



**MODELLEMeye DAYALI FEN ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİLERİN  
AKADEMİK BAŞARILARINA, BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE  
VE ZİHİNSEL MODEL GELİŞİMLERİNE ETKİSİ: 7. SINIF “GÜNEŞ  
SİSTEMİ VE ÖTESİ - UZAY BİLMECESİ” ÜNİTESİ ÖRNEĞİ**

**SEMRA DEMİRÇALI**

**DOKTORA TEZİ**

**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN, 2016**

## TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 12 ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

### YAZARIN

**Adı** : Semra

**Soyadı** : DEMİRÇALI

**Bölümü** : İLKÖĞRETİM BÖLÜMÜ, FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ

**İmza** :

**Teslim tarihi** :

### TEZİN

**Türkçe Adı** : 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

**İngilizce Adı** : Effects of Model Based Science Education on Students’ Academic Achievement, Scientific Process Skills and Mental Model Developments: The Sample of 7<sup>th</sup> Grade Unit of “The Solar System and Beyond: The Puzzle of Space”

## ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Semra DEMİRÇALI

İmza: .....

## JÜRİ ONAY SAYFASI

Semra DEMİRÇALI tarafından hazırlanan “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” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Mahmut SELVİ

Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi .....

**Başkan:** Prof. Dr. Havva YAMAK

Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi .....

**Üye:** Prof. Dr. Rabia SARIKAYA

Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi .....

**Üye:** Yard. Doç. Dr. M. İkbal YETİŞİR

Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi .....

**Üye:** Yard. Doç. Dr. Barış EROĞLU

Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, Aksaray Üniversitesi .....

Tez Savunma Tarihi: 13/07/2016

Bu tezin İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Ülkü ESER ÜNALDI

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü .....

## TEŞEKKÜR

Doktora tezi danışmanlığımı üstlenerek, konu seçiminde ve çalışmaların yürütülmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Mahmut SELVİ' ye,

Araştırmamı yapıcı bir şekilde eleştiren ve önerileri ile önemli katkılarda bulunan, tezin uygulanmasında, çalışma sorularının düzenlenmesinde ve verilerin istatistiksel hesaplamalarında bana yol gösteren Prof. Dr. Havva YAMAK ve Prof. Dr. Rabia SARIKAYA' ya,

Uygulama aşamasının en önemli basamağını oluşturan, çalışmalara sabırla ve içtenlikle katılan ve dönütleri en iyi şekilde almamı sağlayan tüm öğrencilerime,

Tez çalışmalarım ve tüm hayatım boyunca, bana her koşulda, en büyük maddî ve manevî desteği sağlayan, tüm aileme özellikle tez araştırmalarım ve düzenlemelerimde yardımcı olan Selda DEMİRÇALI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Semra DEMİRÇALI**

**MODELLEMeye DAYALI FEN ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİLERİN  
AKADEMİK BAŞARILARINA, BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE  
VE ZİHİNSEL MODEL GELİŞİMLERİNE ETKİSİ: 7. SINIF “GÜNEŞ  
SİSTEMİ VE ÖTESİ - UZAY BİLMECESİ” ÜNİTESİ ÖRNEĞİ**

**(Doktora Tezi)**

**SEMRA DEMİRÇALI  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Haziran, 2016**

**ÖZ**

Bu araştırmanın amacı, modellemeye dayalı etkinliklerle yürütülen 7. sınıf Fen ve Teknoloji Dersi “*Güneş sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi*” ünitesinin öğrencilerin, akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel modellerinin gelişimine etkisini araştırmaktır. Araştırmada yarı deneme modellerinden biri olan eşitlenmemiş deney- kontrol gruplu ön test - son test araştırma modeli kullanılmıştır. Bu araştırmanın çalışma grubunu 2013-2014 eğitim-öğretim yılında MEB’e bağlı bir devlet ortaokulunda öğrenim görmekte olan iki farklı şubeden yedinci sınıf öğrencileri (n=48) oluşturmuştur. Bu öğrencilere “Başarı Testi (BT)”, “Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği (BSBÖ)” ve “Zihinsel Modelleri Değerlendirme Ölçeği (ZMDÖ)” uygulanmıştır. Yapılan testler ve ölçeklerden elde edilen ön test puan sonucuna göre iki sınıftaki öğrencilerin ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı ve grupların denk olduğu tespit edilmiştir. Bu şubelerden biri deney, diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Uygulama 9 haftalık bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince, deney grubu olarak seçilen şubede *modellemeye dayalı öğretim*, kontrol grubunda ise Fen ve Teknoloji ders kitabına dayalı *öğretim* yapılmıştır. Deneysel işlem öncesinde ve sonrasında, her iki gruba da öğrencilerin *akademik başarılarını, bilimsel süreç becerilerini ve zihinsel modellerini* değerlendirmeye

yönelik olarak hazırlanan, güvenilirlik ve geçerlik analizleri yapılmış olan ön test ve son testler uygulanmıştır. Araştırmada elde edilen nicel verilerin analizinde SPSS 11.5 paket programından yararlanılmıştır. Nitel verilerin analizi ise betimsel analiz ile yapılmıştır. Nicel verilerin normal dağılım gösterip göstermediği betimsel istatistikler ve Shapiro Wilk Testi ile kontrol edilmiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak da araştırmada parametrik testler kullanılmıştır. Araştırmada; grupların BT, BSBÖ ve ZMDÖ ön test ve son test puanları arasındaki ilişkiyi belirlemek için “ilişkisiz örneklem t-testi”, uygulama sonrası her grubun gelişimini değerlendirmek için “ilişkili örneklem t-testi” kullanılmış ve elde edilen veriler  $p \geq 0,05$  anlamlılık düzeyinde karşılaştırılmıştır. Araştırmanın nicel boyutunda elde edilen verilerin analizi sonucunda deney grubu öğrencilerinin, kontrol grubundaki öğrencilere göre BT, BSBÖ ve ZMDÖ puan ortalamalarının daha yüksek çıktığı ve aradaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın nitel boyutunda elde edilen verilerin betimsel analizleri sonucunda, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel modelleri belirlenerek, ilkel, sentez ve bilimsel model olarak üç düzeyde sınıflandırılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerinde bilimsel yönde daha çok gelişme izlenmiştir. Modellemeye dayalı öğretimin, öğrencilerin *akademik başarılarının, bilimsel süreç becerilerinin ve zihinsel modellerinin* gelişimine olumlu katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda modellemeye dayalı öğretim üzerine önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Modellemeye dayalı öğretim, fen eğitimi, astronomi eğitimi, bilimsel süreç becerileri, zihinsel modeller, 7.sınıf “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesi

Sayfa Adedi : 163 sayfa

Danışman : Prof. Dr. Mahmut SELVİ

**THE EFFECTS OF MODEL BASED SCIENCE EDUCATION ON  
STUDENTS' ACADEMIC ACHEVEMENT, SCIENTIFIC PROCESS  
SKILLS AND MENTAL MODEL DEVOLOPMENTS: THE SAMPLE  
OF 7<sup>TH</sup> GRADE UNIT OF “THE SOLAR SYSTEM AND BEYOND:  
THE PUZZLE OF SPACE”**

**(Ph.D Thesis)**

**Semra DEMİRÇALI**

**GAZI UNIVERSITY**

**GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES**

**June, 2016**

**ABSTRACT**

The purpose of this study is to determine the effects of model based science teaching on academic achievements, science process skills and devolopment of mental models of the students for the 7<sup>th</sup> grade science and technology course, in the unit of “The Solar System and Beyond: The Puzzle of Space”. In the study, quasi-experimental research method is used. The study group of this study is composed of the seventh grade students attending a secondary school in the 2013-2014 school years. “Achievement Test”, “Science Process Skills Scale”, “Mental Models Assesment Scale” were administrated to the seventh grade students at this school. Based on the preliminary test score results obtained from the tests and scales, no significant difference was found among the groups involved. One of these groups was designated as the experimental group and the other group as the control group. Treatment was carried out over a period of 9 weeks. During the study, the experimental group received model based science teaching while the control group received regular science teaching depending on the Science and Technology course book. Before and after the experimental procedure; assessment tools, which reliability and validity analysis had done, prepared for the evaluation of the *academic achievements, scientific process skills and mental models*, applied as pre-test and post-test. SPSS 11.5 package program was

utilized to analyze the quantitative data obtained from the study. Descriptive analysis was used to analyze the qualitative data. Whether the quantitative data has a normal distribution was assessed by descriptive statistics and Shapiro-Wilk Test. Depending on the results, parametric tests were used in the study. In the study to analyze the relationship between the pre-test and post-test scores of academic *achievements, scientific process skills and mental models* of the groups, "t-test for independent groups", "paired samples t-test" were performed and the data were compared by  $p \geq 0,05$  significance level. As a result of the analysis of the data obtained from the quantitative dimension of the study, it was found that the students in the experimental group, achieved higher "Achievement Test", "Scientific Process Skills Scale", "Mental Models Assessment Scale" test scores compared to the students in the control group and that the difference between them were significant. As a result of the descriptive analysis of the data obtained from the qualitative dimension of the study, the experimental and control group students' mental models were determined and classified in three levels of primitive, synthesis and scientific model. It was seen that the experimental group students improved their mental models towards scientific models regarding the results of qualitative data. It was concluded that, model based science teaching, provided a positive contribution to the development of the students' *academic achievement, scientific process skills and mental models* and can be applied successfully in the science and technology courses. In accordance with the results obtained, suggestions about model-based teaching are made.

Key Words: Model based teaching, science education, astronomy education, scientific process skills, mental models, 7<sup>th</sup> grade unit of "The Solar System and Beyond: The Puzzle of Space".

Page Number: 163 pages

Supervisor: Prof. Dr. Mahmut SELVI

## İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU .....	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ .....	v
ABSTRACT .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xxi
BÖLÜM I .....	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu .....	1
1.2. Araştırmanın Amacı .....	6
1.3. Araştırmanın Önemi.....	7
1.4. Problem Cümlesi.....	10

1.5.	Alt Problemler .....	10
1.6.	Araştırmanın Varsayımları.....	11
1.7.	Araştırmanın Sınırlılıkları .....	12
1.8.	Tanımlar .....	12
<b>BÖLÜM II.....</b>		<b>15</b>
<b>KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....</b>		<b>15</b>
2.1.	Modellemeye Dayalı Öğretim ve Öğrenme.....	15
2.1.1.	Bir Modelin Anlamları .....	17
2.1.2.	Modellemenin Doğası.....	18
2.1.3.	Model Çeşitleri .....	20
2.1.3.1.	<i>Bilimsel Modeller ve Öğretim Modelleri.....</i>	<i>21</i>
2.1.3.2.	<i>Kavramsal Bilgi Kuran Pedagojik Analogik Modeller .....</i>	<i>23</i>
2.1.3.3.	<i>Çoklu Kavram-Süreçleri Gösteren Modeller .....</i>	<i>23</i>
2.1.3.4.	<i>Gerçeklik, Teori ve Süreçlerin Kişisel Modelleri.....</i>	<i>23</i>
2.1.4.	Modellemenin Amaçları .....	24
2.1.5.	Bilimsel Modellerin Çeşitliliği.....	24
2.1.6.	Bilimsel Modellerin Değerlendirilmesi .....	25
2.1.7.	Modellemeye Dayalı Öğretimin Fen Derslerinde Uygulanması .....	27
2.2.	Fen Eğitiminde Zihinsel Modeller .....	28
2.3.	Kavramsal Değişim Teorileri ve Sosyal Öğrenme Teorileri .....	35
2.4.	Zihinsel Modelleme Teorisi.....	38
2.5.	Model Temelli Ortak Yapılandırma .....	40
2.6.	Modelleme Döngüleri.....	43
2.6.1.	Nunez-Oviedo'nun (2004) Modelleme Döngüsü .....	46
2.7.	Modellemeye Dayalı Öğretim Yönteminin Avantajları ve Sınırlılıkları .....	54

2.8. Astronomi Eğitiminde Zihinsel Model Oluşturma ve Bilimsel Süreç Becerileri İlişkisi.....	55
2.9. Modelleme Konusunda Yapılan Çalışmalar .....	57
2.10. Fen ve Teknoloji Programında Astronomi ile İlgili Konular .....	66
2.11. Astronomi Konularındaki Kavramlarla Yapılan Çalışmalar: .....	69
<b>BÖLÜM III .....</b>	<b>79</b>
<b>YÖNTEM.....</b>	<b>79</b>
3.1. Araştırmanın Modeli ve Deseni .....	79
3.2. Çalışma Grubu .....	83
3.3. Geçerlik ve Güvenirlik .....	84
3.3.1. Araştırmanın Geçerliği.....	84
3.3.1.1. İç Geçerlik.....	85
3.3.1.2. Dış Geçerlik.....	87
3.3.1.3. Yapı Geçerliği.....	87
3.3.1.4. Sonuç Geçerliği.....	88
3.3.2. Araştırmanın Güvenirliği.....	88
3.4. Veri Toplama Araçları .....	89
3.4.1. “Güneş sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” Ünitesi Başarı Testi (BT) .....	89
3.4.2. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği (BSBÖ).....	91
3.4.3. “Güneş sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” Ünitesi Zihinsel Modelleri Değerlendirme Ölçeği (ZMDÖ).....	92
3.5. Uygulama .....	97
3.5.1. Kontrol Grubu Uygulama Süreci.....	97
3.5.2. Deney Grubu Uygulama Süreci.....	98
3.5.2.1. Pilot Uygulama.....	98

3.5.2.2. Deneysel Uygulama.....	99
3.6. Verilerin Analizi.....	108
<b>BÖLÜM IV .....</b>	<b>111</b>
<b>BULGULAR VE YORUM.....</b>	<b>111</b>
4.1. Nicel Verilere Ait Bulgular ve Yorum .....	111
4.1.1. “Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır?” Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	111
4.1.2. “Deney Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var Mıdır?” Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	112
4.1.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	113
4.1.4. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BT Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var Mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve yorum .....	113
4.1.5. Deney Ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	114
4.1.6. Deney Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	115
4.1.7. Kontrol Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	116

4.1.8. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	117
4.1.9. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	119
4.1.10. Deney Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	119
4.1.11. Kontrol Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	120
4.1.12. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	121
4.2. Nitel Verilere Ait Bulgular ve Yorum.....	122
4.2.1. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Zihinsel Modelleri Nasıl Sınıflandırılabilir? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum .....	122
<b>BÖLÜM V .....</b>	<b>141</b>
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>141</b>
5.1. Sonuçlar .....	141
5.1.1. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Akademik Başarı Düzeylerine İlişkin Sonuçlar .....	142
5.1.2. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri Gelişimleri Arasındaki Farka İlişkin Sonuçlar.....	144
5.1.3. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Zihinsel Model Gelişimleri Arasındaki İlişkiye Dayalı Sonuçlar .....	146

5.1.4. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Zihinsel Modellerine İlişkin Sonuçlar.....	149
5.2. Öneriler.....	150
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>152</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>164</b>
<b>EK-1:FEN VE TEKNOLOJİ PROGRAMI 7. SINIF GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ KAZANIMLARI .....</b>	<b>165</b>
<b>EK-2: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ KAVRAM HARİTASI.....</b>	<b>166</b>
<b>EK-3: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ ÜNİTELENDİRİLMİŞ YILLIK PLANI.....</b>	<b>167</b>
<b>EK-4: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ MODELLEMeye DAYALI DERS PLANI .....</b>	<b>172</b>
<b>EK-5: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ.....</b>	<b>176</b>
<b>EK-6 BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ TESTİ .....</b>	<b>180</b>
<b>EK-7: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ ZİHİNSEL MODELLERİ DEĞERLENDİRME SORULARI.....</b>	<b>190</b>
<b>EK-8: ZMDÖ SORULARI ÇİZİM VE DEĞERLENDİRME ÖRNEKLERİ TABLOSU .....</b>	<b>191</b>
<b>EK-9: ÇALIŞMA YAPRAKLARINDAN ÖRNEKLER.....</b>	<b>200</b>
<b>EK-10: ÖĞRENCİ ÇALIŞMA YAPRAKLARINDAN ÖRNEKLER ..</b>	<b>208</b>
<b>EK-11: ÇALIŞMA ORTAMI İLE İLGİLİ RESİMLER.....</b>	<b>212</b>
<b>EK-12: ÇALIŞMADA KULLANILAN POWERPOINT SUNUMU ....</b>	<b>217</b>

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. <i>Literatürde Yer Alan Modelleme Döngüleri ve Aşamaları</i> .....	45
Tablo 2. <i>Astronomi ile ilişkili bilimsel süreç becerileri (www.unawe.org)</i> .....	56
Tablo 3. <i>İlköğretim Fen ve Teknoloji Programı Uzay ve Astronomi Konusu Üniteleri ve İlgili Konular (M.E.B, 2005)</i> .....	68
Tablo 4. <i>DeneySEL Desen</i> .....	80
Tablo 5. <i>Araştırma Deseni Seçimini Etkileyen Faktörler</i> .....	81
Tablo 6. <i>DeneySEL Uygulama Örneklem Özellikleri</i> .....	84
Tablo 7. <i>İç Geçerliliği Etkileyen Faktörlerin Kontrolü</i> .....	86
Tablo 8. <i>Araştırmada Kullanılan Bilimsel Süreç Becerileri Kategorileri ve Yer Aldığı Sorular</i> .....	91
Tablo 9. <i>Zihinsel Modelleri Değerlendirmede Kullanılan Dereceli Puanlama Anahtarı</i> ...	94
Tablo 10. <i>Anlama Seviyelerine Göre Öğrenci Zihinsel Modellerinin Dağılımı</i> .....	95
Tablo 11. <i>Özel Bir Yayınevine Ait Ders Kitabı Etkinlikleri</i> .....	97
Tablo 12. <i>Gök Cisimlerini Tanıyalım (2 saat)(1. Aşama)</i> .....	101
Tablo 13. <i>Shapiro-Wilk Normallik Testi Analiz Sonuçları</i> .....	108
Tablo 14. <i>Deney ve Kontrol Gruplarına Ait BT, BSBÖ, ZMDÖ Testlerine İlişkin Betimsel İstatistikler</i> .....	109
Tablo 15. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Başarı Testi Ön Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t-testi Sonuçları</i> .....	111

Tablo 16. <i>Deney Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test- Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları</i> .....	112
Tablo 17. <i>Kontrol Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test- Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları</i> .....	113
Tablo 18. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının BT Son Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t – Testi Sonuçları</i> .....	114
Tablo 19. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının BSBÖ Ön Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t-testi Sonuçları</i> .....	115
Tablo 20. <i>Deney Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test ve Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları</i> .....	115
Tablo 21. <i>Kontrol Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test-Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t- Testi Sonuçları</i> .....	116
Tablo 22. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının BSBÖ Son Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t-Testi Sonuçları</i> .....	117
Tablo 23. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının ZMDÖ Ön Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t-Testi Sonuçları</i> .....	119
Tablo 24. <i>Deney Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test ve Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları</i> .....	120
Tablo 25. <i>Kontrol Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test- Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları</i> .....	120
Tablo 26. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının ZMDÖ Son Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t-Testi Sonuçları</i> .....	121
Tablo 27. <i>ZMDÖ 1. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu</i> .....	123
Tablo 28. <i>ZMDÖ 1. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı</i> .....	124
Tablo 29. <i>ZMDÖ 2. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı</i> .....	126

Tablo 30. ZMDÖ 3. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı .....	127
Tablo 31. ZMDÖ 4. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı .....	129
Tablo 32. ZMDÖ 5. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı .....	131
Tablo 33. ZMDÖ 6. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı .....	133
Tablo 34. ZMDÖ 7. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı .....	134
Tablo 35. ZMDÖ 8. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı .....	136
Tablo 36. ZMDÖ 9. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı .....	137
Tablo 37. ZMDÖ 10. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı .....	139

## ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1. Bir atomun Güneş sistemi analogik modeli gösterimi (Harrison & Treagust, 2000. A typology of school science models, *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011- 1026.).....22
- Şekil 2. Fen öğrenme teorileri (Rea-Ramirez, Clement & Nunez-Ovideo 2008). .....35
- Şekil 3. Öğrenme yolu (taktikleri). (Rea-Ramirez, Clement & Nunez-Ovideo 2008). ....41  
An instructional model derived from model construction and criticism theory. In J. Clement and M.A. Rea-Ramirez (eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science*, (23–43).....41
- Şekil 4. Clement'in Model Kurma Döngüsü (1989).  
<http://people.umass.edu/~clement/pdf/Learning> sayfasından erişilmiştir. ....42
- Şekil 5. Nunez-Oviedo'nun (2004) Makro Döngü Diyagramı. Nunez-Oviedo, M. C. (2004). “*Teacher-student co-construction processes in biology: Strategies for developing mental models in large group discussions*”, Doctoral Dissertation, University of Massachusetts .....47
- Şekil 6. Nunez-Oviedo (2004)'nun Mikro Döngü Diyagramı.....50
- Şekil 7. Ortak-yapılandırma öğretim ve öğrenme yaklaşımının özeti. Nunez-Oviedo, M. C. (2004). “*Teacher-student co-construction processes in biology: Strategies for developing mental models in large group discussions*”, Doctoral Dissertation, University of Massachusetts .....53
- Şekil 8. Araştırma çalışma planı. ....82

Şekil 9. Desen, ölçüm ve analiz aşamalarında temel geçerlik türleri (Kline, 2009. <i>Becoming a behavioral science researcher (A guide to producing research that matters)</i> . The Guilford Press, New York. ....	85
Şekil 10. Gökyüzünde Neler Oluyor? Etkinliği (1. Aşama). ....	102
Şekil 11. “Even ne kadar büyük?” etkinliği. ....	104
Şekil 12. Gök cisimleri kartları. ....	105
Şekil 13. “Yıldızların Görünür Hareketi” etkinliğinden görüntüler. ....	106
Şekil 14. Gökyüzünde Neler Oluyor? etkinliği (2. Aşama). ....	107
Şekil 15. Bilimsel süreç becerileri fark grafiği. ....	118
Şekil 16. ZMDÖ 1. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....	125
Şekil 17. ZMDÖ 2. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....	126
Şekil 18. ZMDÖ 3. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....	128
Şekil 19. ZMDÖ 4. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....	130
Şekil 20. ZMDÖ 5. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....	132
Şekil 21. ZMDÖ 6. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....	133
Şekil 22. ZMDÖ 7. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....	135
Şekil 23. ZMDÖ 8. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....	136
Şekil 24. ZMDÖ 9. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....	138

Şekil 25. ZMDÖ 10. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim. ....139



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAAS	American Association for the Advancement of Science - Amerikan Bilimsel Gelişim Birliği
BSB	Bilimsel Süreç Becerileri
BSBÖ	Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği
BT	Başarı Testi
FTTÇ	Fen, Teknoloji, Toplum, Çevre
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
NRC	National Research Council - [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Araştırma Birliği
YÖK	Yüksek Öğretim Kurulu
ZMDÖ	Zihinsel Modelleri Değerlendirme Ölçeği

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Bu bölümde, araştırma konusu olarak ele alınan problemin durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, önemi, sınırlılıkları ve varsayımları açıklanmaktadır.

