kapsamaması gerektiği düşünülmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin orijinal fikir üretme becerilerine yönelik geliştirilen MBYBTE'lerin daha uzun bir süre zarfında uygulanması ve etkililiğinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

Bu araştırma Trabzon şehir merkezinde yer alan bir ortaokulda öğrenim gören öğrencilerle yürütülmüştür. Bununla birlikte araştırma kapsamında belirlenen modelleme becerilerinin, taşrada öğrenim gören öğrencilerde ne düzeyde olduğunun belirlenmesi ve geliştirilen etkinliklerin bu öğrencilerin modelleme becerilerine olan etkisi incelenebilir. Benzer şekilde, taşrada öğrenim gören bu öğrencilerin bilgisayar tabanlı etkinlikleri

uygulanması mümkün değilse, bu öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştirilmesine yönelik alternatif etkinlik ortamları tasarlanıp uygulanabilir.

Araştırma kapsamında soyut işlemler döneminde yer alan ortaokul öğrencileri ile çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Modelleme etkinliklerinin ve model kullanımının son derece önemli olduğu okul öncesi dönemi düşünüldüğünde, belirlenen becerilerin okul öncesi dönemindeki çocuklarda hangi düzeyde bulunduğu, bu çocuklarda daha farklı becerilerin olup olmadığının belirlenmesi önerilmektedir. Bununla birlikte bu çocukların belirlenecek modelleme becerilerinin nasıl geliştirilebileceğine ilişkin farklı etkinliklerin yer aldığı çalışmalar yürütülebilir.

Fen bilimleri dersi öğretim programı düşünüldüğünde, yaklaşık olarak her beş kazanımdan birisinin modelleme ile doğrudan ya da dolaylı bir şekilde ilişkili olduğu görülmektedir. Bununla birlikte diğer kazanımlar çerçevesinde de modelleme etkinlikleri yürütülebilir. Modellemenin fen eğitimindeki bu önemli yeri ve muhtemel katkıları düşünüldüğünde, eğitim fakültelerinde öğrenim gören öğrencilerin, araştırma kapsamında belirlenen modelleme becerileriyle tanıştırılmalı, bu bağlamda Özel Öğretim Yöntemleri, Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı gibi derslerde etkinlikler yaptırılmalı, öğretmenlik süreçlerinde yer verecekleri modelleme etkinliklerinin verimli bir şekilde yürütülmesine katkı sağlanmalıdır.

## 7. KAYNAKLAR

- Akar, Ü. (2007). *Öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve eleştirel düşünme beceri düzeyleri arasındaki ilişki* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Aktan, M. B. (2005). *Investigation of prospective teachers' knowledge and understanding of models and modeling and their attitudes towards the use of models in science education* (Unpublished doctoral dissertation). Purdue University, Indiana, USA.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1991). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Araya, R., Jiménez, A., Bahamondez, M., Calfucura, P., Dartnell, P. and Soto-Andrade, J. (2012). Teaching modeling skills using a massively multiplayer online mathematics game. *World Wide Web*, 17(2), 213-227.
- Arslan, A. (2013). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırd tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Arslan, A. ve Doğru, M. (2014). Modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırd tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi. *Mediterranean Journal of Humanities*, 4(2),1-17.
- Ayas, A. (2006). Kavram öğrenimi. S. Çepni (Ed.), (5. baskı), *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi içinde* (s. 100-125). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Ayvacı, H. Ş. ve Bakırcı, H. (2012). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin fen öğretim süreçleriyle ilgili görüşlerinin 5E modeli açısından incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(2), 132-151.
- Ayvacı, H. Ş. and Yılmaz, B. C. (2009). Investigating the effect of drama activity called 'mirrors and their usage' to student succession developed according to elaborating stage of 5E model. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2712–2717.
- Ayvacı, H. Ş., Bebek, G., Atik, A., Keleş, C. B. ve Özdemir, N. (2016). Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerin modelleme süreci içerisinde incelenmesi: Hücre konusu örneği. *Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 175-188.
- Baek, H. (2013). *Tracing fifth-grade students' epistemologies in modeling through their participation in a model-based curriculum unit* (Unpublished doctoral dissertation). Michigan State University, United States.
- Baenninger, M. and Newcombe, N. (1995). Environmental input to the development of sex-related differences in spatial and mathematical ability. *Learning and Individual Differences*, 7, 363–379.

- Bağcı-Kılıç, G. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim Online*, 2(1), 42-51.
- Bağcı-Kılıç, G. (2006). *İlköğretim bilim öğretimi*. Morpa Kültür Yayınları.
- Bakker, M. (2008). *Spatial ability in primary school: Effects of the tridio learning material* (Unpublished master's thesis). University of Twente, Netherland.
- Bamberger, Y. M. and Davis, E. A. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213-238.
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M. and Keating, T. (2000). Virtual solar sysytem project: Building understanding through model building. *Journal of Research and Science Teaching*, 37(7), 719-756.
- Barnea, N. and Dori, Y. J. (2000). Computerized molecular modeling: The new technology for enhance model perception among chemistry educators and learners. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 109-120.
- Batı, K. (2014). *Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkililiği; bu eğitimin öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerini etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bender, A. E. (1978). *An introduction to mathematical modelling*. New York: Willey.
- Berber, N. C. ve Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fende rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 87-97.
- Bıyıklı, C. (2013). *5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş eğitim durumlarının bilimsel süreç becerileri, öğrenme düzeyi ve tutuma etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bilal, E. (2010). *Elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançlara etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bilgin, İ. ve Geban, Ö. (2001). Benzetim (analoji) yöntemi kullanarak lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26-32.
- Black, M. (1962). *Models and metaphors. Studies in language and philosophy*. New York, NY: Cornell University Press.
- Blum, W. and Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modeling problems? In C. R. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA-12): Education, engineering and economics* (pp. 222-231). Chichester: Horwood Publishing.

- Boakes, N. (2009). Origami instruction in the middle school mathematics classroom: Its impact on spatial visualization and geometry knowledge of students. *Research in Middle Level Education*, 32(7), 1-12.
- Borges, A. T. and Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95-117.
- Boulter, C. J. and Buckley, B. C. (2000). Constructing a typology of models for science education. In J. K. Gilbert & C. J. Botuler (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 41-57). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Boyrac, Ş. (2008). *The effects of computer-based instruction on seventh grade students' ability, attitudes toward geometry, mathematics and technology* (Unpublished master's thesis). Middle East Technical University, Graduate School of Social Sciences, Ankara.
- Brown, D. E. and Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.
- Bruner, J. S. (1966). *Towards a theory of instruction*. Harvard University Press: Cambridge.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (8. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Campbell, T., Zhang, D. and Neilson, D. (2011). Model based inquiry in the high school physics classroom: An exploratory study of implementation and outcomes. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 258-269.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cartier, J., Rudolph, J. and Stewart, J. (2001). The nature and structure of scientific models. <http://www.wcer.wisc.edu/ncisla> adresinden 7 Mart 2004 tarihinde edinilmiştir.
- Chaffee, J. (2000). *Thinking critically* (6th ed.). Boston: Houghton Mifflin.
- Chamizo, J. (2013). A new definition of models and modeling in Chemistry's teaching. *Science & Education*, 22(7), 1613-1632.
- Chang, S. (2008). The learning effect of modeling ability instruction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2), 1-21.
- Chittleborough, G. D. and Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education: Research and Practice*, 8(3), 274-292.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., Mamiala, T. L. and Mocerino, M. (2005). Students' perceptions of the role of models in the process of science and in the process of learning. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 195-212.