### 1.1. Problem Durumu

Fen, fiziksel ve biyolojik dünyayı tanımlamaya ve açıklamaya çalışan bir bilimdir. Fen, sadece dünya hakkındaki gerçeklerin toplamı değil, aynı zamanda *deneysel ölçütleri, mantıksal düşünmeyi ve sürekli sorgulamayı temel alan, bir araştırma ve düşünme yoludur.* Bilim/fen'in değişik açılardan şekillendirdiği dünyayı iyi anlamak; bilimsel düşünebilen ve sorgulayabilen bireylerin yetiştirilmesi ile mümkün olmaktadır. (YÖK/Dünya Bankası, 1997).

Modern bilimde, çok disiplinli problemler bilimsel araştırmalara yol açmaktadır. Bilimsel dünyada kullanılan düşünme süreçleri, fen öğrenimi için de geçerlidir. Fen eğitiminin temel amacı, öğretimde araştırmaya veya keşfetmeye dayanan bir yaklaşım oluşturan zengin deneyimler sağlamaktır. Bu deneyimler; fen bilgisinin araçları olarak düzenleyici temel ilkeleri, öğrenme amaçlarını ve bilimsel düşünme süreçlerini kullanır.

Bütün öğrenciler için öğrenme, nesnelere bir fiziksel deneyim olarak başlar ve zaman geçtikçe artan bu deneyimlerden kaynaklanan bir bilgi temeli oluşturulur. Öğrenciler, dünyayı anlamlandırmaya çalışırken yapılandıkları yeni bilgileri değerlendirerek özümler, düzenler veya reddedebilirler (MEB, 2006). Öğrenciler, deneyim kazandıkları

doğal olaylar için somut tabanlı *zihinsel modeller* oluştururlar ve bu da, fen bilimlerinin kavramsal olarak anlaşılmasını sağlamaktadır (YÖK/Dünya Bankası, 1997).

Öğrencilerin deneyimleri sayesinde kavramsal anlamaları geliştikçe bilimsel süreç becerileri de, aşama aşama gelişir. Bilimsel süreçler; gözlem yapma, hipotez kurma, test etme, bilgi toplama, verileri yorumlama ve bulguları sunma süreçlerini içerir. Hayal gücü, yaratıcılık, yeni düşüncelere açık olma, zihinsel tarafsızlık ve sorgulama gibi nitelikler de bilimsel çalışmalarda oldukça önemlidir. Bilimsel süreçlerle ortaya çıkan öğrenme daha sonradan gelecek kavramsal anlamının temelini oluşturur. *Bilimsel süreçler, fen öğrenmenin bir aracı* olarak da kullanılmaktadır (Tan & Temiz, 2003).

Bilgi ve anlayışlar her birey tarafından kişisel ve sosyal olarak yapılandırılır (MEB, 2006). Fen eğitiminde *bilimsel bilgi ve bilimsel araştırmanın doğası* ve bunun yanında öğrencilerin anlamlı bir bilim anlayışı geliştirmelerini sağlayacak *öğrenme süreçleri* “Modelleme Teorisi” nin temelinde bulunmaktadır (Halloun, 2007).

Modelleme Teorisi; esas olarak bir bilim teorisi, bilimsel teori hakkında bir teori ve son zamanlarda bilim felsefesi içinde gelişen bir uygulamadır. Modelleme Teorisi; bir bilim teorisi olarak insan bilgisiyle özellikle de bilim insanlarının bilgisiyle ilgilenir (Halloun, 2007; Nersessian, 1995). Bir pedagojik teori olarak; öğrencilerin fiziksel gerçekler hakkındaki bütün bilgi türlerini (özellikle de deneysel formlardaki) ve inançlarını bilimsel standartlar tarafından güvenilen bilgi türüne dönüştürmesine yardımcı olur.

*Modellemeye dayalı öğretim*; bilgi kaynaklarını, öğrenme etkinliklerini, bireylerde ve öğrenme gruplarında zihinsel model inşa etmeyi kolaylaştıran öğretimsel stratejileri bir araya getiren bir uygulamadır (Gobert & Buckley, 2000). Kısaca, öğrencilerde zihinsel model gelişimini desteklemek için düzenlenmiş bir öğretim şeklinde açıklanabilir.

*Modeller*, hedef adı verilen diğer sistemleri temsil eden analogik sistemlerdir. Model kullanımı, yaygın bir iletişim şeklidir. Bir kişiye yol tarifi sorulduğunda, el işaretleri ile açıklaması model davranıştır. Okul bahçesindeki öğrenciler bir futbol oyunu tasarlamak için çubuklar, taşlar ve yapraklar kullanarak en basit model şeklini oluştururlar. Çünkü zihinlerinde canlandırmak istedikleri sadece pozisyon belirlemektir ve bunu bir taş veya sopa da temsil edebilir (Gilbert & Ireton, 2003). Bilimde modelleme de benzer bir amaca sahiptir ve bir sistemin belirli bir davranışını, bir şekilde taklit ederek, bu davranışın daha

iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. *Model oluşturma*, öğrencilerin kavramlar hakkındaki parça bilgilerini daha geniş ve daha açık-anlaşılır yapılarda bir araya getirmesidir. Model oluşturmak için sözel kaynaklar, resimler, diyagramlar, grafikler, somut materyaller, animasyonlar, etkinlikler, vücut hareketleri ve bunların kombinasyonları kullanılabilir (Buckley & Boulter, 2000; Gilbert & Ireton, 2003).

Amerikan Ulusal Fen Eğitimi Standartları (The National Science Education Standards - NSES) bilimin tüm sınıf düzeylerinde ulaşılabilir beş kavramından biri olarak;

- Öğrencilerin bilimde kanıt kullanımını anlamalarına yardımcı olmak,
- Tahminler yapmak ve test etmek,
- Mantığı kullanmak ve *kendilerinin sahip olduğu* zihinsel modeller çerçevesinde çevresindeki olayları açıklama konusundaki anlayışlarını birleştirmek

amacıyla fen öğretiminde modellerin kullanımını vurgulamaktadır (Gilbert & Ireton, 2003).

Modeller çeşitli araştırmacılar tarafından geniş ve farklı şekillerde tartışılmış, tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır. Gilbert (2011) modelleri;

- ✓ *Bilim ve öğrenmenin temelinde yatan kişisel modeller* (zihinsel modeller)
- ✓ *Fende ve fen öğrenmede önemli olan açıklama modelleri* (Fiziksel modeller, Analog modeller, Planlar, Matematiksel modeller, Bilgisayar simülasyonları) şeklinde iki grupta sınıflandırmıştır.

Algı, zihinde canlandırma veya karşılıklı konuşmalar sonucu oluşturulan zihinsel modeller; insanların çevreleriyle etkileşimi sonucu oluşturdukları içsel gösterimlerdir (Van der Veer, 2000). Akıl yürütme süresince insanlar, etkileşimde buldukları olguların çalışan bilişsel gösterimlerini oluşturur. Daha sonra varolan bilgileriyle yeni bilgiyi bütünleştirerek, zihinsel gösterimler oluştururlar. Yani, insanlar akıl yürütürken, aslında zihinsel model oluşturmaktadırlar (Johnson-Laird, 1983).

Modeller ve modellemenin bilim anlayışı için önemi çoğu yazar tarafından vurgulanmaktadır (Harrison & Treagust, 2000; Taylor, Barker & Jones, 2003; Ünal-Çoban, 2009). Bilimin temel amaçları, tanımlama, açıklama ve tahmindir. Bilimde modellemenin amaçları da; doğal dünyayı tanımlama, açıklama ve tahmindir (Buckley & Boulter, 2000; Shen & Confrey, 2007). Tanımlama, açıklama ve tahmin rollerinin yanında, bir model,

bilim insanlarının bilgi ve anlayışlarını paylaştığı sosyal bağlamda iletişimsel yardımcıları olarak hizmet eder. Modeller; sadece fen öğretmek için değil, öğrencilere *öğrenme süreci hakkında ve bilginin kendisinin doğası hakkında* bilgi vermek için de kullanılmalıdır. Öğrencilerin bilimsel süreçleri anlaması gerektiğinden ve bilimin temel özelliğini modelleme oluşturduğundan dolayı, fen eğitimcileri, modellemeye dayalı öğretimi desteklemektedir.

Modelleme; teori ile olgular veya nesnelere arasındaki *anlamsal ilişkilerin kurulması* olarak algılanmaktadır (Greca & Moreira, 2000). Modelleme; bilimsel bilginin üretilmesi, geçerliliğinin değerlendirilmesi ve yayılmasında önemli bir süreçtir (Gilbert, Boulter & Elmer, 2000). Bu nedenle araştırmacılar, bilimsel anlayışı uyandırmanın bir yolu olarak modellemeye dayalı öğretim ve öğrenmenin önemini vurgulamaktadır (Gilbert vd., 2000; Rea-Ramirez, Clement & Nunez-Oviedo 2008). Çünkü yapılandırmacı modelleme süreci öğrencilerin, tanımları ve gerçekleri ezberleme yerine bilimsel olguları açıklığa kavuşturma ve açıklamalar oluşturma, zamanla oluşan problemleri tanımlama ve gözden geçirme, bilgi ve veri kaynakları hakkında araştırma yapmalarını gerektirmektedir (Khan, 2011).

Ülkemizde de fen bilimleri açısından 2005’de yapılan program değişikliği ile modelleme etkinlikleri daha sık kullanılmaya başlanmış ve 2013 yılında yapılan değişiklikle birlikte de hız kazanmıştır. 2013 yılında yayımlanan Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda, modellerin kullanılmasına ve oluşturulmasına yönelik 29 kazanım yer almaktadır (MEB, 2013). Bu kazanımlara ulaşmak için modellemeye dayalı öğretimin fen derslerinde kullanımına önem verilmelidir.

Khan (2011); *modellemeye dayalı öğretim*’in özelliklerini şu şekilde özetlemektedir.

1. Modellemeye dayalı öğretim, öğrenmenin, bir sisteme ait var olan zihinsel modellerin oluşturulması, eleştirilmesi ve geliştirilmesi ile gerçekleştiğini varsayar.
2. Zihinsel modellerin geliştirilmesi ve ifade edilmesi sosyal olarak müzakere edilir. Bu nedenle Modellemeye Dayalı Öğretim, öğretmen ve öğrenciler arasındaki diyalog etkileşimlerinden modellerin doğuşuna özel vurgu yapar.
3. Modellemeye Dayalı Öğretim araştırmacılar tarafından, öğretime çok- düzeyli, döngüsel, çok-yönlü bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır.

Yapılan araştırmalarda modellemeye dayalı öğretimin öğrenmede etkili olduğu, fen derslerine karşı olumlu tutumu ve motivasyonu geliştirdiği ve öğrencilerin model oluşturmalarının ve yaptıkları modelleri kullanmalarının başarıyı arttırdığı tespit edilmiştir (Aksakal, 2015; Arslan, 2013; Gökçe-şahin, 2008; Sarıkaya, Selvi & Bora-Doğan, 2004). Öğrencilerin aktif oldukları modellemeye dayalı öğretim sonucunda konuyla ilgili bilimsel olarak kabul edilebilir modeller oluşturdukları, daha karmaşık modelleri anlayabildikleri ve model temelli öğretimin öğrenmeyi olumlu yönde etkilediği ortaya koyulmuştur (Bilal, 2010; Gökçe-şahin, 2008; Ogan-Bekiroğlu, 2007; Oğuz, 2007; Sarıkaya vd., 2004; Ünal-Çoban, 2009). Modele dayalı öğrenmenin anlamlı öğrenmeyi sağladığı, konuyla ilgili bilimsel modellerin nasıl ortaya konulduğunu ve modellerin fendeki rolünü anlamayı sağladığı belirtilmektedir (Schwarz & White 2000; Taylor vd., 2003). Ayrıca zihinsel model oluşturmaya, bu zihinsel modellerle kavramsal gelişime, sosyal yapılanmaya, bilimin doğasını anlamaya ve değerlendirme yapmaya yardımcı olduğu tespit edilmiştir (Baek, Schwarz, Chen, Hokayem & Zhan, 2011; Taylor vd. 2003).

Araştırmada kullanılan modelleme yoluyla öğretimin, öğrencilerin mevcut bilgilerinden yola çıkarak *kendi* modellerini oluşturduğu ve böylece zihinsel modellerini yapılandırdığı bir süreci içerdiiği için, yapılandırmacı öğrenme kuramının temelleri ile sıkı bağlara sahip olduğu düşünölmektedir. Ayrıca bilimsel modellerin ve modelleme sürecinin anlaşılması, öğrencilere bilimsel anlamda bilgi geliştirme konusunda üst bilişsel farkındalık geliştirmelerini ve bunu modellerle açıklayabilmelerini sağlamaktadır. Bilimsel modellerin ve modellemenin ele alındığı çalışmalar son yıllarda artış göstermiş olsa da hala yetersiz durumdadır (Arslan, 2013; Bilal, 2010; Coll & Lajium, 2011; Ünal-Çoban, 2009). Öğrencilerin, kendi modellerini geliştirebilecekleri ve bu süreçte bilimsel modellerin özelliklerini tartışarak, kavrayabilecekleri ve kendi zihinsel modellerini oluşturabilecekleri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu noktadan hareketle, tezin uygulama kısmında öğrenme içeriği olarak astronomi konuları seçilmiştir. Çünkü astronomi pek çok disiplinin gelişmesinde temel rol almıştır ve astronominin farklı disiplinlere sunduğu katkılar düşünöldüğünde, bu bilim dalının disiplinler arası bir doğaya sahip olduğu görölmektedir. Astronomi konuları günlük yaşamla, teknolojik gelişmelerle ve ilkokul seviyesinden üniversite seviyesine kadar pek çok konu ile ilişkilidir. Bu nedenle bu konuların öğrencilerce öğrenilmesi önemlidir.

Ayrıca öğrenme içeriğinin astronomi konularından seçilmesinin bir diğer nedeni bu konuların modelleme yoluyla öğretim uygulamaları için uygunluğu ve daha önce modelleme yoluyla öğretim konusunda yapılmış çalışmalara bir alternatif olması isteğidir.

Ülkemizde 2005 yılında uygulamaya konulan öğretim programlarında temel astronomi kavramları ilköğretimde, hayat bilgisi ve fen ve teknoloji dersleriyle birlikte, sarmal bir yapıda sunulmaktadır. Öğrenciler için 3. sınıf hayat bilgisi dersinde gece, gündüz, mevsimler vb. konularının öğrenimiyle başlayan süreç 8. sınıf fen ve teknoloji dersinde dünyanın oluşumu, iklimler, hava olayları vb. konularla devam etmektedir. Bu süreçte öğrenciler, çıplak gözle gözlemlenebilir gök cisimlerin genel özellikleri hakkında 5. sınıfta (dünya, güneş ve ay ile ilgili) ve 7. sınıfta (güneş sistemi, yıldız, gezegen, meteor, doğal uydu, kuyruklu yıldız, takımyıldız vb.) temel bilgiler edinmeye başlamaktadır. (Çepni, Kurnaz & Şenel-Çoruhlu, 2012; MEB, 2006). Öğrenciler, programa göre hedeflenen kazanımlara ulaşabilmek için *gözlem ve karşılaştırma yapma, tahminler yürütme ve tahminlerini sınamaya yönelik etkinliklere* yönlendirilir. Ayrıca öğrencilere, inceleme-araştırma sonuçlarını, sınıf ortamında çeşitli etkinliklerle sunma imkanı verilir. Böylece; *iletişim ve konuşma becerilerini, gözledikleri ve öğrendiklerini uygun şekilde ifade etme kabiliyetlerini ve bilgi, model ve düşüncelerini başkalarıyla paylaşma gibi sosyal becerilerini de geliştirmeleri* beklenmektedir (MEB, 2006). Modellemeye dayalı öğretimin bu amaçlara ulaşmada faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle bu araştırmada “Güneş Sistemi ve Ötesi- Uzay Bilmecesi” ünitesinde modellemeye dayalı öğretim sürecinin; öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerinin ve zihinsel modellerinin gelişimine etkilerinin incelenmesi planlanmıştır.

## **1.2. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmada, 7. sınıf fen ve teknoloji programında yer alan “Güneş Sistemi ve Ötesi, Uzay Bilmecesi” ünitesi için, Fen ve Teknoloji ders kitabına dayalı öğretim ve modelleme yoluyla öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarına, zihinsel modellerinin ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Öğrencilerin fen dersinde başarılı olmaları için, anlamlı ve derinlemesine öğrenmeyi gerçekleştirebilmeleri ve bilimsel süreçleri anlaması gerekmektedir. Böylece öğrenciler; zihinsel modellemeler yaparak bilgiyi yapılandırır, öğrenmelerini kalıcı hale getirebilir,

bilimsel süreç becerilerini kullanmalarını gerektiren ortamlarda daha başarılı olabilirler. Bu noktadan hareketle bu çalışma, modellemeye dayalı öğretimle öğrencilerin *zihinsel modellemeler* yaparak bilgiyi yapılandırmalarına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

İlköğretim 7. sınıf Fen ve Teknoloji Programı kazanımları çerçevesinde, öğrencilerin ulaşması beklenen astronomi kazanımlarına ve ünite içeriğindeki konulara ait bilgiler; gerek günlük yaşamda, gerekse diğer disiplinlerarası derslerde oldukça yaygın ve önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle astronomi konularına yönelik temel bilgi ve kavramların öğrenilmesi, bilgiyi yapılandırma ve günlük yaşamla ilişkilendirme açısından önemlidir.

Etkili bir şekilde kullanıldığında, modelleme yoluyla öğretim, ilköğretim düzeyinde fen öğrenmede önemli olan araştırma-soruşturmanın üç yönünü bütünleştirebilir. Fen içeriği hakkında öğrenme, bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası hakkında öğrenme araştırma-soruşturma için gereken özelliklerdir. Araştırma-soruşturma sürecinin her bir bölümünde öğrenciler modeller yardımıyla fikirlerini inşa eder, test eder, değerlendirir ve paylaşır (Gilbert & Ireton, 2003). Bir modeli modife etme etkinliği, öğrencileri bir sistemin fonksiyonel yönüne katılmaya teşvik eder ve zamanla sistemin davranışlarını etkileyen ilişkileri gösterir (NRC, 2007).

Bilimde başarılı kavramsal anlayışlar ve zihinsel modeller geliştirmek için öğrencilere, *kendi* anlayışlarını kendilerinin oluşturabileceği, bilimsel kavramlar üzerinde derin düşünerek tartışabileceği ortamlar gereklidir. Literatürde, farklı modellemeler gerektiren pedagojilerin, öğrencilerin kendi modellerini oluşturduğu ve bunları bilim insanlarının modelleri ile eleştirdiği durumlarda daha etkili olduğu görülmektedir (Coll & Lajium, 2011).