- Chiu, M. H. (2007, December). *The theoretical framework and the development of the instrument regarding model and modeling*. Paper presented at the 23rd Annual Meeting of Science Education in Taiwan, Taiwan.
- Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism: Protocol evidence on sources of creativity in science. In G. Glover, R. Ronning & C. Reynolds (Eds.) *Handbook of Creativity: Assessment, Theory and Research* (pp.341-381). NY: Plenum.
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241-1257.
- Clements D. H. and Battista M. T. (1990). The effects of logo on children's conceptualizations of angle and polygons. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(5), 356-371.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. and Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Coll, R. K. and Treagust D. F. (2003). Learners mental models of metallic bonding: A cross-age study. *Science Education*, 87, 685-707.
- Coll, R. K., France, B. and Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: Implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Cresswell, J. W. and Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed method research*. London: Sage Publications.
- Çakmak, S. (2009). *An investigation of the effect of origami-based instruction on elementary students' spatial ability in mathematics* (Unpublished master thesis). Middle East Technical University, Graduate School of Social Sciences, Ankara.
- Çepni, S. (2005). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi* (4. baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Çepni, S. ve Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı. ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çiltaş, A. and Işık, A. (2013). The effect of instruction through mathematical modelling on modelling skills of prospective elementary mathematics teachers. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1187-1194.
- Davey, L. (1991). The application of case study evaluations. *Practical Assessment Research & Evaluation*, 2(9), 1-2. <https://pareonline.net/getvn.asp?v=2&n=9> adresinden 14 Temmuz 2018 tarihinde edinilmiştir.

- Demirçalı, S. (2016). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel model gelişimlerine etkisi: 7. sınıf güneş sistemi ve ötesi-uzay bilmecesi ünitesi örneği* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Düşkün, İ. (2011). *Güneş-dünya-ay modeli geliştirilmesi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi eğitimindeki akademik başarılarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. New Jersey: Prentice Hall.
- Eraso, M. (2007). *Connecting visual and analytic reasoning to improve students' spatial visualization abilities: A constructivist approach* (Unpublished doctoral dissertation). Florida International University, Miami, Florida.
- Erduran, S. (1999). *Merging curriculum design with chemical epistemology: A case of learning chemistry through modeling* (Unpublished doctoral dissertation). Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, USA.
- Ergin, İ., Özcan, İ. ve Sarı, M. (2012). Farklı akademik unvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(1), 142-159.
- Facione, P. A. (1990). *Executive summary: Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. Millbrae, CA: The California Academic Press.
- Facione, P. A., Giancarlo, C. A., Facione, N. C. and Gainen, J. (1995). The disposition toward critical thinking. *Journal of General Education*, 44(1), 1-25.
- Fisher, R. (2005). *Teaching children to learn* (2nd ed.). Cheltenham: Nelson Thornes.
- Frederiksen, J. R., White, B. Y. and Gutwill, J. (1999). Dynamic mental models in learning science: The importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 806-836.
- Gagne, R. M. (1965). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Gainsburg, J. (2008). Real-world connections in secondary mathematics teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(3), 199-219.
- Gentner, D. and Gentner, D. R. (1983). Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 99-129). Hillsdale, New Jersey, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.



- Giere, R. (1991). *Understanding scientific reasoning* (3rd ed.) Fort Worth, TX: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Gilbert, J. and Boulter, C. (1997). Learning science through models and modelling. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education, Part 1* (pp. 53-66). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J. and Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education*, (pp. 3–18). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, S. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 73–79
- Gobert, J., Snyder, J. and Houghton, C. (2002, April). *The influence of students' understanding of models on model-based reasoning*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), New Orleans.
- Gordin, D. N. and Pea, R. D. (1995). Prospects for scientific visualization as an educational technology. *Journal of the Learning Sciences*, 4(3), 249-279.
- Gözmen, E. (2008). *Lise 1. sınıf biyoloji dersinde okutulan "mayoz bölünme" konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gravemeijer, K. and Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research*, (pp. 45-85). London: Routledge.
- Grosslight, L., Unger, C. and Jay, E. (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.
- Gruber, T. R. (1992). *Model formulation as a problem solving task: Computer-assisted engineering modeling* (Technical Report KSL 92-57). Stanford University, Knowledge Systems Laboratory.
- Guthrie, E. R. (1952). *The psychology of learning*. New York: Harper & Row.
- Gülçiçek, Ç. ve Güneş, B. (2004). Materializing the concepts during science instruction: modeling strategy, computer simulations and analogies. *Science and Education* 29(134), 36-48.
- Gülçiçek, Ç., Bağ, N. ve Moğol, S. (2003). Öğrencilerin atom yapısı-güneş sistemi pedagojik benzeştirme (analoji) modelini analiz yeterlilikleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 74-84.
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M. (2008). Modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 65-90.

- Günbatar, S. ve Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Güneş, B., Bağcı, N. ve Gülçiçek, Ç., (2004). Fen bilimlerinde kullanılan modellerle ilgili öğretmen görüşlerinin tespit edilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4, 1-14.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1, 35-48.
- Halloun, I. A. (2004). *Modeling theory in science education*. Dordrecht: Springer.
- Harré, R. (2004). *Modeling: Gateway to the unknown*. Amsterdam: Elsevier.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students. *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (1998). Modeling in science lessons: Are there better ways to learn with models. *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (2000a). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22, 1011-1026.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (2000b). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84, 352-381.
- Heddens, J. W. (2005). *Improving mathematics teaching by using manipulatives*. Retrieved September 14, 2017, from <http://www.fed.cuhk.edu.hk/~fllee/mathfor/edumath/9706/13hedden.html>.
- Hestenes, D. (1995). Modeling software for learning and doing physics. In C. Bernardini, C. Tarsitani & M. Vincentini (Eds.), *Thinking physics for teaching* (pp. 25-66). New York: Plenum.
- Hestenes, D. (2002). Reforming the mathematical language of physics, oersted medal lecture. *American Journal of Physics*, 71(2), 104-121.
- Higgins, J. M. (1994). *101 Creative problem solving techniques: the handbook of new ideas for business*. New York, NY: New Management Publishing.
- Hodson, D. (1992). Towards a framework for multicultural science education. *Curriculum*, 13(1), 15-28.
- Huguet, M. J., Erschler, J., De Terssac, G. and Lompré, N. (1996). Negotiation based on constraints in cooperation. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 5(2), 267-284.

- Hung, J. and Lin, J. (2009). The Development of the simulation modeling system and modeling ability evaluation. *International Journal of u-and e-Service, Science and Technology*, 2(4).
- Hung, W. (2008). Enhancing systems-thinking skills with modelling. *British Journal of Educational Technology*, 39(6), 1099-1120.
- Ingham, A. M. and Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026.
- Jorgenson, O., Cleveland, J. and Vanosdall, R. (2004). *Doing good science in middle school: A practical guide to inquiry-based instruction*. NSTA Press.
- Justi, R. and Gilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the atom'. *International Journal of Science Education*, 22, 993–1009.
- Justi, R. S. (2000). Teaching with historical models. In J. K. Gilbert & C. J. Botuler (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 209-226). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Justi, R. S. and Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387.
- Justi, R. S. and Gilbert, J. K. (2005). Investigating teachers' ideas about models and modelling—some issues of authenticity. In K. Boersma, M. Goedhart, O. de Jong & H. Eijkelhof (Eds.) *Research and the quality of science education* (pp. 325-335). Netherlands: Springer.
- Justi, R. S. and Van Driel, J. (2005). A case study of the development of a beginning chemistry teacher's knowledge about models and modelling. *Research in Science Education*, 35(2-3), 197-219.
- Karagöz, Ö. ve Sağlam-Arslan, A. (2012). İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 132-142.
- Karamanoğlu, S. S. (2006). *İlköğretim öğrencilerinin fen başarılarının değerlendirilmesinde sorgulama programının kullanılması: Portfolyo* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karasar, N. (2002). *Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, ilkeler, teknikler*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kaufmann, H., Steinbügl, K., Dünser, A. and Glück, J. (2005). Improving spatial abilities by geometry education in augmented reality-application and evaluation design. In S. Richir & B. Tavel (Eds.), *The Virtual Reality International Conference (VRIC)* (pp. 25-34), France: Laval.

- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kimura, D. (1996). Sex, sexual orientation and sex hormones influence human cognitive function. *Current Opinion in Neurobiology*, 6, 259–263.
- Kimura, D. (1999). *Sex and cognition*. Cambridge: MIT Press.
- LeCompte, M. D. and Goetz, J. P. (1982). Problems of reliability and validity in ethnographic research. *Review of Educational Research*, 52(1), 31-61.
- Lehrer, R. and Schauble, L. (2006). Scientific thinking and science literacy: Supporting development in learning. In W. Damon, R. M. Lerner, K. A. Renninger, I. E. Sigel & Hoboken (Eds.), *Handbook of child psychology*, (pp. 153-196). New Jersey: Wiley.
- Lesh, R. A. and Doerr, H. (2003). Foundations of model and modelling perspectives on mathematic teaching and learning. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modelling perspectives on mathematics teaching, learning and problem solving* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R. and Sriraman, B. (2005). Mathematics education as a design science. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 37(6), 490-505.
- Lind, K. (2005). *Exploring science in early childhood: A developmental approach*. Boston, Massachusetts: Thomson Delmar Learning.
- Linn, M. C. and Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1993). *Spatial ability and G*. Paper presented at the First Spearman Seminar, University of Plymouth, Iowa. Retrieved May 25, 2018, from <http://faculty.education.uiowa.edu/dlohman>.
- Maaß, K. (2007). Modelling in class: What do we want the students to learn? In mathematical modeling. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan. *Mathematical Modelling*, (pp. 63-78). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Maia, P. F. and Justi, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. *International Journal of Science Education*, 31(5), 603-630.
- Marshall C. and Rossman, G. B. (2006). *Designing qualitative research*. Thousands Oaks: Sage Publication.
- Marshall, C. and Rossman, G. B. (2006). *Designing qualitative research* (4th ed.). USA: Sage Publications.
- Martin, D. J. (1997) *Elementary science methods a constructivist approach*. Delmar Publishers.

- Marzano, R. J., Brandt, R. S., Hughes, C. S., Jones, B. F., Presseisen, B. Z., Rankin, S. C. and Suhor, C. (1988). *Dimensions of thinking: A framework for curriculum and instruction*. Alexandria, VA: The Association for Supervision and Curriculum Development.
- Matthews, M. R. (2007). Models in science and in science education: An introduction. *Science & Education*, 16(7-8), 647-652.
- Mauzy, J. and Harriman, R. A. (2003). Three climates for creativity. *Research-Technology Management*, 46(3), 27-30.
- McClurg, P. and Chaille, C. (1987). Computer games: Environments for developing spatial cognition. *Journal of Educational Computing Research*, 3, 95–111.
- McClurg, P., Lee J., Shavalier M. and Jacobsen, K. (1997). Exploring children's spatial visual thinking in an hypergami environment. In R. E. Griffin, J. M. Hunter, C. B. Schiffman & W. J. Gibbs (Eds.), *Visionquest: Journeys toward visual literacy*. (pp. 257-266). Wyoming: International Visual Literacy Association.
- McKenney, S. and Reeves, T. C. (2013). Systematic review of design-based research progress: Is a little knowledge a dangerous thing. *Educational Researcher*, 42(2), 97-100.
- McKnown, M. L. (1997). *Improving leadership through better decision making: Fostering critical thinking* (Research Report). The Research Department Air Command and Staff College.
- Méheut, M. (2004). Designing and validating two teaching–learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), 605-618.
- Mendonça, P. C. C. and Justi, R. (2011). Contributions of the 'Model of Modelling' diagram to the learning of ionic bonding: Analysis of a case study. *Research in Science Education*, 41(4), 479–503.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev.) Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Metcalf, J. S., Krajcik, J. and Soloway, E. (2000). MODEL-IT: A design retrospective. In M. J. Jacobson & R. B. Kozma (Eds.), *Innovations in science and mathematics education* (pp. 77–115). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Michalko, M. (2006). *Thinkertoys: A handbook of creative thinking techniques*. Berkeley, California, CA: 10 Speed Press.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı Yayını.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

- 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 Yayınları.
- Morgan, M. S. and Morrison, M. (1999). *Models as mediators: Perspectives on natural and social science*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- National England Curriculum [NEC]. (2013). *The National Curriculum in England, Key stages 1 and 2 Framework Document*. London: Department for Education.
- National Research Council [NRC] (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Teachers Association [NSTA]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Nunez-Oviedo, M. C. (2004). *Teacher-student co-construction process in biology: Strategies for developing mental models in large group discussions* (Unpublished doctoral dissertation). Graduate School of University of Massachusetts, Amherst.
- Ogan Bekiroğlu, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555–593.
- Olkun, S. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 2(4), 86-91.
- Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartın, F. ve Gülbağcı, H. (2010). Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 65-73.
- Örnek, F. (2008). Models in science education: applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(2), 35-45.
- Özdemir, A. A. (2017). *Eğitim fakültelerindeki fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme hakkındaki düşüncelerinin analizi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Padilla, M. J. (1990). The science process skills. *Research Matters - to the Science Teacher*. Retrieved December 1, 2018, from <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/publications/research/skill.htm>.
- Perkins, D. N. (1991). What creative thinking is. In A. L. Costa (Ed.), *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (Rev. 1<sup>st</sup> ed.) (pp. 85-88). Alexandria, Virginia, VA: ASCD.