Bu çalışmada, öğrencilerin bilimsel yasa ya da ilkelere modellemeye dayalı öğretim yoluyla ulaşmaları hedeflenmektedir. Ayrıca, modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına, zihinsel modellerinin ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### **1.3. Araştırmanın Önemi**

Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modeller hakkında bilgi sahibi olma; öğretim metotlarının etkililiği hakkında ve derste kullanılan materyallerin öğrenciler tarafından ne

kadar anlaşıldığını göstermesi bakımından önemlidir (Ünal-Çoban, 2009). Etkina, Warren ve Gentile (2006) insanların kendi dünyalarını açıklamak için, bireysel olarak, içsel teorilerini açıklayan doğal model oluşturucuları olduğuna inanmaktadırlar. Araştırmacılar tarafından anlamlı öğrenmeyi desteklemek için neden model oluşturulması gerektiği şu şekilde özetlenmiştir:

1. Model yapımı doğal bilişsel bir olgudur. Bilinmeyen bir olgu ile karşılaşıldığında bu olgu hakkında teoriler üretilmeye başlanır. Bu da anlama sürecinin önemli bir bölümüdür.
2. Modelleme; hipotez test etmeyi, tahmin yapmayı, anlam çıkarmayı destekler ve diğer önemli bilişsel becerileri barındırır.
3. Modelleme, birçok modelde kavramsal değişimin temeli olan nedensel akıl yürütmenin yapılmasını gerektirir.
4. Modelleme, kavramsal değişimin önemli bir öngörücüsü olan ileri düzey kavram kullanımını sağlar.
5. Modelleme zihinsel modellerin üretilmesiyle sonuçlanır.
6. Öğrenciler model oluşturduklarında bilginin sahibi olurlar.
7. Modelleme epistemolojik inançların gelişimini destekler.

Bu gereklilikler göz önünde bulundurularak, çalışmada öğrencilerin anlamlı öğrenmeleri için, kendi zihinsel modellerini yapılandırmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin bilgilerini yapılandırırken bilim insanlarının ortaya koydukları modellerden yararlanmaları ve bu yolla da bilimsel bilginin önemini, değerini, nerede ve nasıl kullanılacağına farkına varmaları amaçlanmıştır. Bu sayede, öğrencilerin çevrelerinde ve dünyada olup bitenler karşısında bilimsel bir tutum kazanmaları ve bu doğrultuda karar verebilmeleri sağlanabilir. Bu kapsamda araştırmanın, öğrencilerin fen konularını modelleme yardımıyla öğrenmelerinin; bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine de katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak da olaylar karşısında bir bilim insanı gibi düşünüp karar verebilmelerine, sorgulayabilmelerine, bilimsel olanı ve olmayanı ayırt edebilmelerine ve akademik başarılarına olan etkisini incelemeyi amaçlamakta ve elde edilen sonuçların da fen eğitimi alanına katkı sağlaması beklenmektedir.

Bununla birlikte yurt içinde ve yurt dışındaki araştırmalar incelendiğinde, astronomi konularının öğrenilmesinin öğrenciler için oldukça sıkıntılı bir durum olduğu, ilköğretimden yükseköğretime kadar pek çok eğitim seviyesindeki öğrencilerin bu

konularda yeterli kavramsal anlayışlara ve zihinsel modellere sahip olmadıkları görülmüştür (Cin, 2007; Kurnaz, 2012b; Ogan-Bekiroğlu, 2007). Araştırmalarda, özetle bu durumun temel nedeni olarak, mevcut öğretim uygulamalarındaki yetersizlik, laboratuvar çalışmalarının olmayışı ya da eksikliği ve öğrencinin aktif olmadığı öğretim süreçleri gösterilmektedir (Bilal, 2010; Ogan-Bekiroğlu, 2007). Bu nedenle, özellikle Astronomi konularında öğrenciye öğrenme sürecinde aktif bir rol veren, onların bilimsel bilgiye ulaşmalarına, kavramlar ve kavramlar arası ilişkileri oluşturmalarına olanak sağlayan, uygun zihinsel modelleri geliştirmelerine yardımcı olan *modelleme yoluyla öğretimin uygulanması* ve sonuçlarının paylaşılması önemlidir.

Literatür incelendiğinde ülkemizde yapılan çalışmaların çoğunun Astronomi konularındaki kavram yanılgılarını ve öğrenme zorluklarını belirlemekle yetindikleri ve sorunu çözmek amacıyla modellemeye dayalı öğretimin kullanılmadığı göz önüne alınırsa; bu çalışmanın, literatürde bu açıdan da önemli bir yerinin olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin ön bilgilerini belirlemek için zihinsel modellerinden yararlanılabileceği ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur (İyibil & Sağlam-Arslan, 2010; Kurnaz & Değermenci, 2012). Öğrencilerin yaptıkları çizimlerden zihinlerinde oluşturdukları modelleri keşfetmek mümkündür. Bu türden araştırmalarla öğrencilerin zihinlerinde oluşan modeller ortaya çıkarılırken, öğrencilerin yaratıcı fikirleri ve farklı düşünce yapıları da keşfedilebilir. Araştırma bu yönü ile de önemlidir ve bu alanda eksiklikler göze çarpmaktadır.

Yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde modellemeye dayalı eğitimin, kavramsal öğrenme üzerine etkilerinin ne olduğu, öğretim sürecinde kullanılan modellerin nasıl sınıflandırılabileceği, öğrencilerin zihinsel modelleri üzerine nasıl etki ettiği, öğrencilerin bu öğretim modeli ile nasıl öğrendikleri gibi konularda yoğunlaştığı görülmektedir (Harrison & Treagust, 1996; Nunez-Oviedo, 2004). Yurt içi yapılan çalışmalar incelendiğinde modellemeye dayalı öğretimin, öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerileri üzerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına yönelik çalışıldığı, yapılan çalışmaların ise çoğunlukla matematik alanında uygulandığı göze çarpmaktadır (Arslan, 2013; Gökçe-Şahin, 2008; Ünal-Çoban, 2009). Bu çalışmada, modellemeye dayalı Fen ve Teknoloji öğretimi ile öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişimi, akademik başarıları ve bilimsel süreç becerileri ve oluşturdukları modeller incelenerek alana farklı boyutlarda katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

Ayrıca, çalışmada kullanılan öğretim materyalleri ve veri toplama araçları bu alanda çalışmak isteyen diğer araştırmacılara fayda sağlayacaktır. Ayrıca bu çalışmanın, modellerin oluşturulduğu eğitim ortamlarının tasarlanmasında ve modellemeye dayalı öğretimin uygulanabilmesinde öğretmenlere kılavuzluk ederek Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı vizyonunun gerçekleştirilmesine katkıda bulunması beklenmektedir.

#### **1.4. Problem Cümlesi**

“Modellemeye dayalı etkinliklerle yürütülen 7. sınıf Fen ve Teknoloji dersinin, öğrencilerin “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” konusundaki akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerinin ve zihinsel modellerinin gelişimine etkisi nasıldır?”

#### **1.5. Alt Problemler**

Araştırmanın ayrıntılı olarak yapılması ve sonuca varılabilmesi amacıyla, aşağıdaki alt problemlere yanıtlar aranacaktır:

1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BT ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
2. Deney grubu öğrencilerinin BT ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
3. Kontrol grubu öğrencilerinin BT ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BT son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
5. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BSBÖ ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
6. Deney grubu öğrencilerinin BSBÖ ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?

7. Kontrol grubu öğrencilerinin BSBÖ ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
8. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BSBÖ son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
9. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZMDÖ ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
10. Deney grubu öğrencilerinin ZMDÖ ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
11. Kontrol grubu öğrencilerinin ZMDÖ ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
12. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZMDÖ son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
13. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel modelleri nasıl sınıflandırılabilir?

#### **1.6. Araştırmanın Varsayımları**

- 1) Uygulama sırasında öğretmenin (araştırmacının) her iki gruba da yansız davrandığı varsayılmıştır.
- 2) Öğrencilerin, veri toplama araçlarına verdikleri yanıtlarda ve uygulama boyunca içten davrandıkları varsayılmıştır.
- 3) Veri toplama araçlarının aynı koşullarda olan öğrencilere uygulandığı varsayılmıştır.
- 4) Okulda sabahçı ve öğleci olarak ikili öğretim yapıldığından dolayı, deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında, etkileşimin olmadığı varsayılmıştır.
- 5) Kontrol altına alınamayan değişkenlerin (zaman, zekâ, öğrencilerin sosyoekonomik durumları ve derse isteksiz ve yorgun gelmeleri gibi) deney ve kontrol grubunu aynı derecede etkilediği varsayılmıştır.
- 6) Öğrencilerin ön test - son test sonuçlarına "Modellemeye Dayalı Hazırlanmış Çalışma Yaprakları"ndan başka bir etmenin etki etmediği varsayılmıştır.

## 1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Aşağıda belirtilen noktaların çalışmanın sonuçlarını sınırladığı kabul edilmektedir.

- 1) Çalışma; Denizli il merkezinde bulunan bir devlet ortaokulunda, 2013-2014 eğitim öğretim yılında öğrenimine devam eden 7. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
- 2) Çalışma 7. Sınıf “Güneş Sistemi ve Ötesi- Uzay Bilmecesi” ünitesi ile sınırlıdır.
- 3) Çalışma; seçilen okulun, öğrencilerin ve yaşadıkları çevre şartlarının sağladığı kaynaklarla sınırlı kalmıştır.
- 4) Çalışma süresi, 2013-2014 eğitim öğretim yılı, II. Döneminde 9 hafta ile sınırlıdır. 3 hafta “Işık” ünitesi kapsamında, modellemeye dayalı öğretime hazırlık için ön uygulama, 1 hafta öntest verilerinin toplanması, 4 hafta uygulama süresi ve son 1 hafta da sontest verilerinin toplanmasına ayrılmıştır.
- 5) Öğrencilere modellemeye dayalı geliştirilen etkinliklerin uygulanması ve kullanılan ölçme ve değerlendirme araçları ile sınırlıdır.

## 1.8. Tanımlar

**Model:** Nesnelere, olgular, süreçler, fikirler ve bunların sistemlerinin bir gösterimidir (Gilbert vd. 2000). Bir sistemin çeşitli yönlerini gösteren nesnelere veya semboller bütünüdür (Gilbert & Ireton, 2003). Modeller, *hedef* adı verilen diğer sistemleri temsil eden analogik sistemlerdir (Gilbert, 2011).

**Zihinsel Model:** İnsanların zihinsel olarak varlıklarla kurduğu ve açıkladığı yapılardır (Johnson-Laird, 1983). Modellenen hedef sistemin kişisel içsel gösterimleridir (Gobert & Buckley, 2000).

Doğrudan tecrübe edilemeyen olguları açıklamak ve tanımlamak için kullanılan, insanın zihninde oluşturduğu bilişsel yapılardır. Zihinsel modeller özel bir model çeşididir (Coll, France & Taylor, 2005).

İnsanların, çevreleriyle etkileşimi sonucu oluşturdukları içsel gösterimlerdir (Van der Veer, 2000).

Zihinsel modeller, hedef sistemle etkileşim sonucu oluşturulan ve bu etkileşim boyunca sürekli yenilenerek geliştirilen zihinsel gösterimlerdir (Norman, 1983).

**Zihinsel Modelleme:** Bireylerin yalnız veya grup içinde çevreyi anladığı ve kavramlarını diğer kişilere açık bir şekilde ifade ettiği bir etkinliktir (Harrison & Treagust, 1996).

**Kavramsal modeller:** Mantık çerçevesinde, açıkça ve genellikle anlam bütünlüğünü ve öğrenmeyi kolaylaştırmak için, özel olarak düzenlenen modellerdir (Greca & Moreira, 2000). Bazı araştırmacılar tarafından bilimsel olarak kabul edilmiş bilgilerle uyumlu, kesin ve eksiksiz gösterimlerdir. (Norman, 1983).

**Modelleme:** Teori ile olgular veya nesnel arasındaki *anlamsal ilişkilerin kurulmasıdır* (Greca & Moreira, 2000). Modelleme gelişmiş bir düşünme sürecidir (Harrison & Treagust, 1998). Öğrencilerin var olan zihinsel modellerini kullanarak, tanıdık ve yapısal olarak özelliklerini hedef modele göre daha rahat kavrayıp anlayabildikleri benzer modellerin ya da yapıların yardımıyla, hedef modeli yapılandırmadır (Ünal-Çoban, 2009). Olguların zihinsel modellerinin oluşturulmasıdır (Gobert & Buckley, 2000).

**Modellemeye Dayalı Öğrenme:** Bir sistem ya da olaya ilişkin zihinsel modellerin oluşturulma sürecidir. Olguların zihinsel modellerinin kurulumudur (Gobert & Buckley, 2000).

**Modellemeye Dayalı Öğretim:** Bilgi kaynaklarını öğrenme etkinliklerini içeren, bireysel veya grup olarak, zihinsel model inşa etmeyi kolaylaştıran öğretimsel stratejileri bir araya getiren bir uygulamadır (Gobert & Buckley, 2000).

**Fen Öğretimi:**

Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nca 2006-2007 öğretim yılında uygulanmaya başlanan Fen ve Teknoloji programına dayalı öğretim.



## BÖLÜM II

### KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, modellemeye dayalı öğretim ve araştırmada neden modelleme yoluyla öğretimin kullanıldığı açıklanmaktadır. Ayrıca öğrenme içeriği olarak seçilen astronomi konularının kapsamı ve bu konulardaki akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve zihinsel modellere ait durumlar modellemeye dayalı öğretimle ilişkilendirilerek ele alınmaktadır.

#### 2.1. Modellemeye Dayalı Öğretim ve Öğrenme

Bilme ve öğrenmenin en önemli aracı *insanın zihnidir*. İnsan, hemen hemen her davranışını düşünerek ve zihinsel yeteneklerini kullanarak öğrenir. Bilgi kazanma, bilgileri sistemli olarak belleğe kaydetme, hatırlama ve gerektiğinde yeni durumlarda kullanma, *düşünme süreçleriyle* başarılmaktadır. Daha genel olarak, bilme ve öğrenme büyük ölçüde düşünme süreçlerinin farkındalığıyla sağlanır. Gelişmiş bir düşünme süreci olarak ise araştırmacılar, *modellemeyi* vurgulamaktadır (Harrison & Treagust, 1998).

1960'larda Black; modellerin, bilimsel araştırmalarda belirgin ve değişmez roller taşıdığını vurgulamış, Hempel bilimsel açıklamalarda modellerin önemini açıklayarak, deneysel bilimlerdeki açıklayıcı görüşlerin, açıklanan olgunun modeli açısından formülleştirildiğini belirtmiştir (Gobert & Buckley, 2000).

Fen eğitiminde ise modelleme teorisi, *bilimsel bilgi ve bilimsel araştırmanın doğası* ve bunun yanında öğrencilerin anlamlı bir bilim anlayışı geliştirmelerini sağlayacak *öğrenme süreçleri* hakkında çeşitli sınırlılıklarla temellenmiştir.

Model-temelli görüşlere göre; *bilimsel bilgi geliştirme* ve *bilimsel sorgulama*, modellerin oluşturulması ve test edilmesi ile birlikte gerçekleşmektedir. Modeller, bilimde olduğu gibi, fen eğitiminde de önemli roller oynar. Son yıllarda; fen eğitiminde modeller ve modellemenin önemi fen eğitimi reform hareketlerince de artarak tanınmaktadır (Gobert & Buckley, 2000).

*Modellemeye Dayalı Öğretim*; bilgi kaynaklarını öğrenme etkinliklerini ve bireylerde ve öğrenme gruplarında “*zihinsel model inşa etme*”yi kolaylaştıran öğretimsel stratejileri bir araya getiren bir uygulamadır. *Model Temelli Öğrenme*; olguların zihinsel modellerinin kurulumudur (Gobert & Buckley, 2000).

Modellemeye dayalı fen öğretimi; bilişsel bilimlerde ve bilgisayar bilimlerinde mevcut metaforlar ve modeller üzerine kurulmuş bilimin çerçevesini belirleyen bir yaklaşımdır. Modellemeye dayalı fen öğretiminde *bilim*; doğal olguların tanımlayıcı ve açıklayıcı modellerini oluşturma süreci olarak tanımlanmaktadır. *Modellemeye dayalı fen öğretiminin açıklayıcı çerçevesi ise ‘zihinsel modeller teorik fikri’nin içindedir.*

Fen eğitiminde zihinsel modellerin rolü üzerine çok sayıda çalışma alanı mevcuttur. Öğrencilerin düşünceleri ve fen öğrenirken kullandığı zihinsel modeller, üst düzey bilişsel düşünmedeki bilişsel süreçlere bağlıdır. Öğrencilerin kompleks fen problemlerini nasıl düşündüğü ve kavramsallaştırdığı üzerine literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur (Nunez-Oviedo, 2004; Taylor vd., 2003). Benzer şekilde farklı konu alanlarında da çalışmaların devamı gerekmektedir.

Fen öğrenirken gereken zihinsel modelleme süreçlerine, fen eğitimi alanında 1990’lardan itibaren ilgi artmıştır. Çoğu fen eğitimcisi, zihinsel modellerin oluşturulmasının doğal olguları anlama ve bilimsel bilgi yapılandırma önemli bir rol oynadığını belirtmektedir (Clement, 1989; Franco & Colivaux, 2000). Çünkü bilimin gelişmesi büyük oranda zihinsel modelleme süreçlerine bağlıdır ve bilimsel sorgulama ürünü farklı türlerde modeller içerir. Bu nedenle, öğrencilerin uygun zihinsel modeller kurmalarına yardım etmek, Gilbert vd. (2000)’nin fen eğitiminde üç temel hedef olarak belirttiği; *fen içeriğini öğrenme, bilimin doğasını öğrenme* ve *bilimde uygulamayı öğrenme* hedeflerine ulaşmak için önemlidir. Buna göre; zihinsel modeller üzerine çalışmalar fen öğrenmedeki gelişimi ve başarıyı ilerletmede önemlidir.

Modellerin doğası ve fen derslerinde kullanımı konusunda bilgi vermek için öncelikle *bir modelin anlamları, modellemenin doğası, model çeşitleri, modellemenin amaçları, bilimsel modellerin çeşitliliği ve değişimi* konularında literatürden yararlanılarak açıklamalar yapılmıştır.

### 2.1.1. Bir Modelin Anlamları

Bir modelin tek bir anlamı bulunmamaktadır. “Temsil” terimi modelin anlamını açıklamada ortak olarak kullanılan bir terimdir. Model tarafından temsil edilen şeye “hedef” denir. Ya da, bilinen alana “temel”, bilinmeyen alana “hedef” denir. Fen eğitiminde model denildiğinde, *bilinen bir olaydan yola çıkarak bilinmeyen ya da daha soyut olanı anlatan olay ya da sistemler* anlaşılmaktadır (Ünal-Çoban, 2009). Gilbert ve Ireton (2003); bir modeli başka bir sistemin çeşitli yönlerini gösteren nesnelere veya semboller sistemi olarak tanımlamıştır. Johnson-Laird (1983) modelleri, bireylerin zihinlerinde yapılandırdıkları ve zihinsel bileşenlerle sorguladıkları *zihinsel yapılar* olarak tanımlamaktadırlar. Gobert ve Buckley (2000) ise bilginin sosyal yapılandırılmasından yola çıkarak, bir sisteme ilişkin oluşturulan modelleri, bireyin hareketleri, sözlü, yazılı ve diğer yollarla anlatım ve tanımlamaları olarak açıklamaktadır.

Kısaca, bir model her hangi bir şeyi gösteren bir temsildir. Bir volkan minyatürü, gerçek bir volkanik dağ, astronomideki Büyük Patlama (Big Bang) Modeli evrenin oluşumu hakkında bir fikri temsil etmektedir. Amerikan Ulusal Fen Eğitimi Standartları (NRC, 1996) bilimin tüm sınıf düzeylerinde ulaşılabilir beş kavramından biri olarak, fen öğretiminde modellerin kullanımını vurgulamakta ve bu fikri şu şekilde özetlemektedir: “Modeller; gerçek nesnelere, olaylara veya olay dizilerine karşılık gelen ve açıklayıcı güce sahip geçici şemalar veya yapılarıdır... Modeller; fiziksel nesnelere, planlar, zihinsel yapılar, matematiksel denklemler ve bilgisayar simülasyonlarını içeren çeşitli formlarda olabilir” (s.117).

Gilbert (2004); modellerin özelliklerini örneklerle şu şekilde özetlemektedir:

- ✓ Modellerin çoğu; maddesel nesnelere oluşur ve bağımsız bir varlığa sahip olarak (*tepkime oku çizme*) veya bir sistemin parçası olarak görülürler (*denklem zincirinde tepkime oku çizme*).