- Rafi, A., Samsudin, K. A. and Ismail, A. (2006). On improving spatial ability through computer-mediated engineering drawing instruction. *Educational Technology & Society*, 9(3), 149-159.
- Raghavan, K. and Glaser, R. (1995). Model-based analysis and reasoning in science: The MARS curriculum. *Science Education*, 79(1), 37–61.
- Raghavan, K., Sartoris, M. L. and Glaser, R. (1998). Why does it go up? The impact of the MARS curriculum as revealed through changes in student explanations of a helium balloon. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 547–567.
- Rapps, J. (1998). *Testing a theoretical model of critical thinking and cognitive development*. (Unpublished doctoral dissertation). University of San Diego, USA.
- Roth, W. M. and McGinn, M. K. (1998). Inscriptions: A social practice approach to representations. *Review of Educational Research*, 68, 35-59.
- Saito, T., Suzuki, K. and Jingu, T. (1998, July). *Relations between spatial ability evaluated by a mental cutting test and engineering graphics education*. Paper presented at Eighth International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry, Austin, USA.
- Sayan, Y. ve Hamurcu, H. (2018). İlköğretim fen ve teknoloji dersi için geliştirilen materyallerin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerine ve öz kavramlarına etkileri. *Education Sciences*, 13(2), 106-120.
- Schauble, L., Glaser, R., Raghavan, K. and Reiner, M. (1991). Casual models and experimentation strategies in scientific reasoning. *The Journal of the Learning Sciences*, 1, 201-238.
- Schmidt R. A. and Wrisberg C. A. (2004). *Motor learning and performance* (3rd ed.), Champaign IL: Human Kinetics.
- Schwarz, C. V. and White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23, 165-205.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., ... Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Seel, N. M. (2001). Epistemology situated cognition and mental models: Like a bridge over troubled water. *Instructional Science*, 29(45), 403-427.
- Shen, J. and Confrey, J. (2007). From conceptual change to transformative modeling. A case study on elementary teacher and learning astronomy. *Science Education*, 91, 948-966.
- Sins, P. H., Savelsbergh, E. R. and Van Joolingen, W. R. (2005). The difficult process of scientific modelling: An analysis of novices' reasoning during computer-based modelling. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1695-1721.

- Sol, M., Gimenez, J. and Rosich, N. (2011). Project modelling routes in 12-16 year old pupils. *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling*, 1, 231-240.
- Songer, N. and Linn, M. (1991). How do students' views influence knowledge integration. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.
- Soylu, H. (2004). *Fen öğretiminde yeni yaklaşımlar: Keşif yoluyla öğrenme*. İstanbul: Nobel Yayıncılık.
- Spencer, K. T. (2008). *Preservice elementary teacher's two-dimensional visualization and attitude toward geometry: Influences of manipulative format* (Unpublished doctoral dissertation). University of Florida, USA.
- Stanley, M. (2009). *Çocuk ve beceri* (İ. Özbaş, Çev.). İstanbul: Ekinoks Yayıncılık.
- Stratford, S. J. (1997). A review of computer-based model research in precollege science classrooms. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 16(1), 3-23.
- Stratford, S. J., Krajcik, J. and Soloway, E. (1998). Secondary students' dynamic modeling processes: Analyzing, reasoning about, synthesizing and testing models of stream ecosystems. *Journal of Science Education and Technology*, 7(3), 215-234.
- Svoboda, J. and Passmore, C. (2013). The strategies of modeling in biology education. *Science and Education Journal*, 22, 119-142.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016). Ortaokul öğrencilerin modelleme deneyimleri: Kâğıttan uçak yapma yarışması problemi. *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 34-44.
- Şandır, H. (2010). *Matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının tasarladıkları ve uyguladıkları modellerine ait süreçlerin incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Taylor, I., Barker, M. and Jones, A. (2003). Promoting mental model building astronomy education. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1205-1225.
- Temiz, B. K. (2007). *Fizik öğretiminde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tican, C. (2013). *Yansıtıcı düşünmeye dayalı öğretim etkinliklerinin öğretmen adaylarının yansıtıcı düşünme becerilerine, eleştirel düşünme becerilerine, demokratik tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. and Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.




- Ünal, G. (2005). *Fen öğretiminde derinliğine öğrenme: basınç konusunda modelleme* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi) Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Ünal-Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. Sınıf ışık ünitesi örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ünal-Çoban, G. ve Ergin, Ö. (2011). Bilimsel bilginin varlık alanına modellemeye dayalı öğretimle bakış. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(2), 211-254.
- Valanides, N. and Angeli, C. (2008). Learning and teaching about scientific models with a computer modeling tool. *Computers in Human Behavior*, 24, 220–233.
- Van Driel J. H. and Verloop N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.
- Van Driel, J. H. and 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.
- Vosniadou S. (2002). Mental models in conceptual development. In L. Magnani & N. J. Nersessian (Eds.) *Model-based reasoning* (pp. 353-368). Boston, MA: Springer.
- Wang, F. and Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Wells, M., Hestenes, D. and Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. *American Journal of Physics*, 63, 606-619.
- White B. Y. and Schwarz C. V. (1999). Alternative approaches to using modeling and simulation tools for teaching science. In W. Feurzeig & N. Roberts (Eds). *Modeling and simulation in science and mathematics education*. (pp. 226-256). New York: Springer.
- White, B. Y. (1993). Thinkertools: Causal models, conceptual change, and science education. *Cognition and Instruction*, 10(1), 1–100.
- Wilson, J. and Wing Jan, L. (1993). *Thinking for themselves*. Malvern, Victoria: Eleanor Curtain Publishing.
- Windschitl, M., Thompson, J. and Braaten, B. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.
- Yıldız, B. (2009). *Üç boyutlu ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkileri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Yılmaz, T. (2012). *Comparison of the effects of model – based and computer – based instruction on 9th grade students' spatial abilities and conceptual understanding of ionic lattice* (Unpublished doctoral dissertation). Boğaziçi University, Institute for Graduate Studies in Science and Engineering, İstanbul.
- Yin R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). California: SAGE Pub. Thousand Oaks.
- Yolcu, B. (2008). *Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin somut modeller ve bilgisayar uygulamaları ile geliştirme çalışmaları* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ysu, Y. S., Lin, L. F., Wu, H. K., Lee, D. Y. and Hwang, F. K. (2012). A novice-expert study of modeling skills and knowledge structures about air quality. *Journal of Science Education and Technology*, 21(5), 588-606.
- Yurt, E. and Sünbül, A. M. (2012). Effect of modeling-based activities developed using virtual environments and concrete objects on spatial thinking and mental rotation skills. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(3), 1987-1992.
- Yurt, S. (2011). *Sanal ortam ve somut nesnelere kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Zeynelgiller, O. (2006). *İlköğretim II. kademe fen bilgisi dersi kimya konularında model kullanımının öğrenci başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Zhang, B. (2003). *Exploring middle school science students' computer-based modeling practices and their changes over time* (Unpublished doctoral dissertation). University of Michigan, Ann Arbor.