- ✓ Bir model tanımladığı nesneden daha küçük olabilir (*uçak*) veya daha büyük olabilir (*virüs*).
- ✓ Bazı modeller, soyutlamaların tanımlamaları olabilir, oluşturulan varlıklara nesne gibi davranılabilir (*Çizgiler olarak enerji akışları*).
- ✓ Kaçınılmaz olarak bir model hem soyutlamaların gösterimlerini hem de aynı zamanda etki ettikleri maddesel nesnelerin gösterimlerini içerebilir (*Krebs çemberinde enerji akışları*)
- ✓ Bir model; bir sistemin birbirleriyle sabit ilişki içinde olan varlıklar serisi olabilir (*Elmas kristalindeki karbon atomları, insan vücudunun organları, bir elektrik motoru*)
- ✓ Bir model; bir olayın veya bir sistemin sınırlı bir zamandaki davranışı olabilir. (*Yarı-geçirgen bir zardan bir iyonun geçişi, insan gebeliği ve doğum*)
- ✓ Bir sistemin bir veya daha fazla elemanın geçici olarak değiştiği bir süreç olabilir. (*İşlemdaki bir katalitik dönüştürücü*)

Özetle, bir modelin tanımları farklı olsa da, bir model bir hedefin gösterimi olarak anlaşılmaktadır. Modellerle temsil edilenler; gözlenebilir veya gözlenemez nesnelere veya olgular, bunların özellikleri ve durumları, bilişsel veya doğal süreçler, olaylar dizileri ve dünyanın işleyişi konusunda fikirler olabilir. Modellerin gösterdiği *hedefler*; nesnelere, olgular, süreçler, fikirler ve sistemleri içerebilir. Bir model, bir teori ve bir olguyu bağlayan bir *köprü* veya *aracı* olarak da düşünülür (Oh & Oh, 2011). Bu noktada modellemenin açıklanması gerekir.

### 2.1.2. Modellemenin Doğası

*Modelleme*; teori ile olgular veya nesnelere arasındaki *anlamsal ilişkilerin kurulması* olarak algılanmaktadır (Greca & Moreira, 2000). Model oluşturmak için *sözel kaynaklar, resimler, diyagramlar, grafikler, somut materyaller, animasyonlar, etkinlikler, vücut hareketleri ve bunların kombinasyonları* kullanılabilir (Gilbert & Ireton, 2003).

*Model oluşturma*, öğrencilerin kavramlar hakkındaki parça bilgilerini daha geniş, daha açık anlaşılır yapılarda bir araya getirmesidir. Bir model oluşturma etkinliği şunları gerektirir (Gilbert & Ireton 2003);

- *Bir fen kavramı hakkında düşünme ve tartışma,*
- *Kavramı parçalara (gerçekler) bölme ve*
- *Parçaların birbirleriyle nasıl ve neden ilişkili olduğunu düşünme.*

Kullanışlı bir model seçme, bilimde sezgi ve yaratıcılığın devreye girdiği yollardan birisidir. Zihinsel veya açıklanmış olsun tüm modeller, belirli özelliklere sahiptir. Düşünmede ve düşüncelerin ifade edilmesinin temelinde olduğu için bu özellikler önemlidir. Doğası gereği, tüm modeller:

1. *Yapaydır.* Tüm modeller insan yapılarıdır. Örneğin, Dünya'nın yuvarlaklığını modellemek için bir portakal kullanırsak, portakalın yuvarlaklığına özel bir anlam-normal olarak sahip olmadığı bir anlam- veririz. Portakalı bir model yapmak için anlam verdiğimiz için, portakal yapay olmasa da model yapaydır.
2. *Faydalıdır.* Modeller, çeşitli amaçlar için oluşturulur. Belirli bir sistemin tüm bileşenlerini temsil etmez, bazı yakın yönlerini açığa çıkarır. Bir istenen hedefi göstermesi için bilgi, daima modelden atılır. Örneğin, Dünya'nın bir sınıf modeli, coğrafi ilişkiler için kullanışlı olabilir, fakat coğrafi süreçler için kullanışlı değildir. Fikirleri herhangi bir mutlak durumda doğru oldukları için değil, amaçlarımıza en iyi uyumu gösterdiği için tutar, modelleri seçeriz.
3. *Basitleştirilmiştir.* Modeller, genel olarak basittirler ve hedeflerinden daha az bilgi içerir. Bu basitleştirme nedeniyle, bir model hedefinde bulunabilen değişken etkisinden yoksundur. Zihinsel modeller kurulduğunda, tüm olasılıklara sahip değildir, sadece ihtiyaçlara ve amaçlara hizmet ederler.
4. *Yorumlanmıştır.* Tüm modeller, kendi terimleri üzerinden anlaşılmalı ve yorumlanmalıdır. Bazıları, diğerlerinden daha çok yorumlama gerektirir. Bir ölçek modeli, görünüş olarak oldukça açıktır, fakat bir yol haritası, kullanıcının ölçek, yol çeşitleri, şehir büyüklüğü vb. gibi harita işaretlerini danışmasını gerektirir.
5. *Tamamlanmamıştır.* Modeller, hiçbir zaman hedeflerinin tam veya bütün gösterimleri olarak düşünülmemelidir. Modeller, doğru veya yanlış olsun "uyumun büyüklüğü"nü tanımlayan kriterle ilişkilidir. Modeller hedeflerini, kusurlu olarak ve olasılığa dayalı olarak temsil eder. Uyumlarıyla ilişkili olarak daima hata vardır (Gilbert & Ireton, 2003).

### 2.1.3. Model Çeşitleri

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde modellerin farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde sınıflandırıldığı görülmektedir. Fen eğitiminde önemli bir yere sahip olan modeller Ünal ve Ergin (2006) tarafından sınıflandırılmış; *Açık Modeller (benzetme modelleri)* ve *Zihinsel Modeller* olarak iki ana bölümde ele alınmıştır. *Açık modeller*, hedef kavram ve benzer model ilişkisi üzerine kuruludur. Mikroskobik, makroskobik ve sembolik düzeyde olabilirler. *Zihinsel modellerde* ise, birey modelini zihninde yapılandırır, gerektiğinde farkına bile varmadan değerlendirir ve yeniden düzenler. *Zihinsel modeller*; somut ya da soyut kavramların, süreçlerin, zihinde canlandırılan modellerinden oluşurlar.

Örnek (2008), modelleri zihinsel modeller ve kavramsal modeller olarak iki başlık altında sınıflandırmıştır. *Kavramsal modeller*, bazı araştırmacılar tarafından bilimsel olarak kabul edilmiş bilgilerle uyumlu, kesin ve eksiksiz gösterimler olarak tanımlanmaktadır (Günbatır & Sarı, 2005; Norman, 1983). Kavramsal modeller; mantık çerçevesinde açık ve genellikle anlam bütünlüğünü ve öğrenmeyi kolaylaştırmak için özel olarak düzenlenmektedir (Greca & Moreira 2000). Örnek (2008) ise kavramsal modelleri, herhangi gerçek bir durumun öğretilmesi ve anlaşılması için tasarlanan araçlar olarak tanımlamaktadır. Kavramsal modeller; genellikle araştırmacılar, öğretmenler, mühendisler vb. tarafından oluşturulan ve dünyadaki durumların ya da sistemlerin ilişkilerini öğretmeyi ya da kavramayı kolaylaştıran dışsal gösterimler olarak tanımlanmaktadır (Greca & Moreira, 2000).

Harrison ve Treagust (2000); bilimsel düşünme ve çalışmanın özünde modellemenin olduğunu vurgulayarak, fen derslerinde öğretmenlerin öğrencileri için en uygun modeli seçmelerine yardımcı olmak için modelleri sınıflandırmışlardır. Harrison ve Treagust (2000); fen programlarında araştırma yapma, anlama ve iletişim kurmayı *bilimsel düşünme ve bilimsel çalışmanın* özü olarak belirtmektedir. Modeller, bilimin ürünleri, yöntemleri ve ana öğrenme ve öğretme araçları olduğundan dolayı, bilimsel düşünme ve bilimsel çalışmayla bütünlük oluşturmaktadır (Gilbert, 2004).

Harrison ve Treagust (2000); modellerin sınıflandırmasını aşağıda verilen 4 grupta açıklamaktadır:

### 2.1.3.1. *Bilimsel Modeller ve Öğretim Modelleri*

- *Ölçek Modelleri:* Ölçek modeller, nesnelerin (bitkilerin, hayvanların, arabaların ve binaların...) renklerini, dış şekillerini ve yapılarını tarif etmek için kullanılırlar. Ölçek modelleri nesnelerin dış özelliklerini oldukça iyi bir şekilde yansıtmasına karşın nadiren nesnelerin içyapılarını işlevlerini ve kullanımlarını gösterirler. Ölçek modellerine oyuncaklar ve oyuncak benzeri modeller örnek olarak gösterilebilir. Bu modellerde model ve hedef arasında paylaşılmayan bağlar olabilir. Uzay mekiğinin oyuncak boyutu modeli ve volkanik bir dağın alçıdan oluşturulmuş bir modeli örnek olarak verilebilir.
- *Pedagojik Analogik Modeller:* Bu modeller öğretim ve öğrenmede kullanılan tüm analogik modelleri ve ölçek modellerini kapsamaktadır. Bu modellere ‘analogik’ denmesinin nedeni modelin hedef ile bilgiyi paylaşıyor oluşudur. Bu modeller atomlar, moleküller gibi gözle görülemeyen varlıkları açıklamak amacıyla bilim insanları ya da öğretmenler tarafından üretilirler bu nedenle pedagojik olarak adlandırılırlar. Analogik modeller, model ile hedef arasında belirli özellikler için bire bir uyuşan bağlar kurarlar. Kavramsal özellikleri yansıtmak için, analog özellikleri, genellikle aşırı basitleştirilmiş veya abartılmıştır (atomu topa benzetme, bağları toplar arasındaki çubuklara benzetme).

Benzetme modelleri (analogik modeller), basitleştirilmiş veya genişletilmiş olabilir. Basit bir analogik modelde, kaynak (analog) ve hedef arasındaki ilişki açıktır. (Örneğin atomu topa benzetme). Hedefin kaynağa nasıl ve ne zaman benzediğini ifade etmek için *zenginleştirme* anlayışa yardımcı olur. (‘Çubuk’ bağları atom modelleri arasındaki kuvvetleri gösterir) (Harrison & Treagust 2000). Aşağıda genişletilmiş analogik model örneği ‘Güneş sistemi-Atom’, Şekil 1’de verilmiştir.

**Analojik Model: Güneş sistemi Modeli****Hedef: Atom****Benzer Özellikler:**

Güneş, kütleinin çoğuna sahiptir.  
Güneş merkezdir.  
Gezegenler, güneşten küçüktür.  
Gezegenler, güneş etrafında döner.  
Gezegenler ve güneş birbirini çeker.  
Güneş sistemi büyük oranda boşluktur.

Çekirdek, kütleinin çoğuna sahiptir.  
Çekirdek merkezdedir.  
Elektronlar, çekirdekten küçüktür.  
Elektronlar çekirdek etrafında döner.  
Elektronlar ve çekirdek birbirini çeker.  
Atom büyük oranda boşluktur.

**Benzemeyen Özellikler:**

Gezegenlerin büyüklükleri farklıdır.  
Her yörüngede bir gezegen bulunur.  
Gezegenlerin yörüngeleri elips şeklindedir.  
Güneş-gezegen arasında çekim kuvveti vardır.

Elektronların hepsi aynı büyüklüktedir.  
Her düzeyde farklı sayıda elektronlar bulunabilir.  
Elektronlar gezegenler gibi yörüngede değildirler.  
Elektron-çekirdek arasında elektrostatik kuvvet vardır.

*Şekil 1.* Bir atomun Güneş sistemi analojik modeli gösterimi (Harrison & Treagust, 2000. A typology of school science models, *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011- 1026.).

Buraya kadar açıklanan kategoriler, analojik modellerdir. Çünkü;

- ✓ Her bir model bir nesne veya sürecin basitleştirilmiş veya genişletilmiş bir gösterimidir.
- ✓ Analog model ve bilimsel olgu arasındaki bire-bir eşleşme durumu, yapıları ve görevleri açıklar.

Analojik modeller, ‘somut’ ölçek modellerinden (araba, bitki, hayvan modelleri gibi...) oldukça ‘soyut’ teorik modellere (manyetik alan) ve kavram-süreç modellerine (kimyasal denge) kadar değişebilir.

### 2.1.3.2. *Kavramsal Bilgi Kuran Pedagojik Analogik Modeller*

- *Sembolik (İkonik) Modeller:* Kimyasal denklemler ve eşitlikler bu tür modellerin iyi örneklerindedir. Bu modeller açıklayıcı iletişim modellerindedir. Bu modeller kullanılırken formüller ve eşitliklerin yorumlanması gereklidir.
- *Matematiksel Modeller:* Fiziksel özellikler ve süreçler; kavramsal ilişkileri ortaya koyan matematiksel denklemler ve grafiklerle gösterilebilir ( $F=m.a$  veya  $k=P.V$  gibi). Matematiksel modeller diğer modeller arasında en doğru, en soyut ve öngörücü gücü en yüksek modellerdir. Matematiksel modellerin sözlü ya da yazılı olarak nitel açıklamalarını öğrencilerin *kendilerinin* oluşturmaları önemlidir.
- *Teorik Modeller:* Manyetik alan çizgilerinin ya da fotonların analogik gösterimleri teorik modellerdir. Çünkü bu modeller teorik varlıkları açıklamak için insanlar tarafından oluşturulmuş yapılardır.

### 2.1.3.3. *Çoklu Kavram-Süreçleri Gösteren Modeller*

- *Haritalar, Diyagram ve Tablolar:* Bu modeller öğrenciler tarafından kolayca görselleştirilen ilişkileri, yolları ve örnekleri temsil ederler. Örneğin periyodik tablo, hava haritaları, devre şemaları, kan dolaşımı, soy ağacı, besin zincirleri gibi.
- *Kavram Süreç Modelleri:* Çoğu fen kavramı nesnelere çok süreçlerden oluşmaktadır. *Asit- baz modelleri, kimyasal denge ve redoks gibi modeller...*
- *Simülasyonlar:* Simülasyonlar çoklu dinamik modellerin özel bir türüdür. Simülasyonlar; *uçakların uçuşu, nükleer reaksiyonlar, küresel ısınma, kazalar, populasyon dalgalanmaları* gibi kompleks ve gelişmiş olayları modellerler. Simülasyonlar öğrencilerin veya araştırmacıların can ve mal riski taşımadan becerilerini geliştirirler ve *sanal deneyimler* içerirler (Bilgisayar oyunları, bilgisayar-temelli etkileşimli animasyonlar, gerçek-yaşam durumları).

### 2.1.3.4. *Gerçeklik, Teori ve Süreçlerin Kişisel Modelleri*

- *Zihinsel modeller:* Zihinsel modeller bireylerin bilişsel işlemler sırasında ürettikleri bir çeşit özel zihinsel, analogik gösterimdir (Vosniadou 1994). Bu modeller öğrencilerin kendi kendilerine ürettikleri modellerdir. Bu nedenle

öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modeller; tamamlanmamış, sınırları kesinleştirilmemiş, değişken olabileceği gibi bilimsel olmayabilirler.

- *Sentetik Modeller:* Bu modeller öğrencilerin kendi içsel modelleriyle öğretmenlerinin bilimsel modellerini sentezleyerek oluşturdukları alternatif kavramalarının gelişimini sergileyen modellerdir.

#### 2.1.4. Modellemenin Amaçları

Bilimsel modellerin önemli bir özelliği, bilim insanlarının kullandıkları modellerin kullanım amaçları analiz edilerek anlaşılabilir olmasıdır. Bilimin temel amaçları, tanımlama, açıklama ve tahmindir. Bilimde modellemenin amaçları da; doğal dünyayı tanımlama, açıklama ve tahmindir (Buckley & Boulter, 2000; Halloun, 2007; Shen & Confrey, 2007).

Burada; *tanımlama*, nesnelere veya olguların, nasıl var olduğunun veya davrandığının bir ifadesidir. *Açıklama*, nesnelere veya olguların, neden var olduğunun veya o şekilde davrandığının bir nedeni anlamına gelir (Halloun, 2007). Yani, *tanımlamalar* var olan şeylerin ontolojik sorusuna verilen cevaplardır. *Açıklamalar*, nesnelere veya olguların neden oluştuğu, nedensel sorusuna verilen cevaplardır. Tanımlama, açıklama ve tahmin rollerinin yanında, bir model bilim insanlarının, bilgi ve anlayışlarını paylaştığı sosyal bağlamda, *iletişimsel yardım* sağlar.

#### 2.1.5. Bilimsel Modellerin Çeşitliliği

Bilim insanları, bilimsel problem çözmede kompleks fen kavramlarını açıklamada farklı modeller kullanmaktadır. Bilimsel modellerin bir özelliği olarak *çeşitlilik*; aynı hedef için farklı modellerin oluşturulabileceği anlamına gelir. *Değişkenlik*; kişinin farklı görevler için farklı araçlar kullanması konusunda bilişsel esneklik sağlayabilir (Oh & Oh; 2011).

Bilimsel modellerin tümünde ortak olan özellikler şunlardır (Van Driel & Verloop, 1999):

- ✓ Bir model, her zaman model tarafından temsil edilen hedef veya hedeflerle ilişkilidir. Hedef terimi bir sistemi, bir nesneyi, bir olguyu veya bir süreci kapsayabilir.

- ✓ Bir model, doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için kullanılan bir araştırma aracıdır. Bu nedenle ölçeklendirme modelleri bilimsel model olarak düşünülmez. Ev, köprü modelleri gibi, bir nesnenin başka bir ölçekteki kopyası bilimsel model olarak düşünülmez.
- ✓ Bir model hedefin temsil ettikleri ile doğrudan etkileşmez. Bu nedenle bir fotoğraf veya spektrum bir model olarak nitelendirilmez.
- ✓ Bir model hedefe uygun benzetmelere dayanır ve bu nedenle araştırmacıların modellenen hedef kavramla ilgili çalışmalarını süresince test edilebilir hipotezler üretebilmelerine imkan verir. Bu hipotezlerin test edilmesi hedef hakkında yeni bilgiler ortaya çıkarır.
- ✓ Bir model her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık gösterir. Genel olarak bir model olabildiğince basite indirgenir. Yapılacak araştırmanın özel amaçlarına bağlı olarak hedefin bazı ayrıntıları kasıtlı olarak model dışında bırakılabilir.
- ✓ Bir model oluşturulurken, hedef ile model arasındaki benzerlik ve farklılıklar arasında araştırmacılara özel seçimler yapabilmelerine imkan veren bir uygunluk olmalıdır. Bu süreç araştırma soruları ile yönlendirilir.
- ✓ Bir model karşılıklı olarak birbirini etkileyen süreçler sonucunda geliştirilir ve hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça modellerde revizyona gidilir.

### **2.1.6. Bilimsel Modellerin Değerlendirilmesi**

Bilimsel bilginin epistemik özelliklerinden birisi değiştirilebilir olmasıdır. Bilimsel bilgi teorik ve deneysel dünya arasındaki devam eden tamamlayıcı ilişkilerle gelişir. Halloun (2004) “deneysel-rasyonel diyalektiği” şu şekilde açıklar:

Bu diyalektikler geçici bir modelin oluşturulması ile başlar. Bunu, modelin geçerliliğini test etmek için analiz edilecek uygun deneysel verinin toplanması izler. Sonra; modelin kabulü, düzeltilmesi ve reddi hakkında karar verilir. Kısaca, bilimsel metodoloji; fiziksel gerçeklerdeki çeşitli kavramsal araçların kullanılmasıyla, kavramsal modellerin iyi tanımlanmış ilkeler ve kurallar ile oluşturulması, test edilmesi, kullanılması hakkındadır. (s. 29)

Modeller, test edilerek bilimsel bilgi geliştirilmesi süreci ile değişir. Bilimde bir model; *deneysel ve kavramsal değerlendirme* (Passmore & Stewart, 2002) yoluyla test edilir.

*Deneysel değerlendirme’de* model; *gerçek olgu* ve *model arasındaki uyum* açısından değerlendirilir. Eğer; modelin tanımladığı olgu ve doğal dünya ile etkileşim sonucu toplanılan veri uyumlu ise, modelin alternatifleri arasında geçerli olduğu sonucuna ulaşılır. Eğer, modelin tanımladığı olgu ve gerçek dünya nesnelere arasında *uyum yoksa* veya simule edilmiş sonuç ile deneysel elde edilen veri arasında *çelişki varsa*, modelin değişim gerektirdiği düşünülür. Böyle durumlarda bilim insanları var olan modeli değiştirebilir veya anomaliyi açıklamak için yeni bir model icat edebilir. Gözden geçirilmiş veya yeni kurulmuş model; hedef hakkında yeni gözlemler ve deneyler öneren yeni hipotezler oluşturur (Passmore & Stewart, 2002).

*Bir bilimsel model*; deneysel veya kavramsal testlerden elde edilen yeni bilgi veya perspektiflerle değiştirilebilir de; *gerçek doğru veya yanlış olarak sunulmadığı* vurgulanmalıdır. Çünkü bir model bir gerçek-dünya sisteminin belirli bir bölümünü sınırlı düzeyde bir doğrulukla yansıtır. Bir modelin belirli amaçlar için “gerçeğe uyduğu” söylenebilir.

Bireylerin oluşturduğu modellerin kullanılabilirliği belirli ölçütlere göre belirlenir. Bir modelin uyumu, modelin sahip olduğu çeşitli faktörlere göre değerlendirilir. Model değerlendirmede bu faktörler şunlardır (Gilbert & Ireton 2003):

1. *İlişkili Olma*: Özellikle aynı hedefin diğer modelleriyle ilişkili olma özelliğidir. Model, diğer modellerle nasıl uyumludur? Kabul edilen modellerden çok farklı olan bir model reddedilir veya ertelenir. İlişkililik özelliği için diğer bir terim tutarlılık’tır.
2. *Şeffaflık*: Modelin hedefine ne kadar uyduğunun bir ölçüsüdür. Bazı modeller çok saydamdır veya açıktır, bazıları ise opakdır. Bir model opak ise, temsil edilenin ne olduğu iyi anlaşılabilir. Evrendeki en küçük varlığı tanımlamak için “yay” terimi kullanıldığında, kavram, matematiksel olduğu için, bu fiziksel metaforun kullanımı, büyük olasılıkla pek çok kişi için opakdır.
3. *Sağlamlık*: Modelin varsayımlardaki değişimlere ne kadar duyarsız olduğunun bir ölçüsüdür. Genel olarak, modeli hedefle bağlamak için ne kadar çok varsayım kullanılırsa, modelin daha sonra değişim gerektireceği veya atılacağı olasılığı artar.

4. *Verimlilik*: Modelin ne kadar açıklama yaptığının bir ölçüsüdür. En iyi modeller, hedefleri hakkında daha çok açıklama yaparken, bazı modeller sadece aynı sistemi hedefler. En verimli modeller, yeni anlayışlar ve geniş bakış açısı sağlar.
5. *Zenginleştirme Kolaylığı*: modeli genişletmenin veya ekleme yapmanın ne kadar kolay olduğunun bir ölçüsüdür. Diğer tüm şeyler eşit olduğunda, iyi modelleri genişletmek ve zenginleştirmek daha kolaydır.

### **2.1.7. Modellemeye Dayalı Öğretimin Fen Derslerinde Uygulanması**

Model-temelli görüşlerin fen derslerinde uygulanması, modellerin doğası ve modellemenin tam olarak anlaşılmasını gerektirmektedir. Öğretmenler, modeller ve modelleme üzerine sahip olduğu bilginin bir sonucu olarak, etkinlikleri uygulamaktadır. Yapılan çalışmalar, öğretmenlerin bu alanda yeterli olmadığını, uygulamalarının modelleme etkinliklerini nadiren içerdiğini göstermektedir (Van Driel & Verloop, 1999; Justi & Gilbert, 2002). Öğretmenlerin modelleri algılayışlarının kompleks ve bazen yetersiz olduğu, öğretimlerinde ve model kullanımlarında, bilgi, inanç ve tecrübelerine bağlı olarak farklı yaklaşımları kabul ettikleri görülmüştür (Cerit-Berber & Güzel, 2009; Justi & Gilbert, 2002; Güneş vd, 2004a). Öğretmenlerin, modelleri sunmasının, öğrencilerin öğrenmesine yararlı olduğu belirtilmiştir, çünkü öğretmenin bilimsel fikirleri öğrencilerin hazır ulaşabileceği şekilde yeniden formüle etmesine yardım eder. Fakat modellerin bu şekilde öğretmen girişimli yollarla kullanılması bilimsel modellerin ve bilimsel modellemenin dinamik doğasında sınırlıdır.

Fen derslerinde model kullanımı, bilimsel olarak kabul edilen modellerin bilgi içeriğinin aktarılmasına odaklanan geleneksel yolun ötesine geçmelidir. Fen derslerinde öğretmenlerin modelleri kullandığı durumlarla ilgili araştırmacılar, öğretmenlerin algıları ve öğretim uygulamaları arasında olası bir ilişki olduğunu belirtmiştir (Van Driel & Verloop, 1999).

Modellemeye dayalı öğretimin, zihinsel modellerin oluşturulma süreci olduğu vurgulanmalıdır. Bu öğretimin anlaşılması için öncelikle, Harrison ve Treagust (2000) tarafından 4 grupta sınıflandırılan modellerden, diğer tüm modellerin sahip olduğu benzer

özelliklere sahip olan, bilim ve öğrenmenin temelinde yatan *zihinsel modellerin* ayrıntılı olarak açıklanması gereklidir.

## 2.2. Fen Eğitiminde Zihinsel Modeller

Zihinsel modellere; bilişsel psikoloji, bilim felsefesi ve fen eğitimi gibi farklı perspektiflerden yaklaşılmıştır. Bu nedenle, zihinsel modellerin belirli yönlerini vurgulayan farklı tanımları yapılmıştır. Araştırmacılar, zihinsel modellere, bireylerin açıklama modellerinin incelenmesiyle ulaşılabileceğini belirtmektedir.

Zihinsel modeller, dış dünyadaki olayların ve durumların çalışan modelleridir. Zihinsel manipülasyon ile olguları anlar ve açıklayabiliriz ve sonuç tahminlerine göre davranırız (Greca & Moreira, 2000). Bir *zihinsel model*; hakkında akıl yürütülmekte olan fiziksel sistemi gösteren kavramsal bir sistem (Nersessian, 1999), insanların çevreleriyle etkileşimi sonucu oluşturdukları içsel gösterimler (Van der Veer, 2000), temsil ettikleri olgunun yapısını koruyan analog gösterimler (Vosniadou, 2002) olarak da tanımlanabilir. Örnek (2008), zihinsel modelleri gerçeklerin veya hayallerin öznel sunumları olarak, Ünal ve Ergin(2006) ise, günlük yaşamımızın hemen her yerine girmiş ancak farkına varmaksızın kullandığımız içsel semboller şeklinde tanımlamaktadır. Vosniadou ve Brewer (1994); zihinsel modellerin karşılaşılan problemleri çözmek için harekete geçirildiğini vurgulayarak zihinsel modellerin temel görevlerini teorik olarak;

- Fiziksel olguların açıklamalarını yapılandırmak,
- Yeni bilginin kazanılması ve yorumlanmasına aracılık etmek,
- Deney yapma ve teoriyi gözden geçirmeyi kolaylaştırma şeklinde özetlemektedir.

Akıl yürütme süresince insanlar, etkileşimde buldukları olguların çalışan bilişsel gösterimlerini oluşturur. Varolan bilgileriyle yeni bilgiyi bütünleştirerek, zihinsel gösterimler oluştururlar. Yani, insanlar akıl yürütürken zihinsel model oluşturur. Gerçek dünya olgularıyla karşılaştırıldığında, zihinsel modeller, yapı olarak daha küçük ve basittir ve açıklama sağlamaya hizmet eder (Johnson-Laird, 1983).

Zihinsel model, hedef sistemle etkileşim sonucu oluşturulan ve bu etkileşim boyunca sürekli modife edilen zihinsel gösterimdir (Norman, 1983). Norman'ın zihinsel modellerle ilgili genel gözlemleri şunlardır:

- Zihinsel modeller tamamlanmamıştır.
- Bireylerin modellerini kullanma-çalıştırma yetenekleri oldukça sınırlıdır.
- Sabit değildir. İnsanlar modellerinin detaylarını –özellikle bu detaylar uzun süre kullanılmadığında- unuttur veya görmezden gelir.
- Kesin olarak tanımlanmış sınırlara sahip değildir. Benzer araçlar ve işlemler birbiriyle karıştırılabilir.
- Öngörücü özelliğindedir. (insanlar zihinsel planlama yerine, ek fiziksel işlemleri tercih eder. Bu işlemler daha az zihinsel komplekslik için karşılıklı değişimde daha fazla enerji gerektirir.)
- İnsanlar genellikle, kendi bilgileri doğru ve tam olsa bile, bilgilerinden emin hissetmezler.
- Bilimsel değildir. Kişilerin inançlarını gösterilen sistem çerçevesinde yansıtır.
- Zihinsel modellerin tek vaadi, konu için sahip olduğu fonksiyonelliktir /görevdir.
- Bir zihinsel modelin esas görevi kurucusuna; temsil ettiği fiziksel sistemi açıklaması ve sistem hakkında tahminler yapmasına izin vermesidir.
- Modeli kuran kişi için fonksiyoneldir.

Zihinsel modellerin anlaşılması için; zihinsel modellerin nasıl oluşturulduğu ve anahtar özelliklerine odaklanılması gerekmektedir. Zihinsel modellerin özellikleri şunlardır (Franco & Colinvaux, 2000):

1. *Zihinsel modeller üretkendir:* Model temelli akıl yürütmede, bireyler tahminler ve yeni fikirler üretirler.
2. *Zihinsel modeller örtük bilgi içerir:* Zihinsel model sahipleri, zihinsel modelinin her bir yapısal yönünün farkında değildir (*örtük:* sözle veya yazıyla belirtilmeden ifade olunan).
3. *Zihinsel modeller yapaydır.* Zihinsel modeller verimli olmak için, zihinsel model oluşumunu ilk olarak yönlendiren hedef sistemin basitleştirilmiş bir gösteriminden oluşur.

4. *Zihinsel modeller, bireylerin dünya-görüşü tarafından sınırlandırılır.* Bu durum, kişilerin genel inanç sistemlerine bağlı olarak oluşturabilecekleri modeller dizisini sınırlandırır.

Zihinsel modeller hiyerarşıktır. Şöyle ki; bireyler, zihinlerinde şu anda hareket eden bir küçük, gerçek-zamanlı zihinsel modele ve dünyayı yorumladıkları ve muhafaza ettikleri daha geniş çerçeve modellere sahip olabilirler. Yeni bilgi alındığında, iki seçenek vardır: var olan zihinsel modellerle tutarsız olduğu için atılır veya zihinsel modellere eklemeler yapılır ya da değiştirilir (Gilbert, 2011).

Vosniadou (1994), zihinsel modellerin, bireylerin yeni bilgi ve doğal olguların açıklamalarını kazanımlarını sınırladığını tartışmaktadır. Çünkü zihinsel modeller uzun süreli hafızada depolanmaktadır ve yeni durumlarda kullanmak için ve yeni bilginin algılanması için hemen geri getirilir. Bu nedenle, var olan zihinsel modeller aslında, yeni bilginin nasıl yorumlandığını sınırlandırır ve böylece gelecek açıklamalar ve tahminleri etkiler. Zihinsel modeller; bireylerin çevreleriyle etkileşimleri sonucu yapılandırılır ve ilgili sınırlı *ön varsayımlar* (dünyanın daha derin teorik varsayımları) ve *inançlar* (yüzeysel gözlemlerinden kaynaklanan) üzerine yapılandırılır (Franco & Colinvau, 2000). Bu anlamda; zihinsel modeller bireylerin kesin dünya görüşleri tarafından sınırlandırılır ve hem üretici hem de gelecek zihinsel süreçler için sınırlayıcı özelliğindedir.

Genter ve Stevens; mekanistik modellerin geçerliği için, insanların zihnindekilerin sayısal olarak simülasyonunu vurgulamaktadır. Böylece bir elektrik zili, sıvı akış sistemi, elektrik devreleri ortaya çıkmıştır. O modellerin sayısal bir program tarafından uygulanabilir olması gereklidir. Çünkü zihinsel modeller; temsil ettiği sistem veya mekanizma için uygun nedensel modeller olarak gerçek problem durumunun "*zihinsel simülasyonu*" olarak düşünülür. Aslında bu simülasyonlar, hem zihinsel hem sayısal simülasyonlar iki aşama gerektirir (de Kleer ve Brown'dan aktaran Greca & Moreira, 2000).

- ✓ *Sistemin zihinde canlandırılması:* Sistemin topolojik gösterimindeki bileşenleri, bileşenlerin her birinin olası durumları ve bileşenler arasındaki yapısal ilişkileri içerir.
- ✓ *Temel işlemsel kurallar ve genel bilimsel ilkelere dayalı olarak modelleri uygulama-çalıştırma:* Bileşenler arasındaki yapısal ilişkiler, durumların değişim ilişkileri ile tanımlanır.

Bu ilişkiler; “Olursa ne olur?” şeklindeki üretici kuraldır. Bu kural; bir bileşendeki değişim durumu ile diğer bileşendeki değişim durumu arasındadır. Örneğin bu görüşe göre, *bisikletin çalışmasını gösteren zihinsel bir modelin yapılandırılmasında*; öncelikle; sistem imgesel olarak canlandırılır; Sistemin bileşenleri ve birbirleriyle ilişkileri saptanır (tekerlekler, pedallar, zincir, tekerleklerin büyüklüğü ve zincir arasındaki ilişkinin canlandırılması). Ardından sistem modellenir (bileşenler, bisikleti harekete geçirecek şekilde düzenlenir). Bisikleti kullanmak için statik ve dinamik denge koşulları göz önünde bulundurularak model tamamlanır. Tüm bunlardan sonra, kişi modeli nedensel kurallara dayalı olarak çalıştırır (Greca & Moreira, 2000).

Johnson-Laird (1983)’e göre, en az üç sınıf farklı *zihinsel gösterim* vardır:

- ✓ Önermeler,
- ✓ Zihinsel modeller ve
- ✓ Görüntüler (imajlar).

*Önermesel gösterimler*; sembol dizileri, sözdizimsel-sentaktik kurallar gerektiren doğal dile benzer. *Zihinsel modeller*, dünyadaki olayların ve durumların çalışan modelleridir. Zihinsel manipulasyon ile olguları anlar ve açıklayabiliriz ve sonuç tahminlerine göre davranırız. Fiziksel olgular önermesel olarak kodlansa da (sözel ifadelerle veya matematiksel formüllerle) anlam bütünlüğü için; temsil ettiği varlıklar veya süreçler zihinsel modellerin kurulmasını içermelidir (Greca & Moreira, 2000).

“Kedi çatı üzerindedir” cümlesini duyduğumuzda, içsel (zihinsel) gösterimi bir önermesel gösterim olarak belli değildir. Aslında cümlenin anlamını anlamak için, aynı zamanda, sonra ne olabileceği tahmin edilebilmelidir, durumun üretilen zihinsel modelinde belirgin olan olası somut örneklerin birini göstermeliyiz. (Örneğin bir kedi temsil eden bir varlık, bir çatı temsil eden diğer bir varlık). Bu, zihinsel modellerin özelliklerinden biridir. Analojik özelliklerinden (içeriklerinin özgürlüğünden) doğar. Model oluşturmanın yanında, kırmızı ince bir çatıda oturan siyah bir kedi hayal ettiğimizde, zihinsel modellerden farklı, genel olarak daha görsel-uzamsal bilgi içeren bir *imaj (resim)* inşa ederiz, çünkü gerçekliğe yüksek derecede analojik benzerlik taşıyan içsel gösterimdir.

Gilbert ve Ireton (2003) zihinsel modellerin kısımlarını şu şekilde açıklamaktadır:

- Zihinsel modellerimizin altında yatan, beynin bilinmeyen işlerine yerleşmiş olan bir modeldir. Bu yerleşmiş model *şemamızdır*. Yani, Piaget'nin şema kavramıdır. Zihinsel modellerimiz şemalarımızdan doğar.
- Zihinsel modellerimiz semboliktir, yani kelimeler, harfler ve imajlar ve diğer duyu alanlarındaki ilgili sembollerden oluşurlar. Bu semboller, dünyamızın çeşitli bileşenlerini gösterir. Anlamalı zihinsel modeller oluşturmak için bir araya getirilirler.
- Anlamlandırdığımız semboller zincirine “*önerme*” denir. Bir cümle, bir matematiksel formül, eşitlik, müzik notaları önermedir.
- Zihinsel modellerin diğer önemli bileşeni “*imaj*”dır. İmaj; bir zihinsel modelin belirli bir perspektiften algısal bağıntısıdır. İmaj, tamamlanmamıştır yani modelin sadece belirli özelliklerini gösterir. İmajlar, algılarımızdan oluşturulur, bir veya daha fazla zihinsel modele entegre edilir ve olayların kayıtları olarak depo edilir.

Zihinsel modellerin diğer önemli bir özelliği; zihinsel modelleri *dinamik temsiller* olarak tanımlayan *tekrarlanırlık özelliği*dir. Zihinsel bir model; hiçbir zaman tamamlanmış değildir, fakat yeni bilgi eklendikçe, genişlemeye ve gelişmeye devam eder. Bu, karşılıklı konuşmada meydana gelendir. Bir diyalogla ilerlediğimiz için, orijinal fikre yeni parçalar şekillendirerek eklenir. Bu tekrarlayıcı süreç; kişinin bilgisi, becerisine ve modelin neden yapılandırıldığı sebebine bağlıdır (Greca & Moreira, 2000).

İnsanlar hem düşünür hem de düşüncelerini önermeler ve imajlarla açıklar. Bazı imajlar, anlama ve hatırlama için daha değerlidir. Beynimiz, ihtiyaç duyduğumuzda topladığı bilgiye dayanarak bir zihinsel model kurar. Örneğin, “Gezegen” kelimesi söylendiğinde, zihindeki imajlar ve önermeler yaklaşır. Gezegen zihinsel modelinin büyük bir kısmı doğrudan veya resimlerde görülen imajlar olacaktır. Gezegen hakkında kullanılan ifadeler, önermelerdir ve olgu hakkındaki zihinsel modelin diğer major kısmını oluşturur.

### ***2.2.1. Zihinsel Modelleri Ortaya Çıkarmak İçin Kullanılabilecek Araçlar:***

*Öğrenme, fikirler ve bilgi* ile ilgilenmeleri nedeniyle öğretmenlerin; zihinsel modellerin nasıl açıklandığının farkında olması gerekir (Ünal-Çoban, 2009). Fen derslerinde, özellikle ileri düzey fen kavramlarını açıklamak ve doğal olayların nasıl gerçekleştiğini göstermek için modeller kullanılmaktadır. Zihinde canlandırılan gösterimlerin açık sunumları, içsel

gösterimler (zihinsel modeller) oluşturma ve bunlarla akıl yürütmeyi destekler (Buckley & Boulter, 2000; Gilbert & Ireton, 2003; Nersessian, 1999). Öğretmenin model kullanımını, bu nedenle önemlidir. Nersessian (1999), dışsal modellerin zihinsel süreçleri nasıl etkilediğini şöyle açıklamaktadır:

Dışsal sunulan modeller, akıl yürütme süresince, bilişsel etkinlik organize etmeye önemli ölçüde yardım eder. Akıl yürütme süresince bir modelin dikkat çeken özelliklerine odaklanarak; bilgiye erişim ve depolama sağlamayı, yapısal ve nedensel bağlantılar sergilemeyi, dışsal görsel gösterimler ile bir toplulukta paylaşılan zihinsel modellerin kurulumunu kolaylaştırır (s. 17).

Zihinsel modellerin, doğasını ve içeriğini kesin olarak bilmek imkansızdır. Bir kişinin zihinsel modellerinin doğası hakkında sadece çıkarımlarda bulunulabilir. Bu da, öğrencilerin sahip oldukları bilgilerle yaptıkları nedensel açıklama çeşitlerine göre sağlanabilir. Zihinsel modellerin, ifade edilmesi ya da açıklanması sonucu açığa çıkarılması gerekir. Zihinsel modellerin açıklanması; deftere yazılan notlar, şekil, şema, çizimler ve yayınlanmış çalışmalar, bilimsel aletler, prototipler gibi ürünlerin yanında, mülakatlardan elde edilen konuşma verileri şeklinde olabilir (Franco & Colinvaux, 2000). Bu anlamda, modellerin oluşturulduğu ya da kullanıldığı bağlamın ve modellerin ifade edilme şeklinin; analiz edilen zihinsel modellerin türüne ve düşünme süreçlerindeki önerilere dayandığı söylenebilir.

Modellerin dışsal sunumu, öğrencilerin hedeflenen sistemleri yorumlaması ve anlamasında ve kendi zihinsel modellerini kurmasında rehberlik eder. Aynı zamanda öğrencinin zihinsel modelinin doğası hakkında fikir sahibi olunabilir. Bu noktada, açık uçlu sorular ve çizimlerin önemi vurgulanmalıdır.