## **8. EKLER**

## Ek 1. Araştırma İzni

	<p>T.C. TRABZON VALİLİĞİ İl Millî Eğitim Müdürlüğü</p>
<p>Sayı : 82438636-604.02-E.3934329 Konu : Uygulama İzni (Sinan BÜLBÜL)</p>	<p>24/03/2017</p>
<p>VALİLİK MAKAMINA</p>	
<p>Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü lisansüstü öğrencilerinden Sinan BÜLBÜL'ün "Web Ve Mobil Tabanlı Etkinliklerin Öğrencilerin Modelleme Becerilerine Etkisi" konusundaki doktora önerisi ve ekleri Müdürlüğümüz Araştırma İzinleri Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenmiştir.</p>	
<p>Bahsi geçen araştırma izni talebi kapsamında ölçeğin, 2016-2017 bahar ve 2017-2018 güz yılında Ortahisar İlçesi Beşirli İMKB Ortaokulu'nda Bilim Uygulamaları dersi alan 5,6 ve 7. sınıf öğrencilerine yönelik olarak gönüllülük ve gizlilik esasına dayalı olarak uygulanması, uygulamalarda sadece yazımız ekindeki mühürlü ölçeklerin kullanılması komisyonumuzca kabul edilmiştir.</p>	
<p>Alınan izin doğrultusunda herhangi bir ses ve görüntü kaydı yapılmasına kesinlikle izin verilmeyecek olup, aynı zamanda elde edilen veriler araştırma kapsamı dışında kullanılmayacaktır.</p>	
<p>Bu çerçevede araştırmanın okul müdürünün de uygun göreceği zamanlarda uygulanması müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.</p>	
<p>Makamlarımızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.</p>	
<p>Hızır AKTAŞ Millî Eğitim Müdürü</p>	
<p>O L U R .../.../2017</p>	
<p>Nusret ŞAHİN Vali a. Vali Yardımcısı</p>	
<p>Trabzon Valiliği-İl Millî Eğitim Müdürlüğü Telefon : (0 462) 230 20 94 Faks : (0 462) 230 43 74 e-posta : istatistik61@meb.gov.tr</p>	<p>Bilgi İçin: Mesut KAŞ (Şube Müdürü) Tayfun SERDAR (Memur) İnt. Adresi : trabzon.zncb.gov.tr</p>
<p>Bu evrak gizli elektronik izno ile irtisaklanıyor. <a href="http://www.kocogru.meb.gov.tr">http://www.kocogru.meb.gov.tr</a> adresindeki 7e0c-bb37-3fc2-88ec-d1e7 koda ile kayıt edilebilir.</p>	

## Ek 2. Modelleme Becerilerine Yönelik Dereceli Puanlama Anahtarı

Beceriler		0 Puan	1 Puan	2 Puan
Uzamsal Beceriler	Uzamsal görselleştirme	İki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştüremez.	İki boyutlu çizimleri üç boyutlu çizimlere eksik şekilde dönüştürür.	İki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere sorunsuz dönüştürür.
		Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere dönüştüremez.	Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere eksik şekilde dönüştürür.	Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere sorunsuz dönüştürür.
	Uzamsal algılama	Sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kuramaz.	Sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki eksik bir şekilde ilişki kurabilir.	Sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasındaki bütün ilişkileri kurar.
	Uzamsal rotasyon	Nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri tahmin edemez.	Nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri eksik bir şekilde tahmin eder.	Nesnenin hareketi sonucu oluşacak değişiklikleri eksiksiz bir şekilde tahmin eder.
		İki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı açılara dönüşüm yapamaz.	İki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı açılara dönüşümü eksik bir şekilde yapar.	İki boyutlu çizimlere ilişkin zihninde farklı açılara dönüşüm yapar.
		Üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlerde dönüşüm yapamaz.	Üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlerde dönüşüm yapar.	Üç boyutlu nesnelere ilişkin zihninde farklı yönlerde dönüşüm yapar.
Orijinal Fikir Üretme	Modeli için rutin olmayan bir taslak çizemez.	Modeli için rutin olmayan bir taslağı eksik bir şekilde çizer.	Modeli için rutin olmayan bir taslak çizer.	
	Model için rutin olmayan malzemelere yer veremez.	Modeli için rutin olmayan bazı malzemelere yer verir.	Modeli için rutin olmayan malzemelere yer verir.	
	Modelini genel genel geçer modellerden farklı şekilde oluşturamaz.	Modelini genel geçer modellerden temel düzeyde farklı şekilde oluşturur.	Modelini genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlar/oluşturur.	
	Kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlayamaz.	Kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden temel düzeyde farklı bir şekilde oluşturur.	Kaynak nesnenin bir parçasını genel geçer modellerden farklı bir şekilde yorumlar.	
Analojik Akıl Yürütme	Bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kuramaz ve modelini yapılandıramaz.	Bir problemin çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle temel düzeyde benzerlik kurarak modelini yapılandırır.	Bir problem çözümüne yönelik olarak önceki deneyimleriyle benzerlik kurarak modelini yapılandırır.	
	Bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sunar, fakat model üzerinde uyarılama yapamaz.	Bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sunar, fakat model üzerinde uyarılmayı temel düzeyde yapar.	Bir problemin çözümüne yönelik geliştirilen modeli yeni durumlara göre sunar ve model üzerinde uyarılama yapar.	
Yapısal İlişki Eşleştirme	Model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği herhangi bir yapı belirleyemez.	Model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği bazı yapıları belirler.	Model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği tüm yapıları belirler.	
	Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında herhangi bir sistematik eşleşme belirleyemez.	Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında bazı sistematik eşleşmeleri belirler.	Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında tüm sistematik eşleşmeleri belirler.	
Malzeme-Araç İlişkisi Kurma	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçların tamamını tanıyamaz.	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçlardan temel düzeyde tanır.	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçların tamamını tanır.	
	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanamaz.	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları temel düzeyde kullanmayı bilir.	Model kapsamında kullanacağı malzemeler için gerekli araçları kullanmayı bilir.	
	Model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit edemez.	Model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit eder fakat bunları çözemez.	Model kapsamında kullanacağı malzemeler ile kullanacağı araçlar arasındaki sorunları tespit eder ve bu sorunları çözer.	

## Ek 2'nin devamı

Malzeme-Model İlişkisi Kurma	Model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kuramaz.	Model için seçtiği malzemeler ile modelin bazı fiziksel özellikleri arasında ilişki kurar.	Model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurar.
	Model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kuramaz.	Model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında bazı ilişkileri kurar.	Model için seçtiği malzemeler ile modelin çalışma prensibi arasında ilişki kurar.
	Model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat etmez.	Model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına temel düzeyde dikkat eder.	Model için seçtiği malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmasına dikkat eder.
	Belirlediği malzemelerin model ile ilişkisi noktasında sorunları tespit edemez ve bunların nasıl giderileceğini bilemez.	Belirlediği malzemelerin model ile ilişkisi noktasında sorunları kısmen tespit eder ve bunların nasıl giderileceği noktasında kısıtlı bilgi sahibidir.	Belirlediği malzemelerin modeli ile ilişkisi noktasında sorunları tespit eder ve bunların nasıl giderileceğini bilir.
Modele İlişkin Araştırma Yapma	Modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilemez.	Modele ilişkin yapacağı araştırmanın bazı basamaklarını bilir.	Modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarını bilir.
	Modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilemez.	Modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları temel düzeyde bilir.	Modele ilişkin yapacağı araştırma kapsamında yararlanacağı kaynakları bilir.
	Modele ilişkin araştırma kapsamında topladığı verileri analiz edemez.	Modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri temel düzeyde analiz eder.	Modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz eder.
Model Planı Hazırlama	Yapacağı modelin taslağını oluşturamaz.	Yapacağı modelin taslağını kısmen ve ölçekli şekilde oluşturur.	Yapacağı modelin taslağını eksiksiz ve ölçekli şekilde oluşturur.
	Yapacağı modelin taslağı üzerinde hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtmez.	Yapacağı modelin taslağı üzerinde hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını temel düzeyde belirtir.	Yapacağı modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanılacağını belirtir.
	Modelleme sürecini organize edemez.	Modelleme sürecin temel düzeyde organize eder.	Modelleme sürecini organize eder.