*Açık uçlu sorular*, kişilerin araştırma konusunda kendi fikirlerini özgürce ifade etmelerine olanak tanır. Ayrıca yeni fikirlerin ortaya çıkmasına, daha hassas ve gerçekçi bilgiler elde etmeye, böylece sosyal davranışları daha iyi ölçmeye imkan tanımaktadır. Bu tip sorularda cevabın içeriği, niteliği ve uzunluğu açısından cevaplayıcı serbest bırakılır. Yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme, analiz, sentez ve değerlendirme becerilerinin ölçülmesinde kullanılabilirler. Açık uçlu maddelerde, şans başarısı faktörü ortadan kalkar. Öğrencinin düşüncelerini organize etmesine olanak sağlar. Öğrencinin

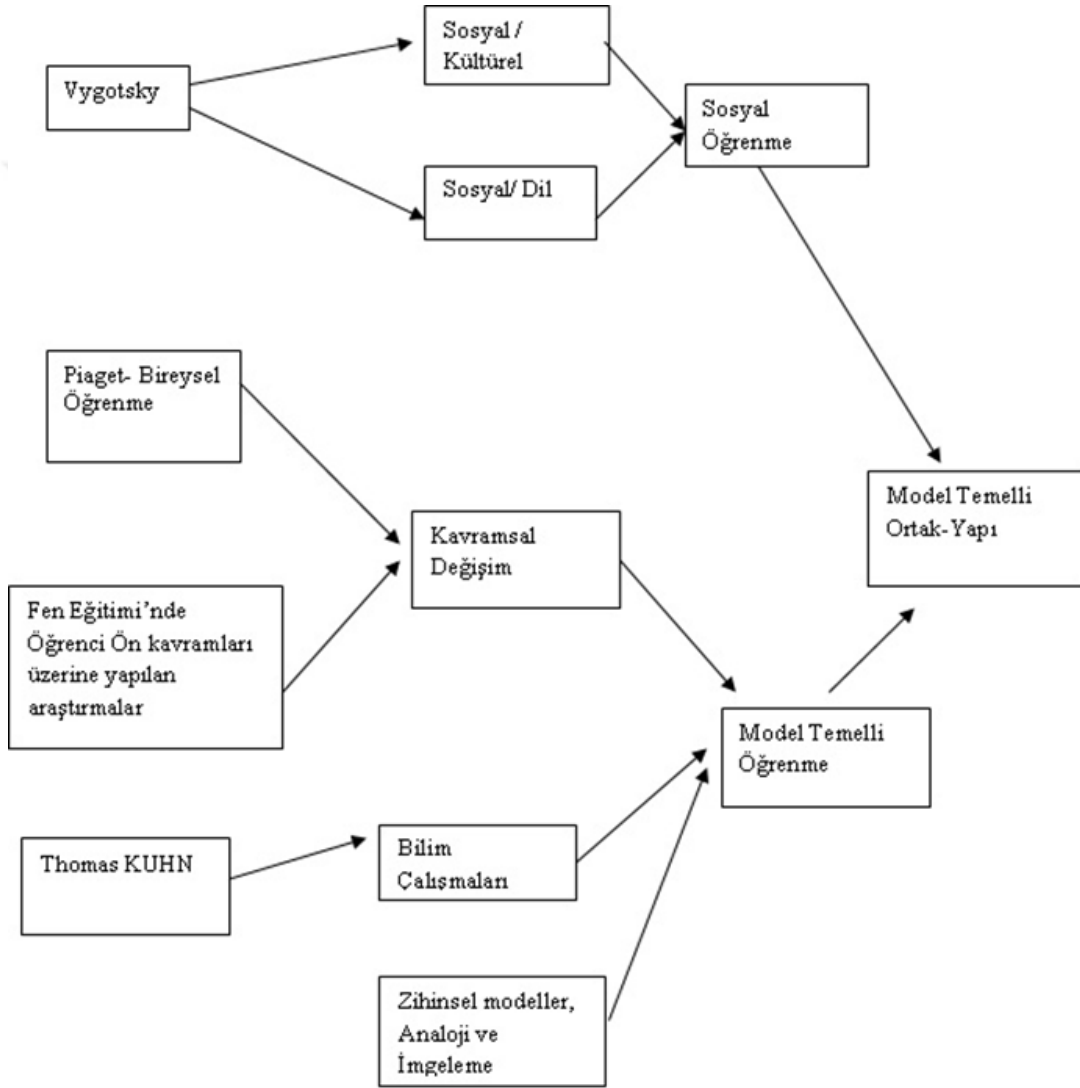
yaratıcılığını ortaya koymasına imkan verirler (MEB, 2006). Yazılı cevaplar, öğrencilerin ifade ettikleri-açıkladıkları düşüncelerinin doğruluğunu onaylama yönünden hizmet eder.

Zihinsel modellerin ortaya çıkarılmasında kullanılacak açık uçlu sorgulamaya dayalı bir araç olan *çizimler* ise, öğrencinin nasıl cevaplayacağı konusunda küçük sınırlamalar dışında sınırlama koymayan açık bir tekniktir (Atasoy, 2002). Çizimler; bilgi, öğrenme ve anlama düzeylerinin açığa çıkarılmasında oldukça etkilidir. Çizimin amacı bir anlayışı derinlemesine araştırmak için kelime-diyagram üzerine uç konumları ortaya çıkarmaktır. Çizimler diğer prosedürlerde saklı olan anlayışın niteliğini, öğretmenlerin görmesine ve öğrencilerin ortaya çıkarmasına imkan verir. (Guo-Li & Anderson 2010). Çizimler, öğrencilerin zihinsel modellerini nasıl gösterdiklerinin tamamlayıcı bir kaynağını sağlaması bakımından önemlidir. Ayrıca çizimler, bilimsel kavramların ve süreçlerin içsel analog gösterimleri hakkında zengin bilgi kazandırma aracıdır. Çizimlerin hem bir öğretim hem de bir değerlendirme tekniği olarak sıklıkla kullanıldığı söylenebilir.

Fen derslerinde öğrenme, zihinsel model oluşturma olarak görülebilir. Zihinsel modellerin oluşturulması, eleştirilmesi, değerlendirilmesi modellemeye dayalı öğretim ile sağlanabilir. Bu noktada, modellemeye dayalı öğretimin özelliklerinin anlaşılması için, bu konudaki teorik bilgilerin açıklanması gerekmektedir.

### 2.3. Kavramsal Değişim Teorileri ve Sosyal Öğrenme Teorileri

Rea-Ramirez, Clement ve Nunez-Oviedo (2008) Kavramsal Değişim Teorileri ve Sosyal Öğrenme Teorilerinin sınırlılıklarına dikkat çekerek, modellemeye dayalı öğrenme ve bilginin ortak yapılandırılması teorilerini geliştirmek için bir model önermişlerdir. Bu model Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Fen öğrenme teorileri (Rea-Ramirez, Clement & Nunez-Oviedo 2008).

An instructional model derived from model construction and criticism theory. In J. Clement and M.A. Rea-Ramirez (eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science*, (pp. 23–43).

Şekil 2’de gösterildiği gibi; Klasik Kavramsal Değişim Teorisi, Piaget’nin *çocukların düşünceleri*, Kuhn’un *bilim tarihi çalışması* ve *öğrencilerin ön kavramları üzerine yapılan fen eğitimi araştırmalarından* doğmuştur.

Piaget’nin bilişsel gelişim teorisi; öğrenmenin oluşabilmesi için bireyde ön kavramlarla ilgili dengesizlik veya hoşnutsuzluk oluşturulması gerektiğini önermektedir. Posner, Streike, Hewson ve Gertzog (1982); Kuhn (1970)’nun bilimsel devrimlerdeki anomoliler tarafından üretilen dengesizlik tanımlamasına benzerlik kurarak (analoji) öğrencilerde bir Kavramsal Değişim modeli önermiştir. Kavramın düzeyini; yeni bir kavramın *anlaşılabilirlik*, *akla yatkınlık* ve *verimliliğiyle* ilişkilendirmişlerdir. Bu dört kriteri karşılamak için, öğrenci var olan kavramından hoşnutsuzluk duymalı, sunulan bir alternatif kavramı anlamalı, bu yeni kavramın akla yatkın olduğunu ve bu alternatif kavramı kullanmanın problem çözmeye nasıl yardımcı olacağını görmelidir.

Öğrencide bir kavramın düzeyini belirlemek için bu dört koşula başvurulur, böylece kavramın düzeyindeki bir değişiklik kavramda bir değişikliği sağlar (Hewson ve Hewson’dan aktaran, Rea-Ramirez vd. 2008). Yani, birbiriyle yarışan iki kavram öğrencinin zihninde aynı anda bulunursa, her bir fikrin bağıntılı konumu, öğrencinin hangi fikri kabul edeceğini belirleyecektir. Bazı durumlarda kavramsal değişim; bilgi parçalarını, ekleme, silme, revizyon (gözden geçirme) gerektirirken bazen daha karmaşık olabilir. Kavramsal değişim sadece bir kişinin inançlarının revizyonu değildir. Çünkü kavramlar, inançların basitçe toplamı değil, “bilgi çeşidi ve parçaları gibi ilişkiler aracılığıyla zengin bir şekilde organize edilen zihinsel yapılardır”.

Klasik Kavramsal Değişim Teorisi, aynı zamanda fen eğitimi araştırmasının ilk bulgularından doğmuştur. Bu araştırmalar, öğrencilerin sınıflara çok sayıda ön kavramlarla geldiğini belirtmektedir. Bu ön kavramların bazıları değişime karşı dirençlidir. Bu nedenle araştırmacılar kavramsal değişimi güçlendirmek için stratejiler geliştirmiştir.

Klasik Kavramsal Değişim alanında Piaget ve pek çok bilim insanı, öğrencilerde gerçekleşen bilişsel değişiklikleri tanımlamaya çalışmışlardır. Vygotsky ise bilginin birey tarafından sosyal etkileşimle, *yaklaşık gelişim alanından gerçek gelişim alanına* doğru yapılandırıldığını belirtmektedir. *Yaklaşık gelişim alanı* (zone of proximal development); gerçek gelişim alanı (zone of actual development) ile potansiyel gelişim düzeyi arasındaki farktır. Gerçek gelişim alanı bağımsız problem çözmeye ile belirlenir. Potansiyel gelişim

düzeyi ise yetişkin rehberliğinde ve daha fazla yeterliliğe sahip akranlarla işbirlikli problem çözme ile belirlenir (Açıkgöz, 2004).

Yani öğrenciler, birbirleriyle etkileştiği ve fikirlerini ve tecrübelerini paylaştığı için, bilgi müzakere edilir. Buna *sosyal yapılandırıcılık* denir ve sosyal etkileşim ve yeni bilginin müzakeresini vurgular. Bu, hem bireysel hem de sosyal düzeyde olabilir. Bir gruptaki bireyler arasında; bireylerin ihtiyaçlarına bağlı olarak, kendi aralarında olguları açıklamak ve iletişim kurmak için yeni bilgi kabul edilir veya reddedilir. Toplumlar arasındaki daha geniş değişiklikler, bilimsel anlayışın eğitim ve kitle iletişim araçları ile süzülmesine bağlıdır.

*Klasik Kavramsal Değişim Teorisi üzerine eleştiriler;*

- ✓ Kavramsal değişimi sağlayan bilişsel metotların yetersiz olduğu,
- ✓ Motivasyonel faktörlerin, sosyal öğrenmenin rolünü ve öğrenmenin yerleşik bağlamını dikkate almadığı
- ✓ Klasik Kavramsal Değişim Teorisinin eksik olduğu yönündedir (Rea-Ramirez vd., 2008). Çünkü hızla oluşan büyük değişiklikleri ve *değişiklik (modifikasyon)* yerine *yer değiştirmeyi* sağladığı vurgulanmaktadır.

Sosyal Öğrenme Teorileri açısından; Piaget'in aksine Vygotsky, bilginin öğrencinin gelişimi ile doğal olarak gelişeceği fikrine katılmaz. Öğrencinin bilişsel gelişiminde sosyal çevrenin rolünü vurgulamaktadır. Çocukların kazandıkları, kavram, fikir, olgu, beceri ve tutumların kaynağı sosyal çevreleridir. Ona göre bilgi, toplumu oluşturan toplumsal kurumlar ve kültür aracılığı ile aktarılır ve bu bilgi, toplumu oluşturan fertler arası diyaloglar sonucu bir anlam kazanır. Bu nedenle bilişsel gelişimin kaynağı, kişisel psikolojik süreçlerden önce insanlar ve kültür arasındaki etkileşimdir ve başkaları tarafından düzenlenen davranışlardan bireyin kendi kendine düzenlediği davranışlara doğru ilerler (Senemoğlu, 2004).

İnsan zihnindeki öğrenme ve yeniden yapılanma süreci her yaşta sürer. Bilgiyi yapılandırma ve öğrenme hem Piaget'in vurguladığı gibi bireyin zihinsel gelişimi ile hem de Vygotsky'nin vurguladığı gibi, dil yoluyla kültürün paylaşımı olarak meydana gelmektedir.

Rea-Ramirez vd. (2008)'e göre; sosyal öğrenme teorileri hem eksik, hem de ciddi olarak yetersiz gelişmiştir. Yani, teori *öğrenme mekanizmalarının etkisi* yerine sadece *belli koşullarda öğrenmenin etkisini* vurgulayan bir teorinin çerçevesini sunmaktadır. Ayrıca çok geniş ve yetersiz deneysel desteğe sahiptir. Bu teorilerde spesifiklik yoktur. İçselleştirilen veya uygun hale getirilen nedir? Hangi koşullarda? Süreç nasıl işlemektedir? Ayrıca, sosyal stratejilerin tek başına kavram yanılgıları üzerinde etkili olup olmayacağı merak edilmektedir.

Kavramsal değişim için çok önemli bir strateji bilişsel ve sosyal öğrenme teorilerini birleştirmedir. Bu noktada; fen öğretmenlerinin sunduğu *materyaller ve aktif bir zihin arasındaki etkileşimler* hakkında daha detaylı açıklamalar, öğrencilerin, öğretim boyunca *fikirlerinin değiştiği yolu* açıklama gereği duyulmuştur. Rea-Ramirez, Clement ve Nunez-Oviedo (2008) her iki problemin de *zihinsel modelleme teorisiyle* aşılabileceğini belirtmektedir.

#### **2.4. Zihinsel Modelleme Teorisi**

Fen eğitimi bağlamında, sıklıkla kullanılan “zihinsel model” terimi; temsil ettiği şeyin yapısını koruyabilen bir zihinsel gösterim şeklidir (Vosniadou, 2002). Zihinsel Modelleme Teorisi; Akıl yürütme ve betimleme/gösterim teorileri arasındaki boşluğa bir cevap olarak görülebilir.

Zihinsel Modelleme Teorisinin özellikleri Rea-Ramirez vd. (2008) tarafından özetlenmiştir:

- Zihinsel modelleme teorisi; Tümdengelimli akıl yürütme kurallarına aşırı güvenen *insan düşünmesi görüşüne* (human thinking) karşıdır.
- “Informal akıl yürütme” adı verilen bir araştırma geleneğinden doğmuştur. “Informal akıl yürütme” alanı düşünmeyi açıklamada biçimsel mantığa (formal logic) olan alternatifleri inceler.
- Zihinsel modelleme teorisinde, insanlar gerçek-dünya veya hayali durumların yapısal benzerlikleri olarak kabul edilebilen zihinsel modeller kurar.

Zihinsel modelleme teorisinin doğuşu; bir alternatif akıl yürütme görüşü olarak, Kuhn ve Lakatos gibi filozoflara dayanır. Bu tarihçi ve eleştirmeci filozoflar; çalışmalarının hedefini;

- ✓ *Bilim ürünlerinden bu ürünleri oluşturan süreçlere değiştirmiştir.*
- ✓ *Teori değerlendirme üzerine olan baskın odaktan, teori oluşumu üzerine odağa değiştirmiştir.*

Kuhn'un görüşleri; kavram oluşumu ve bilimde kavramsal değişim süreçlerini tanımlamak için "bilişsel-tarihsel" yaklaşımı kullanan bir görüşün doğmasına katkı sağlamıştır. Nersessian; bilimde sonuç ve bilim ürünlerini araştırmak yerine, bilimsel modellerin nasıl yapılandırıldığını içeren kavramsal değişimin genişletilmiş süreçlerini araştırmıştır. Kavramsal Değişimde bulunan orta düzey süreçleri açıklamak için, "bu yaklaşım kavramsal değişimin spesifik durumlar analizini analitik araçlarla ve bilişsel bilim teorileri ile bütünleştirir (Nersessian, 1995). Metotun bilişsel kısmı, bilimsel teorilerin özünü bir esnek ve canlı varlık olarak tanımlamak için bir zihinsel modelin psikolojik yönünü kullanır. Yaklaşımın tarihsel kısmı durum çalışmaları sağlamak için, tarihsel verinin incelenmesinden elde edilir.

Zihinsel Model Kurma metodolojisi; öğrencilerin, konu içeriğini zihinde canlandırmalarına yardım eden bir öğretimsel metottur. Özellikle, soyut kavramların anlaşılmasını kolaylaştırır. Bu metodolojide, öğrenciler çalıştıkları konu içeriğini göstermek için çizimler, diyagramlar veya fiziksel modeller şeklinde modeller oluşturur. Daha sonra, öğrenciler kendi zihinsel modellerini sınıf arkadaşlarınıninki ile tartışır ve karşılaştırır, modellerinin konuyu ne kadar iyi açıkladığını değerlendirir. Bu metodoloji, öğrencileri 5 aşamada yönlendirir:

- Ön kavramlarını temsil eden somut veya görsel bir model oluşturma,
- Konu hakkındaki bilgiyi çalışma,
- Yeni anlayışını göstermek için modellerini gözden geçirme,
- Modellerini sunma ve doğruluğunu ispatlama ve
- Modellerinin güçlülüğünü test etme ve düşüncelerini değiştirme-iyileştirme

Burada belirtilen 5 aşamanın tamamında öğretmenin rolünü vurgulayan Rea-Ramirez vd. (2008) tarafından geliştirilen stratejinin açıklanması gerekmektedir.

## 2.5. Model Temelli Ortak Yapılandırma

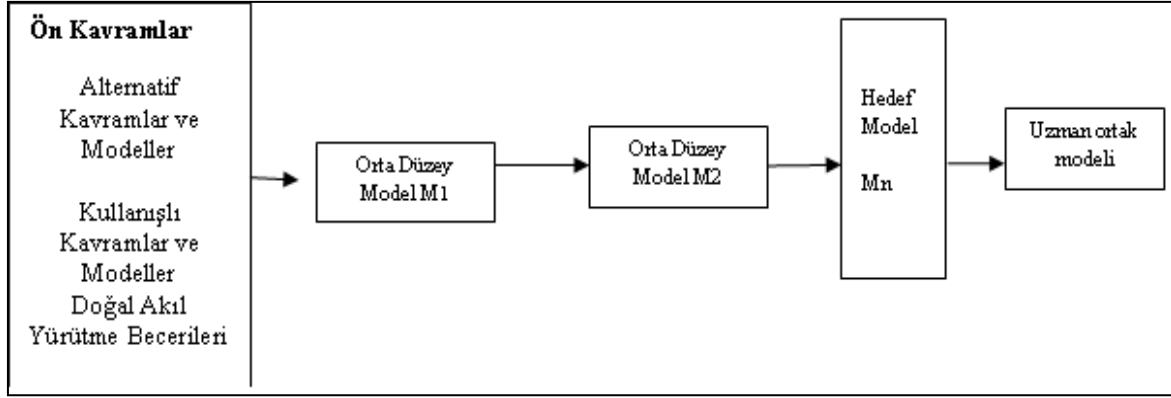
Yukarıda incelenen teorilerin üzerine, Rea-Ramirez vd (2008); “ *Model- Temelli Ortak Yapılandırma*” adı verilen bir strateji üzerine odaklanmıştır. Bu strateji *bilişsel ve sosyal bileşenleri* bütünleştirme amacındadır.

“*Ortak Yapılandırma*”; *öğretmen ve öğrencilerin bir model inşa etmek ve değerlendirmek için birlikte fikirleriyle katkıda buldukları süreçtir* (Nunez-Oviedo & Clement, 2003). Yaklaşım; derste sadece öğretmenin oluşturduğu ve sadece öğrencinin oluşturduğu fikirler arasında bir orta yol olarak düşünülebilir. Bu görüşe göre; *bir model kurma süreci*; öğrencinin modelinde ani ve büyük bir değişikliğin sonucu değil, *hoşnutsuzluk veya uyumsuzlukla* başlayan pek çok küçük bölümlerin sonucudur.

*Uyuşmazlık*; “*Var olan bir kavram ve diğer varlık arasındaki farklılığın içsel bir duyumu*” dur. Sadece güçlü farklılığı belirten “*çatışma*” kavramına zıt olarak bu orta ya da üst düzeyde olabilir. Var olan bir kavram; *dışsal uyumsuzluğun kaynaklarıyla* (farklı olaylar, analogiler, karşı-örnekler gibi) ve *içsel kaynaklarıyla* (iki kavram arasındaki tutarsızlık gibi) karşılaştırılabilir. Bu uyumsuzluk kaynağı, gerçek içsel uyumsuzluk yerini almadan, öğrenciler tarafından tanınmalı ve içselleştirilmelidir.

Öğrencilerin var olan kavramlarından hoşnutsuz olmalarının diğer sebebi, açıklayabileceği şeyde bir boşluk hissetmeleridir. “*Hoşnutsuzluk*” terimi, *kişinin iki fikir arasındaki bir çatışma sunumunda veya açıklamada yaşadığı boşluk hissi* olarak tanımlanmaktadır. Hoşnutsuzluk, öğrencinin böyle durumlarda hissettiği güçlü veya orta-düzyen rahatsızlıktır.

Basit model revizyonlarının, bir veya daha fazla hoşnutsuzluk bölümlerinin kullanımı ile olacağı belirtilmiştir. Şekil 3’ de görüldüğü gibi, başlangıç model ve hedef model arasındaki uzaklığa göre, çeşitli sayıda hoşnutsuzluk bölümleri ve revizyonlar gerekebilir. Bu *model evrimi* süreci, hedef kavrama ulaşıncaya kadar artarak gelişen, gelişmiş modellerden doğar. Öğretim sürecinde, öğrenci  $M_n$  modelinden,  $M_{n+1}$  modeline yönlendirilir. Orta düzey zihinsel modellerin sonuç dizisine “*öğrenme yolu (taktikleri)*” denir (Rea-Ramirez, 1998). *Öğrenme Yolu (Taktikleri)*; Ara zihinsel modellerle sonuçlanan dizidir. Şekil 3’ te gösterildiği gibi öğrenme taktikleri, model evrimi sürecini tanımlamayan, bir model evrimi ürünüdür.



Şekil 3. Öğrenme yolu (taktikleri). (Rea-Ramirez, Clement & Nunez-Ovideo 2008).  
An instructional model derived from model construction and criticism theory. In J. Clement and M.A. Rea-Ramirez (eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science*, (23–43).

Modellemeye Dayalı Öğretim öğrenciler arasında üç temel bilişsel süreçte ilerleme sağlamaktadır (Khan 2011; Rea-Ramirez vd., 2008). Bunlar:

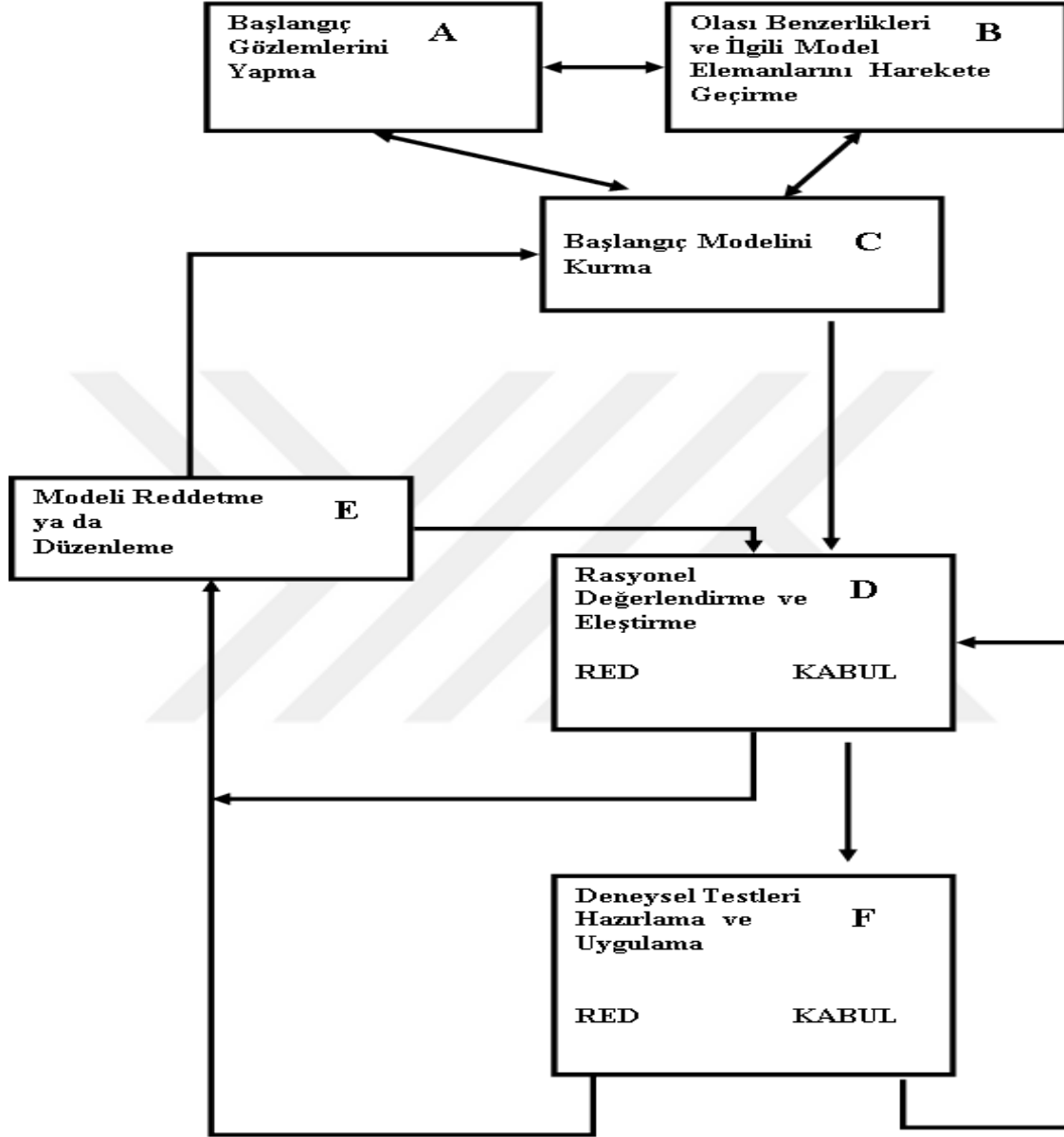
- Öğrencilerin zihinsel modeller oluşturması (*Generate*)
- Öğrencilerin zihinsel modellerini değerlendirmesi (*Evaluate*) ve
- Öğrencilerin zihinsel modellerini değiştirmesi (*Modify*)

Literatürde GEM (Generate-Evaluate-Modify) olarak tanımlanan bu üç bilişsel süreç, Modellemeye Dayalı Öğretimi farklı yorumlayan araştırmacılar arasında ortak nokta oluşturmaktadır. GEM; öğrencilerin zihinsel modellerinin, değerlendirme ve değiştirme aşamalarının tekrarlayarak gerçekleşmesiyle daha çok geliştiğini varsayar. Bu üç süreç tek başına modellemeye dayalı öğretimde düşünülenlerin tamamını kapsamasa da; GEM süreçleri model oluşturma ve revizyonu için önemlidir. Bu nedenle, GEM bu çalışma için teorik rehberi oluşturmaktadır.

Literatürde; bilim insanları ve uzmanların bir konu hakkında zihinsel modeller oluşturma konusunda farklı görüşleri vardır. Nersessian (1995) “yapılandırmacı modelleme” adı verilen alandan bağımsız bir uygulamada çalışmıştır. Clement (1989); *model oluşturma, değerlendirme, değiştirme* (GEM/Generate-Evaluate-Modify) döngülerinde çalışmıştır.

*Yapılandırmacı modelleme* hedef problemin birbirini izleyen modellerine sınırlılıkları özetleme ve bütünleştirme sürecidir (Nersessian, 1995). GEM (Generate-Evaluate-

Modify) döngüleri, daha karmaşık ve ileri düzey modellerden doğan başlangıç modelin eleştirildiği ve revize edildiği birbirini izleyen döngülerdir (Clement, 1989). Şekil 4’de, bu süreçler Clement (1989)’in model kurma döngüsünde verilmiştir.



Şekil 4. Clement’in Model Kurma Döngüsü (1989). <http://people.umass.edu/~clement/pdf/Learning> sayfasından erişilmiştir.

Şekil 4’ te görüldüğü gibi GEM döngüleri; “öğrencilerde bilimsel modelleri kavramak için gerçekleşmesi gereken süreçleri” tanımlamaktadır (Clement, 1989).

Nersessian (1995) ve Clement (1989) her ikisi de *bilim insanları ve uzmanların bilimsel modeller üretirken kullandıkları düşünme deneyimlerinin öğrenme ile doğrudan ilişkili* olduğunu belirtmiştir. Nersessian (1995); uzmanların modelleme deneyimlerine nasıl katılacakları öğretilirse, öğrencileri bilimsel düşünme için eğitime konusunda daha başarılı olunacağını belirtmiştir. Yapılandırmacı modellemede çalıştırılan bilişsel yeteneklere öğrencilerin sahip olduğunu fakat yeterli sınırlılıkları tanımak için konu hakkında bilgi ihtiyacı olduğunu tartışmaktadır. Fen öğrenmede bu yaklaşımla başarılı olmak için, öğretmenlerin *öğrencilerin hem bilgi içeriğindeki hem de yapılandırmacı modellemedeki uzmanlığını geliştirmeleri gerekir* (Nersessian, 1995).

Clement (1989) ve Nersessian (1995), bu tekrarlayan süreçlerin kullanımını önerse de, öğretmen ve program geliştiriciler için öğretimi yönlendirme konusunda yol göstermemiştir. Bu nedenle, literatürde yer alan modelleme döngüleri ve aşamaları özetlenerek, bu araştırmada kullanılacak modelleme döngüsünün detaylarının açıklanması gerekmektedir.

## **2.6. Modelleme Döngüleri**

Literatürdeki modelleme döngüleri incelendiğinde, öğrencileri *kendi modellerini oluşturmaları ve düzenlemelerine* yönlendirdiği görülmektedir. Uzmanlar tarafından önceden geliştirilen modellerin sunulması yerine öğrencilerin *kendi modellerini oluşturmalarının* önemi vurgulanmaktadır. Modelleri düzenleme süreci, öğrencilere bilimsel süreçte çalışma fırsatı sunar. Bu süreç; geçici olarak kabul edilen teoriler dizisi ile başlar, öğrencilerin yeni kazandığı anlayışlarla gelişir, öğrencilerin düzenleme süreçlerini ve anlayışlarını kapsayan yapılara dönüştürülür. Bu modelleme sürecinde, öğrenciler kendi oluşturdukları yapılardan veya bu yapılar yoluyla anlam oluşturmaya çalışırlar. Bu süreçte, öğrencilerin kendi aralarında ve öğretmenle aralarında diyaloglar gerçekleşir. Bu diyaloglar, öğrencilere model düzenleme süreçlerini incelemeye yardımcı olur. *Bu diyaloglarla, öğrenciler düzenleme metotlarını, doğrulamalarını, tartışmalarını, var olan ön kavramlarını, inanışlarını değerlendirir.* Bu nedenle öğrenciler tekrarlayan bir düzenleme sürecinin içine girer. Bu süreçte öğrencilerin anlayışları modellerinin gelişimini bilgilendirirken, modellerini değerlendirme ve test etme de geliştirmekte olan anlayışlarını bilgilendirir.

Fen derslerinde model kullanımının sınırlılıklarından birisi, farklı modelleme etkinliklerine öğrencilerin aktif katılımıdır. Araştırmacılar; çalışmalarında bilim insanlarının modelleri kullandığı yolları açıklamış ve bunu, fen öğrenmede model kullanımının öğrenci merkezli metotlarına adapte etmişlerdir. Modelleme konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırmacıların modelleme sürecini açıkladığı döngülere rastlanmaktadır. Bu döngülerden bazıları ve aşamaları Tablo 1’de belirtilmiştir.



Tablo 1

*Literatürde Yer Alan Modelleme Döngüleri ve Aşamaları*

<b>Araştırmacılar</b>	Clement (1989)	Gilbert, Boulter, ve Elmer, 2000	Nersessian (1999)	Taylor vd (2003)	Ünal-Çoban (2009)	Halloun (2004)	Nunez-Oviedo (2004)
<b>Aşamalar</b>							
<b>1</b>	Hipotez Kurma	Modelleri Kullanma	Açıklama (sınırlandırma, idealize etme, genelleme, üretken modelleme)	Zihinsel modellere odaklanma	Ön Bilgilerin Ortaya Çıkarılması	Keşfetme	Konunun Tanıtılması
<b>2</b>	Değerlendirme	Modelleri Revize Etme	Değerlendirme	Zihinsel model kurma ve eleştirme	Problem Durumunun Sunumu ve Düşünce Deneyinin Yapılması	Model Oluşturma	İlk zihinsel modelin oluşturulması
<b>3</b>	Uyarlama	Modeli Yeniden Kurma	Uyarlama	Problem çözümede zihinsel modelleri kullanma	Deney Yapma ve Modeli Gözden Geçirme	Model Formülasyonu	Öğrencilerin Düşünceleri üzerine yapılandırma
<b>4</b>		Yeni (de novo) Modeller Oluşturma		Derin düşünme (reflection)	Modelin Yeni Durumlarda Uygulanması	Modelin Uygulanması	Öğrenci modelleri ile bilimsel modelleri karşılaştırma
<b>5</b>					Modelin Değerlendirilmesi	Modelin Değerlendirilmesi	Öğrencinin modelini düzeltme

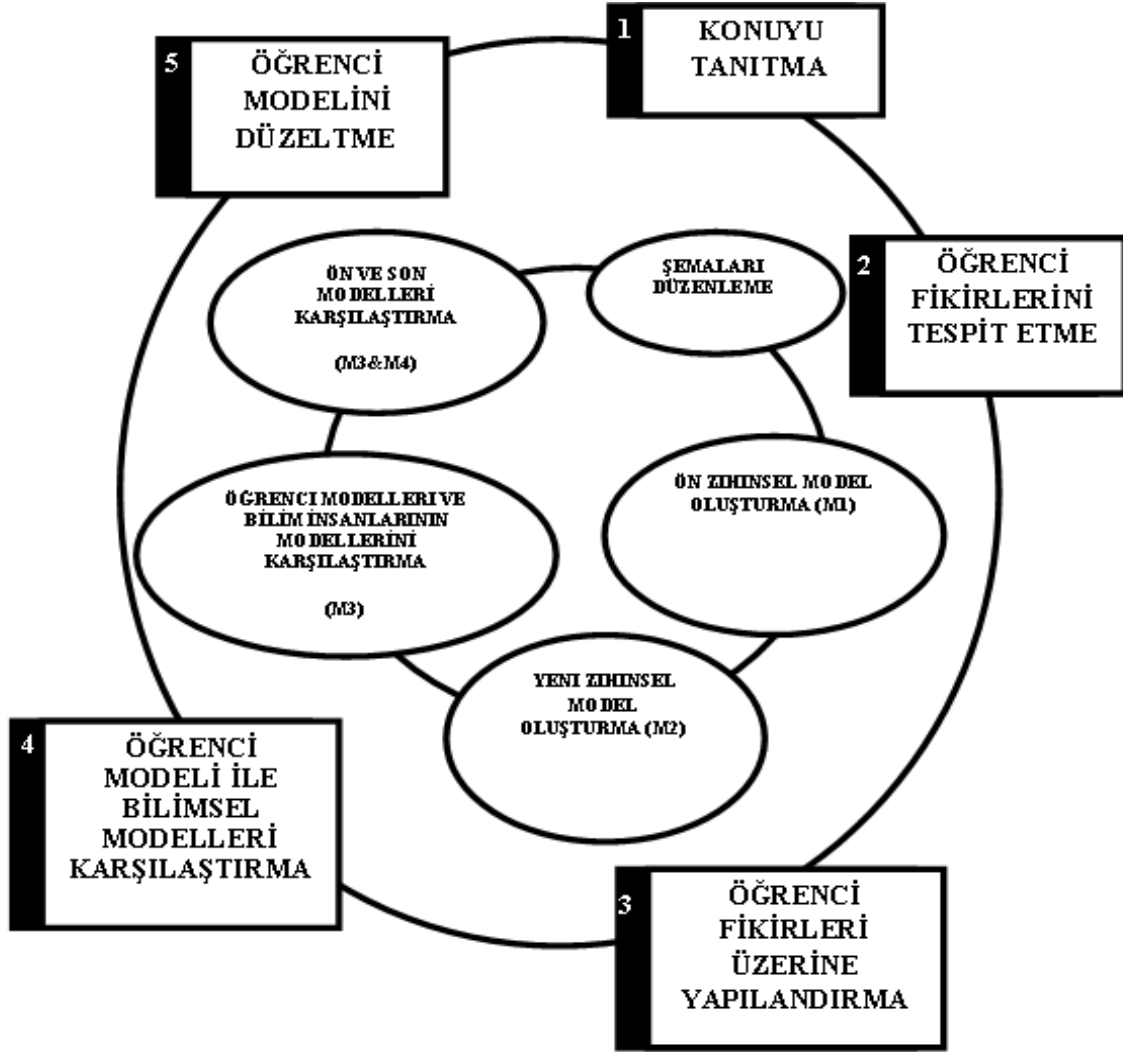
Tablo 1' de görüldüğü gibi, literatürde Modellemeye Dayalı Öğretimi farklı yorumlayan araştırmacılar arasında ortak noktanın; modellemeye dayalı öğretimin döngüsel olduğu ve bazı aşamaları gerektirdiği belirtilmelidir.

Nunez-Oviedo (2004) öğretmen ve öğrencinin yerine getirmesi gereken sorumlulukları detaylı bir şekilde ele alarak, yapılandırmacı bir pedagojik yaklaşım oluşturmuştur. Bu çalışmada; öğrenme öğretme sürecine öğretmeni de öğrenci ile birlikte model yapılandırıcı olarak gören *Nunez-Oviedo'nun (2004) Modelleme Döngüsü'ne* dayalı olarak uygulama materyalleri düzenlenmiştir.

### 2.6.1. Nunez-Oviedo'nun (2004) Modelleme Döngüsü

Nunez-Oviedo (2004) zihinsel model oluşturma sürecinde öğretmenin anahtar rol oynadığını vurgulayarak, öğretmenin öğrenci ile birlikte bilgiyi ortak yapılandıran kişi olduğunu belirtmektedir. Aynı zamanda öğretmen; eleştiri ve revizyon döngülerini güçlendirmek için, öğrencilerin zihinsel modellerinin sürekli farkında olmalıdır. Nunez-Oviedo (2004) öğrencilerin model oluşturmalarında gereken öğrenme süreçlerinin Makro Döngü, Mikro Döngü ve Öğretme Yolları şeklinde 3 ana döngü üzerinde gerçekleştiğini belirtmektedir:

**Makro Döngüler:** Makro döngüler, öğretmen ve öğrenci döngüleri olmak üzere iki ana döngüden oluşurlar. Makro öğretmen döngüleri modelleme süresince öğretmenin sınıf içindeki davranışları ile ilgiliyken, makro öğrenci döngüleri de modelleme süresince öğrencinin bilişsel süreçlerini gösterir. Şekil 5'te Nunez-Oviedo'nun (2004) Makro Döngü Diyagramı yer almaktadır.



Şekil 5. Nunez-Oviedo'nun (2004) Makro Döngü Diyagramı. Nunez-Oviedo, M. C. (2004). "Teacher-student co-construction processes in biology: Strategies for developing mental models in large group discussions", Doctoral Dissertation, University of Massachusetts

Şekil 5'te dış kısımdaki daire Makro Öğretmen Döngüsünü göstermektedir. *Makro öğretmen Döngüsü*, öğretmen ve öğrencilerin karşılıklı konuşma ve davranışından çıkarılan aşağıdaki aşamaları içerir:

1. Konunun Tanıtılması,
2. Öğrenci Fikirlerinin Açığa Çıkarılması,
3. Öğrenci Fikirleri Üzerine Yapılandırma,
4. Öğrenci Modeli ile Bilimsel Modelleri Karşılaştırma ve
5. Öğrenci Modelini Düzeltmek

Şekil 5'te iç kısımdaki daire Makro Öğrenci Döngüsünü göstermektedir. Makro öğrenci döngüleri de modelleme süresince öğrencinin bilişsel süreçlerini gösterir. *Makro öğrenci döngüsü* de şu aşamaları içerir:

1. Şemaları Düzenleme,
2. Ön zihinsel modeli oluşturma (M<sub>1</sub>),
3. Yeni Zihinsel model Oluşturma (M<sub>2</sub>),
4. Öğrencinin, modelleri ile bilim insanlarının modellerini karşılaştırması (M<sub>3</sub>),
5. Ön ve Son Modelleri Karşılaştırma (M<sub>3</sub> ve M<sub>4</sub>)

Makro döngüler her bir hedef model için geliştirilir ve 1 - 2 ders saati sürebilir. Makro döngü aşamaları aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır:

Makro döngü, Şekil 5' te görüldüğü gibi, öncelikle öğrencilere *konunun tanıtılması* ile başlar. Bu başlangıç aşamasında öğretmen, öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgilerinden yola çıkarak daha önce öğrendiklerini hatırlatır ve hedef modelin ne olduğu konusunda bilgi verir.