**Ek 3. MBYBTE'lere Ait Ekran Görüntüleri**  
**Analojik Bulmaca**

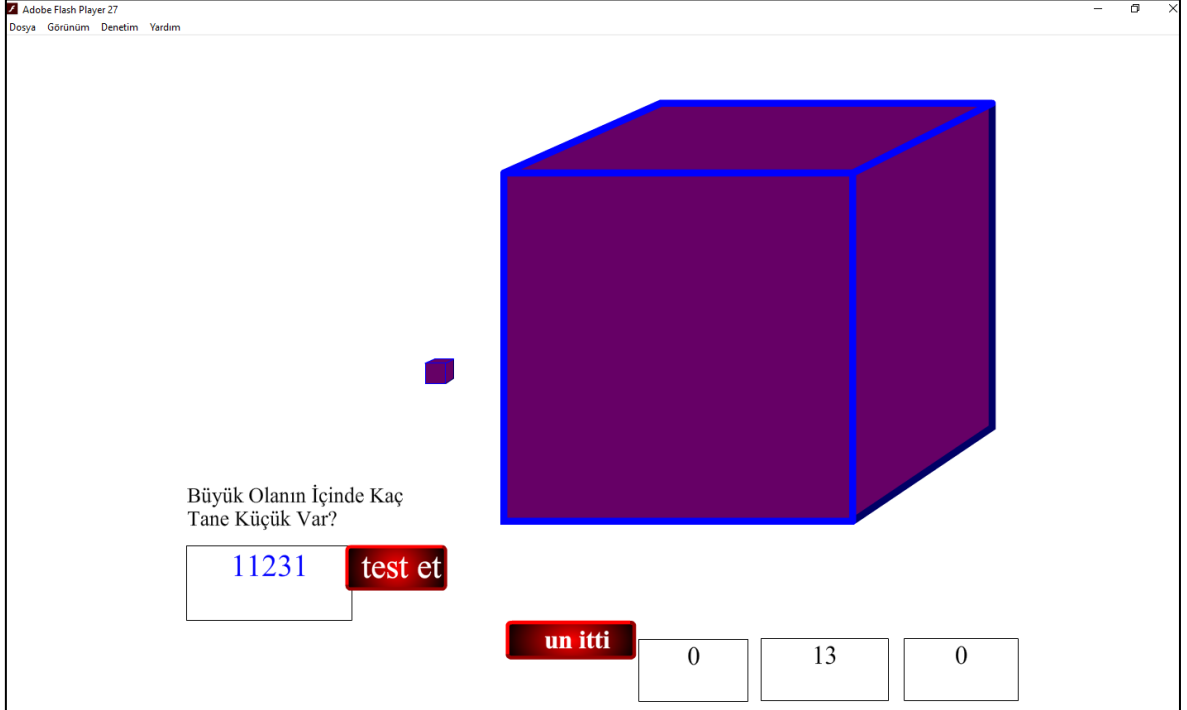
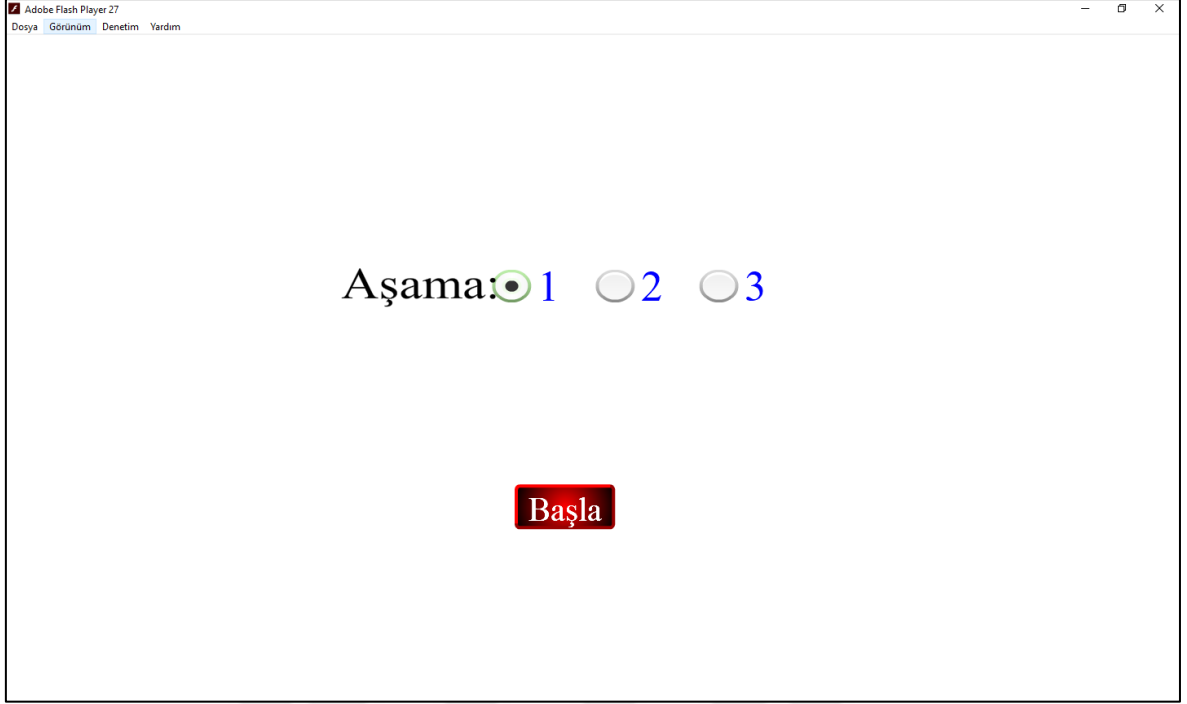
BULMACA

**Puan**

Cevap

- 1- Temel solunum sistemi organımız
- 2-Vücudumuzda kan pompalayan organ
- 3-Fiziksel sindirimi başlatan sert yapı
- 4-Oksijen taşıyan hücre
- 5- Kanın taşındığı yapı
- 6- Vücudumuzu yöneten organ
- 7- Vücudumuzda bilgi transferini gerçekleştiren hücre
- 8- Besinlerin bir süre depo edildiği sindirim sistemi organı
- 9-Besin emiliminin gerçekleştiği sindirim sistemi organı
- 10- Görme organımız
- 11- Kandaki atık maddelerin uzaklaştırıldığı boşaltım sistemi organı
- 12- Vücudumuzdaki savunma hücreleri

## Boyut Tahmini





## Canlıları Sınıflandırılma



Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

# Canlıların Sınıflandırılması

Arkadaşlar ,canlıların sınıflandırılması ile ilgili bir oyun oynayacağız.Aşağıdaki adımları sırası ile yapınız.

[Anasayfa](#)

[Hakkında](#)

Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım


# Gözlem



Arkadaşlar, bahçeye çıkın.Etrafınızda gördüğünüz canlıların ismini ve türünü aşağıda bulunan canlılardan işaretleyiniz.

[Anasayfa](#)

[Hakkında](#)

Hayvanlar Alemi	Bitkiler Alemi	Mantarlar Alemi	Mikroskobik Canlılar
<input type="checkbox"/> Köpek	<input type="checkbox"/> Eğretli Otu	<input type="checkbox"/> Maya Mantarı	<input type="checkbox"/> Bakteriler
<input type="checkbox"/> Kedi	<input type="checkbox"/> Buğday	<input type="checkbox"/> Küf Mantarı	
<input type="checkbox"/> Kurbağa	<input type="checkbox"/> Çam	<input type="checkbox"/> Şapkalı Mantar	
<input type="checkbox"/> Kertenkele	<input type="checkbox"/> Su Yosunları		
<input type="checkbox"/> Karga	<input type="checkbox"/> Kara Yosunu		
<input type="checkbox"/> Soğan			



Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım



# Görüş Alma

Anne,baba varsa diğer akrabalarınıza,bildikleri canlıları ve türlerini sorun ve aşağıdaki kutucuklardan işaretleyiniz.

**Anasayfa**

**Hakkında**

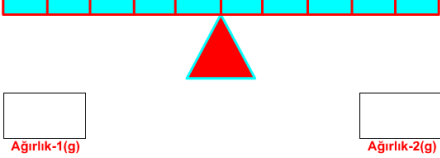
Hayvanlar Alemi	Bitkiler Alemi	Mantarlar Alemi
<input type="checkbox"/> Leylek	<input type="checkbox"/> İnek	<input type="checkbox"/> Açelya
<input type="checkbox"/> Tavşan	<input type="checkbox"/> Ciğer Otu	<input type="checkbox"/> Karanfil
<input type="checkbox"/> Kurt	<input type="checkbox"/> At Kuyruğu	<input type="checkbox"/> Maya Mantarı
<input type="checkbox"/> Solucan	<input type="checkbox"/> Ardıç	
<input type="checkbox"/> Sülük	<input type="checkbox"/> Soğut	
<input type="checkbox"/> An		

## Denge Oyunu

Problemlerin Çözümü  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

### Denge Kurma Oyunu



Ağırlık-1(g) Ağırlık-2(g)

**Nesneler**

- 40gr
- 20gr
- 300gr
- 150gr

**Meyveler**


- 150gr
- 300gr
- 5kg
- 1kg

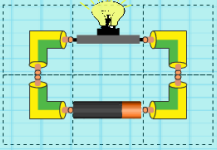
Oynat Tekrar

Anasayfa Hakkında Yardım

## Elektrik Devresi

ELEKTRİK DEVRESİ KURALIM

 devre resmi





Anasayfa


Hakkında

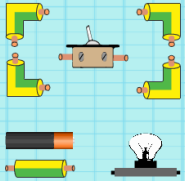
Yandı

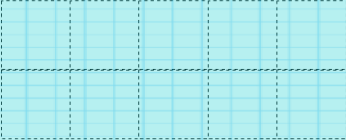
Çalıştır

ELEKTRİK DEVRESİ KURALIM

 devre resmi







Anasayfa

Hakkında

Söndü

Çalıştır

## Hediye Tahmini

Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

### Hediyeyi Tahmin Et



Tadi yukardaki kutulardan 3 tanesini seç ve bu bölüme



#### Tahmin Kutusu

- Tartı
- Ses Dinleme
- Cetvel
- Kutunun İçine Bakış

## Hücreleri Tanıyalım

Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

# Bitki ve Hayvan Hücrelerini Tanıyalım

Bitki ve hayvan hücrelerinde yer alan organellerin yerlerini öğreniyorum.



**BİTKİ HÜCRESİ**



**HAYVAN HÜCRESİ**

Anasayfa

Organeller

Farkları

Yardım

Hakkımızda

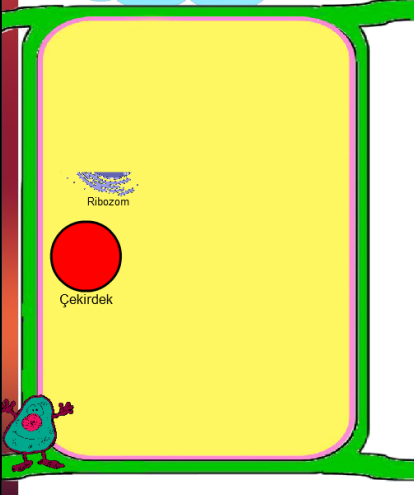
Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım















Puan: **11** Bitirme Süresi

Zaman: **7** 0 Sn.

Organelleri doğru bir şekilde bitki hücresine yerleştiriniz. Doğru yerleştirdiğiniz her organel 8 puan getirmektedir yanlış yerleştirdiğiniz her bir organel ise 8 puan eksiltmektedir. Her 1 saniye için 1 puan eksiltmektedir.

## Organeller



 golgi kesecikleri	 Kloroplast	 Hücre Duvarı	 Lizozom
 Çekirdekçik	 Granüllü ER	 Granülsüz ER	 Büyük Koful
 Sentrozom	 Golgi Aygıtı	 Mitochondri	 Küçük Koful
	 Sitoplazma	 Hücre Zarı	

Anasayfa

Organeller

Farkları

Yardım

Hakkımızda

## Model Malzemeleri

Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

### MODEL YAPMADA KULLANILAN ARAÇLAR

Makas	Yapıştırıcı	Karton
Bıçak	Zimba	Elişi kağıdı
Cetvel	Boya	Oyun Hamuru

Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

### ZIMBA

Makas	Yapıştırıcı	Karton
Bıçak	Zimba	Elişi kağıdı
Cetvel	Boya	Oyun Hamuru

#### Zimba

Zimba, kâğıtları bir arada tutmak amacı ile metalden bir tel ile tutturulan araç. Birden fazla kâğıt zımbanın arasına yerleştirildikten sonra mekanik basınç uygulandığında mekanizmada bulunan metalik telin iki sivri ucu kâğıtları delerek geçmekte ve alt bölümde eğilerek kapanmaktadır. Ağız kısmı açılan zımbalar, cisimleri sert yüzeylere tutturmak için de kullanılabilir. Bu sayede tahta, kalın karton gibi yüzeylere istenilen cisim zımbalanabilir.



Zımbayı kullan

## Molekül İnşası

Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

**Molekülleriniz**  
Set-1

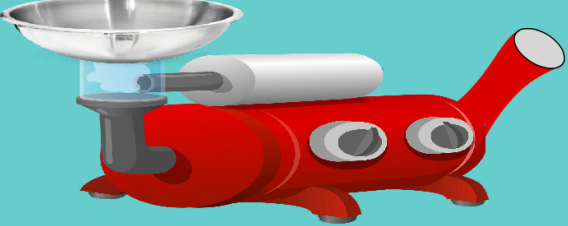
H<sub>2</sub>O (Su)  
[Empty Box]

O<sub>2</sub> (Oksijen)  
[Empty Box]

H<sub>2</sub> (Hidrojen)  
[Empty Box]

CO<sub>2</sub> (Karbon Dioksit)  
[Empty Box]

N<sub>2</sub> (Nitrojen)  
[Empty Box]



Kit-1

HİDROJEN OKSİJEN

Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

**Molekülleriniz**  
Set-3

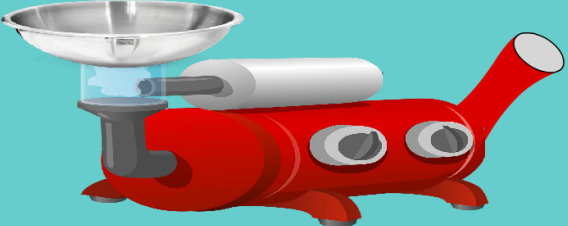
H<sub>2</sub>O (Su)  
[Molecule: 2 H, 1 O]

O<sub>2</sub> (Oksijen)  
[Molecule: 2 O]

H<sub>2</sub> (Hidrojen)  
[Molecule: 2 H]

CO<sub>2</sub> (Karbon Dioksit)  
[Empty Box]

N<sub>2</sub> (Nitrojen)  
[Empty Box]

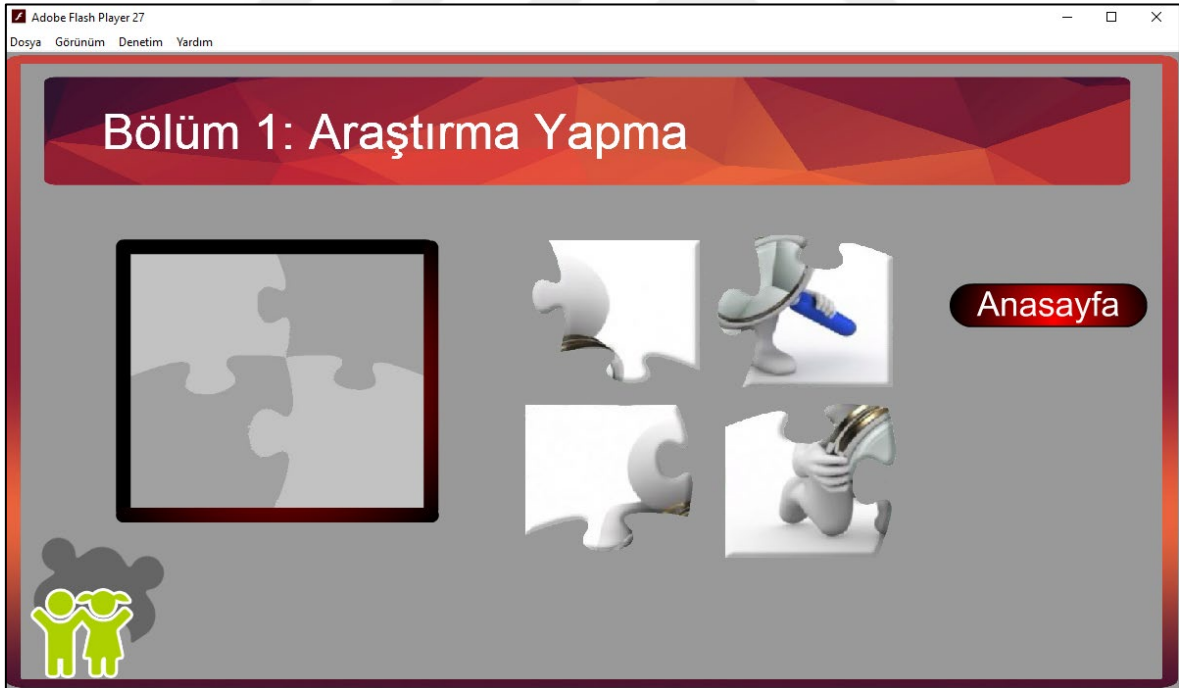


Kit-3

KARBON OKSİJEN NİTROJEN



## Puzzle



## Uzamsallık Testi

Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

# UZAMSAL ŞEKİLLERİ TAHMİN ET

Seviye Seçiniz

Başlangıç  
Orta  
Zor

Anasayfa  
İçerik  
Hakkında

Adobe Flash Player 27  
Dosya Görünüm Denetim Yardım

# UZAMSAL ŞEKİLLERİ TAHMİN ET

Seviye: Orta Bölüm: 3/5

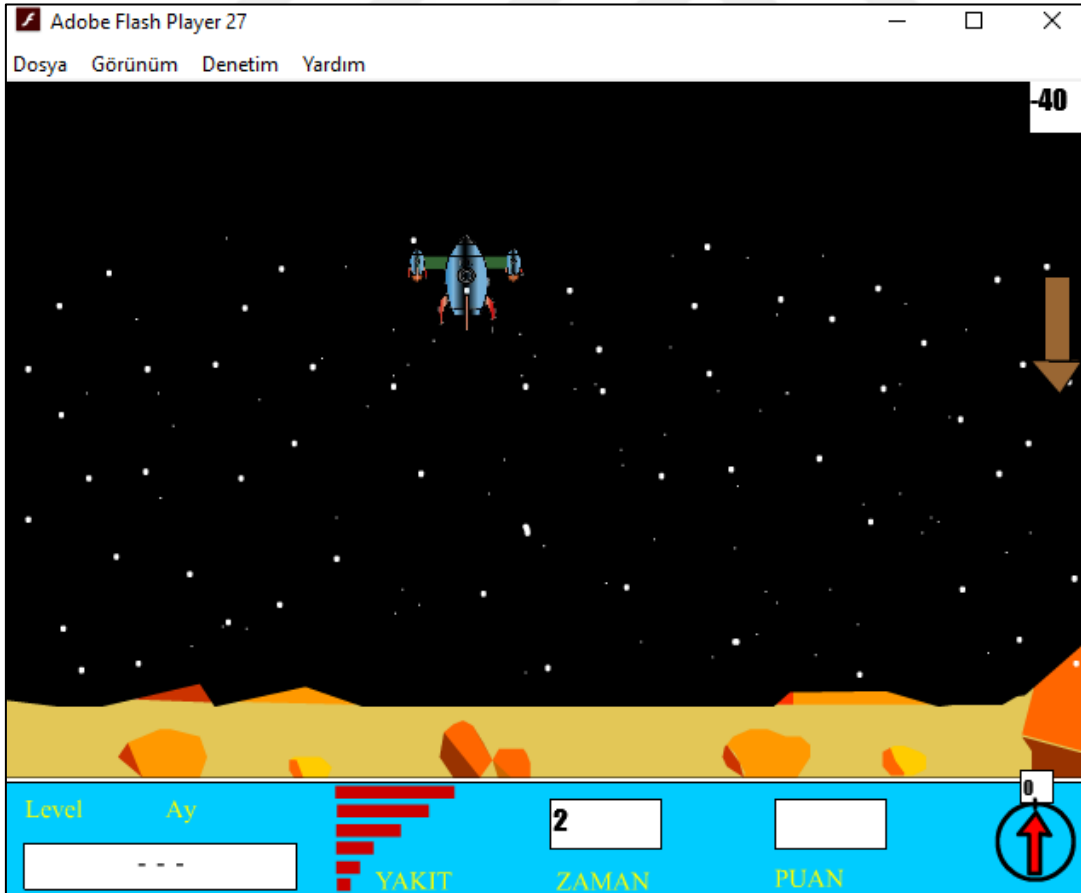
Ön Sağ

Yandaki yapının soldan görünümü hangisidir?

İleri

Anasayfa  
İçerik  
Hakkında

## Uzay Modülü İniş



## 9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

1988 yılında Ankara'da doğdu. İlkokul ve ortaokulu Ankara Cebeci İlköğretim Okulu'nda, liseyi Hasanoğlan Atatürk Anadolu Öğretmen Lisesi'nde bitirdi. 2006 yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünü kazandı ve 2010 yılında buradan mezun oldu. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisansa başladı. Bu zaman diliminde Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2013 yılında yüksek lisansı tamamladı ve aynı yıl doktora eğitimine Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitü'nde başladı. Aynı üniversiteden ayrılarak kurulan Trabzon Üniversitesi'nde araştırma görevlisi kadrosunu tamamlayan araştırmacı evli ve bir çocuk babasıdır. Yabancı dili İngilizcedir.

### İLETİŞİM BİLGİLERİ

**Adres** : Söğütlü Mah. Evren Cad. No: 28/31 Akçaabat/Trabzon

**E-Posta** : sinanbulbul@gmail.com