*Öğrenci Fikirlerinin Açığa Çıkarılması* aşamasında, öğretmen öğrencilerin hedef model hakkındaki ön bilgilerini ortaya çıkartmalarına ve buna dayanarak *var olan zihinsel modellerini ortaya koymalarına* (M<sub>1</sub>) yardımcı olur. Öğretmen, *öğrencilere açıklama gerektiren bir soru sorar. Bu soru öğrencinin yüksek sesle düşünerek ve çizimle cevaplama beklenen niteliktedir.* Bu aşama, modelleme işlemine başlama aşaması olduğundan öğrencilerin süreç sonunda ne kadar yol aldığını göstermesi bakımından önemlidir.

*Öğrenci Fikirleri Üzerine Yapılandırma* aşamasında ise, öğretmen öğrencilerin düşüncelerini yönlendirerek hedef modele uygun daha karmaşık bir model yapılandırmalarına yardımcı olur. Bunun için, *öğretmen ve öğrenciler birlikte çalışarak*, mikro döngülerle ve uygun eleştirilerle hedef modele yönelik orta düzeyde zihinsel model (M<sub>2</sub>) oluştururlar. Bu mikro döngüler, makro döngülerin içinde iç içe geçmiş dairelerden oluşur. Mikro döngülerde kullanılan yöntem ve tekniklere ilerde değinilecektir.

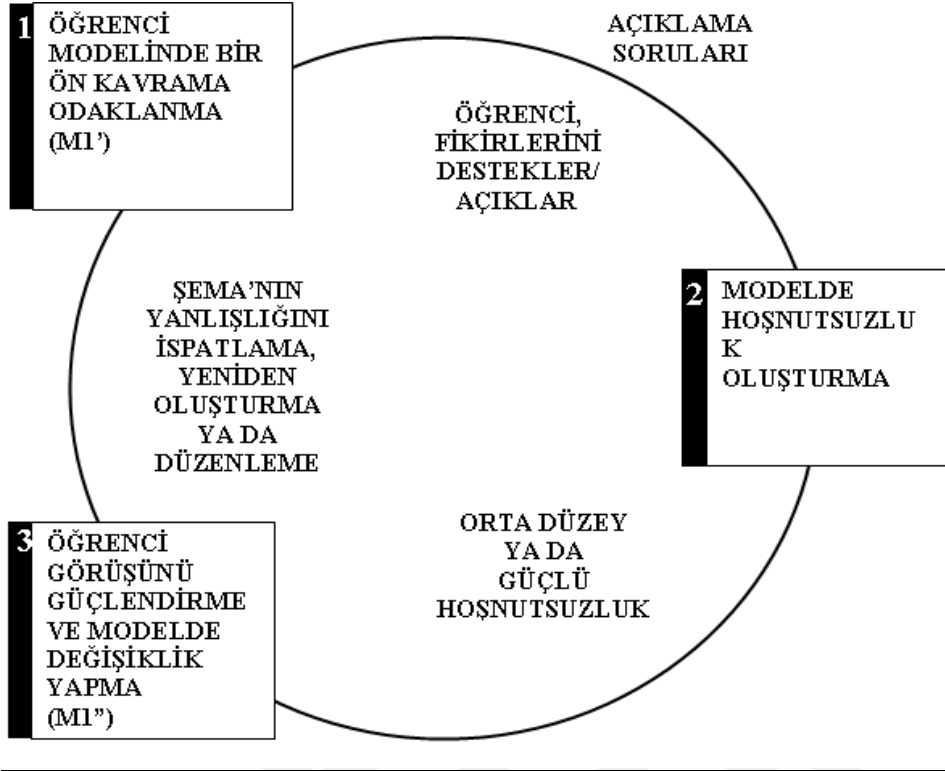
*Öğrenci Modeli ile Bilimsel Modelleri Karşılaştırma* aşamasında; öğretmen öğrencilere bilimsel modeli içeren, *bilgisayar animasyonu, sunum, okuma parçası verir.* Böylece, bilim insanlarının modelleri ile kendi modeli arasında karşılaştırma yapması sağlanır (M<sub>3</sub>).

Ancak burada ileri sürülen ürün son doğru model olarak tanıtılmaz. Bilimsel modelin, bilim insanının kavrama ilişkin yorumu olduğu vurgulanır.

Son aşama olan *Öğrenci Modelini Düzeltme* bölümünde, öğretmen öğrencileri kendi kavramsal değişimlerini biliş-üstü bir bakış açısıyla yorumlamaları konusunda teşvik eder. Bunun için, öğrencilerinden başlangıç modelleri ( $M_1$ ) ile son halini verdikleri modellerini ( $M_3$ ) karşılaştırmalarını ve gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapmalarını ister. Son olarak öğrencilerden yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmeye ve yeni durumların açıklamasında kullanmaları beklenir.

Şekil 6' da mikro döngü süreçleri gösterilmektedir. Mikro süreçlerde öğretmen, öğrencileri modellerini hedef kavram doğrultusunda gözden geçirerek, düzeltmelerini sağlamak üzere *uyuşmazlık yolları sunarak* öğrencilere rehberlik eder. Öğrencilerin konu hakkındaki yanlış bilgilerini, çelişkilerini ve boşluklarının farkına varmalarına ve gidermelerine yardımcı olur. Mikro döngülerde, öğretmen tarafından öğrencilerin durumlarına göre hazırlanmış ve dikkatlice uygulanarak öğrencilerin modellerindeki uyuşmazlıkları ortaya çıkarmaya ve gidermeye yönelik pek çok öğretim yolu (taktiği) uygulanır.

**Mikro Döngüler:** Mikro döngüler, Şekil 6' da gösterildiği gibi  $M_1$  modelinden  $M_2$  modeline geçişte arada yer alan  $M_{1I}$ ,  $M_{1II}$ ,  $M_{1III}$ , ..,  $M_{1n}$  ya da  $M_2$  modelinden  $M_3$  modeline geçişte arada yer alan  $M_{2I}$ ,  $M_{2II}$ ,  $M_{2III}$ , ..,  $M_{2n}$  modellerini oluşturan döngülerdir. Modellerin yapılandırılma ve eleştirilme döngüleridir. Aynı zihinsel modeli oluşturan iki veya daha fazla konu olduğunda model yapılandırma ve revizyon süreçlerinin nasıl gerçekleşeceğini açıklar. Bir mikro döngü öğrenci ve öğretmene ait iki döngüden oluşur. Bu döngü, Üretim-Değerlendirme ve Değiştirme ya da Geçersizliği Ortaya Koyma (GEM) döngüsüdür. Bu nedenle öğretmen-öğrenci GEM döngüsü denilir. Mikro döngüler, her bir makro döngünün içinde bilginin ortak-yapılandırılmasında çekirdek mekanizmayı oluştururlar. Bu mikro döngüler, makro döngünün *Öğrenci Fikirleri Üzerine Yapılandırma* aşamasında daha belirgindir. Bir makro döngü içerisinde yer alan mikro döngülerin sayısı ( $M_n$ ), her konu alanı ya da hedef model için öğrencinin başlangıçta sahip olduğu ilk modeli ile hedef modeli arasındaki farka bağlıdır. Mikro döngülerle öğretim, öğrencinin düşüncesini üretmesi, gözden geçirmesi ve modelindeki elemanı değiştirmesine yönlendirir.



Şekil 6. Nunez-Oviedo (2004)'nin Mikro Döngü Diyagramı.

Mikro öğretmen döngülerinin aşamaları:

1. Öğrenci Modelinde bir Ön kavrama Odaklanma (M1'),
2. Model Bileşeninde Hoşnutsuzluk Oluşturma,
3. Öğrenci Görüşünü Güçlendirme ve Model Bileşenini Modife Etme (M1'')

Mikro öğrenci döngülerinin aşamaları:

1. Öğrencinin fikirlerini açıklaması/desteklemesi,
2. Orta düzey veya güçlü hoşnutsuzluk,
3. Şemaları düzenleme veya yeniden oluşturma.

Mikro öğretmen döngüsünde, ilk aşama *Öğrenci Modelinde bir Ön kavrama Odaklanma (M1')*, aşamasıdır. Öğretmen öğrencinin modelindeki (M1' ya da M2') yanlış, denenmemiş, eksik ya da boşluğa yoğunlaşarak, öğrencinin dikkatini bu noktaya çeker. Burada öğretmen öğrencinin modelinde yer alan ve bilimsel açıdan doğru ve hedef kavramla uyumlu noktalarla ilgili olarak destekleyici yönde düşüncelerini öğrencileriyle paylaşır.

İkinci olarak öğretmen, modeldeki bilimsel olmayan ve hedef modele uymayan öğelerle ilgili olarak öğrencilerde hoşnutsuzluk oluşturmaya çabalar. Bunun için öğretmen, öğrencilerin oluşturdukları model (M<sub>1</sub>' ya da M<sub>2</sub>') ile hedef model arasındaki uyumsuzlukları vurgulayabilmek için en uygun uyumsuzluk yaratma ve model üretme yolunu seçer. Uygun yolu belirleyebilmek için öğretmenin öğrencilerin zihinsel modellerinin çok iyi farkında olması gerekir. Bu nedenle, uygun yolların seçimi öğretmenin öğrencilerin konu ile ilgili ön kavramalarının bilgisine doğrudan bağlıdır. Bu aşamayla birlikte, öğrencilerde sahip oldukları ya da geliştirdikleri modellerle ilgili hafif ya da şiddetli düzeyde hoşnutsuzluk oluşur.

Burada kullanılacak olan öğretimsel yollar, farklı düzeylerde kavramsal doyumsuzluk hoşnutsuzluk üretebileceklerinden, amaca (hedef modele) ve öğrencinin bulunduğu duruma (ön bilgi, hazır bulunuşluk) göre, en uygun yol seçilmelidir.

Mikro döngünün son aşamasında öğretmen öğrencileri *modellerini gözden geçirmeleri ve düşüncelerini değiştirmeleri için girişimlerde bulunmaya* teşvik eder. Öğrenciler, modellerinde yer alan ve hoşnutsuzluk yaratan öğeleri değiştirme yoluna gider. Sonuç olarak, öğrencilerin bir önceki aşamada yaşadıkları hoşnutsuzluk hafif düzeyde ise düşüncelerine yeni fikirler ekleyerek; şiddetli düzeyde ise modellerini (yada var olan şemasını) tamamıyla yeni bilgiye uyacak şekilde yeniden yapılandırır (M<sub>1</sub>' , M<sub>1</sub>'', M<sub>1</sub> III , .., M<sub>1n</sub> ya da M<sub>2I</sub> , M<sub>2II</sub>, M<sub>2 III</sub> , .., M<sub>2n</sub>).

Mikro Döngüler, öğrencilerin kavram yanılgılarıyla ilgilenmek için parçalı bir süreç olarak düşünülebilir. Deneyimli bir öğretmenin ellerinde üç sebeple önemli bir süreçtir: Öncelikle, bir Mikro Döngü bir seferde bir ön kavramı eleştirir ve modife eder. İkinci olarak, öğretmen öğrencileri sıkmamak için sadece küçük bir farklı olay sunar. Son olarak, farklı olay sadece öğrenciler onu almaya hazır olduklarında sunulur.

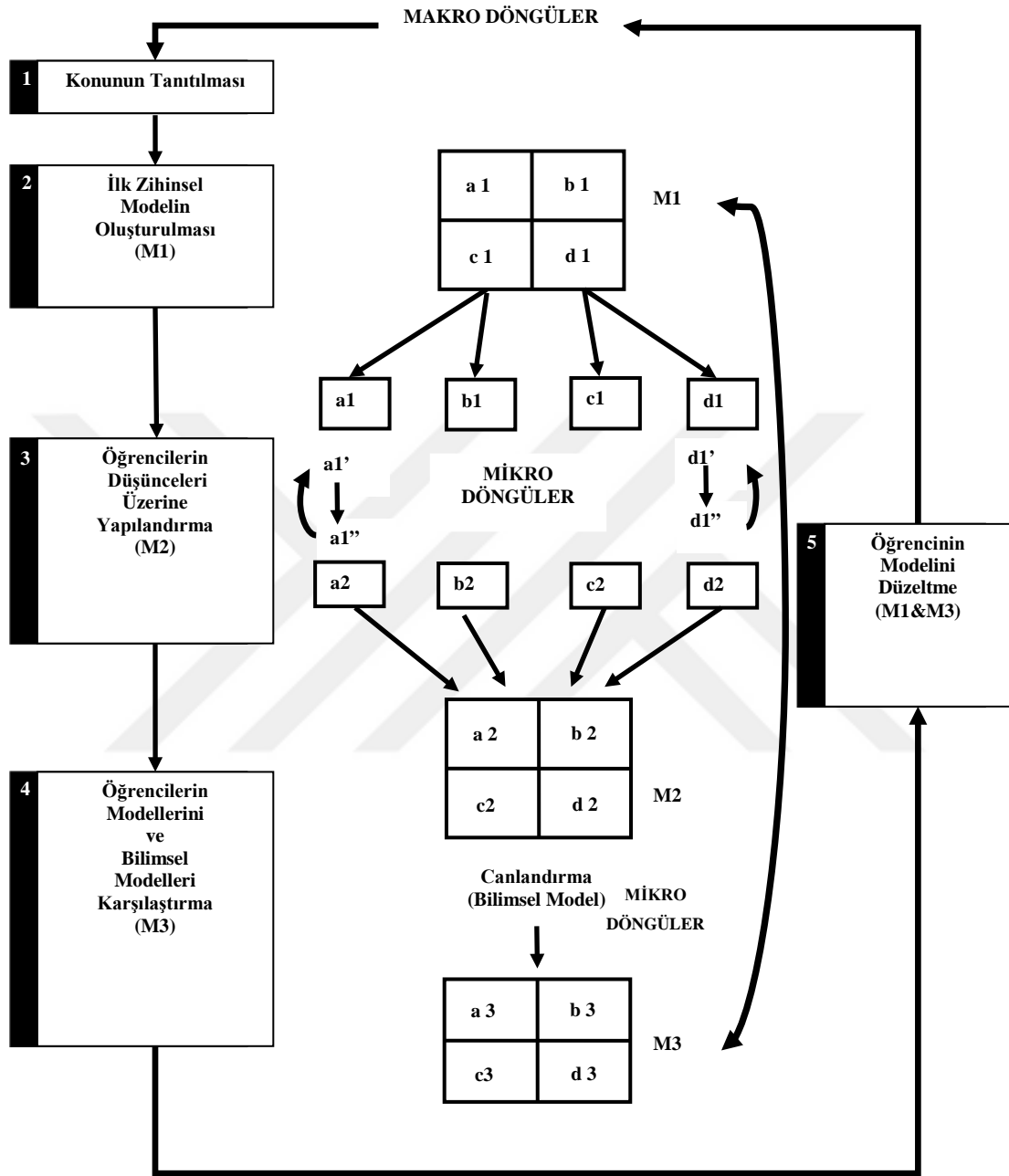
*Öğretme Yolları (taktikleri):* Öğretme yolları, öğretmenin sınıf içinde modelleme etkinliklerini (mikro döngüde yer alan) etkili bir şekilde uygulamak üzere kullandıkları yollardır. Nunez-Oviedo (2004) bu öğretme yollarını öğrencilerde *uyumsuzluk ve yapılandırma üreten yollar ve destekleyici yollar* olmak üzere ikiye ayırmıştır.

*Öğrencilerde uyumsuzluk ve yapılandırma üreten yollar,* öğrencilerin zihinlerinde bunlardan bazen ayrı ayrı birini ya da aynı anda ikisini oluşturmaya yönelik kullanılan

etkinliklerdir. *Benzetimler (Analojiler), uygulamalı etkinlikler, deneyimleri paylaşma, resim yapma, küçük bilgi parçaları, sorular, çizimler, bilgisayar animasyonları izleme* bu etkinliklere örnek gösterilebilir. Ara zihinsel modellerin (M<sub>1</sub>'den M<sub>2</sub>'ye ve M<sub>2</sub>'den M<sub>3</sub>'e geçişte yer alan ara modeller) yapılandırılmasında ve eleştirilmesinde kullanılır. Etkinliklerin temel amacı, öğrencilerin var olan zihinsel modellerinin yetersiz olduğunu ve yerine hedef modele uygun şekilde, modelin kısmen ya da tamamen yapılandırılmasının gerekliliğini hissettirmek olduğundan öğretim sürecinde en uygun zamanda ve öğrencilerin durumuna göre en uygunu seçilerek kullanılmalıdır.

*Destekleyici yollar* ise, öğretmenin öğretim sürecinde devam eden akıl yürütmeyi sürdürmesini olanaklı kılan yollardır. Uyuşmazlık ve yapılandırma üreten taktiklerin öğrenci modelleri üzerinde nasıl etkili olduğu konusunda öğretmene dönüt sağlar. Yüksek sesle düşünme tekniği, çizimler, diyaloglar, senaryolar, gerekli açıklamalar, model durum özetleri, sorular v.b. Bu destekleyici etkinlikler tüm öğretim sırasında da kullanılabilir.

*Ortak-yapılandırma* öğretim ve öğrenme yaklaşımı Şekil 7' de özetlenmektedir.



Şekil 7. Ortak-yapılandırma öğretim ve öğrenme yaklaşımının özeti. Nunez-Oviedo, M. C. (2004). "Teacher-student co-construction processes in biology: Strategies for developing mental models in large group discussions", Doctoral Dissertation, University of Massachusetts

## 2.7. Modellemeye Dayalı Öğretim Yönteminin Avantajları ve Sınırlılıkları

Öğrencilerin modelleme çalışmalarına katılmasının fen eğitimi için çok sayıda potansiyel faydası vardır. Model oluşturma ve model-temelli akıl yürütme, hem insan düşünmesinin hem de bilimsel araştırma-soruşturmanın temel bileşenleridir. Bu nedenle öğrenciler, kendi zihinsel modellerini gösteren dışsal bilimsel modelleri oluşturma, test etme, gözden geçirme ve kullanma sürecine katılmalıdır. Schwarz ve White (2000) modellemeye dayalı öğretimin avantajları ve sınırlılıklarını şu şekilde özetlemiştir:

*Modellemeye dayalı öğretimin avantajları:*

- Modelleme, öğrencilerin fikirlerini açıklamalarına yardım eder.
- Kavramsal fikirler, öğrenci düşünmesini ilerletmeye ve konu bilgisini geliştirmeye yardım eder. Modelleme, öğrencilere kavramsal fikirlerin bileşenlerini zihinde canlandırmalarına ve test etmelerine yardım eder.
- Bilgisayar modellemesi, bilimsel materyalin daha ilgi çekici olmasını ve daha kolay ulaşılmasını sağlar.
- Bilgisayar modelleri, kompleks veriyi daha ulaşılabilir, bilimsel süreci daha dinamik yapmaya yardım eder ve öğrencilerin ilgi çekici ve kompleks olguları bireysel olarak çalışmalarını sağlar.
- Fiziksel, şekilsel veya matematiksel gösterimleri kullanan modelleme yaklaşımlarının öğrenmeyi ilerlettiği kanıtlanmıştır.
- Model-merkezli yaklaşım, öğrencilerin bilimin doğru ve üretici epistemolojilerini geliştirmelerini sağlar. Eğer bilim; model oluşturma süreci olarak tanımlanırsa, bu öğrencilerin bilimsel bilginin bir insan yapısı olduğunu ve modellerin gerçek dünya olgularını açıklama ve tahmin etme özelliklerinin değişebileceğini anlamalarına yardım eder.
- Daha verimli epistemolojik fikirler oluşturma, öğrencilerin bilimsel olaylar hakkında daha iyi akıl yürütmelerine ve kavramsal bilgilerini daha iyi bütünleştirmelerine yardım eder.

*Modellemeye dayalı öğretimin sınırlılıkları:*

- Öğretmenlerin modelleme bilgisinin eksikliği ile ilgili zorluklar bulunmaktadır.

- Öğrenciler model-merkezli programda, modelleme sürecinde yapılan çalışmalarını her zaman anlamayabilir.
- Öğrenciler, modellerini oluşturup gözden geçirseler bile, modellerin doğası veya modelleme sürecini anlamayabilirler.
- Öğrencilerin; modellerin kullanımı ve modeller hakkındaki anlayışları yetersiz olabilir.
- Öğrencileri, bilimin doğası ve modelleme süreci hakkında öğretme konusunda zorluklar bulunmaktadır.

## **2.8. Astronomi Eğitiminde Zihinsel Model Oluşturma ve Bilimsel Süreç Becerileri İlişkisi**

Astronomi, pek çok fen programında önemli bir yere sahip olmasına rağmen, hala çözülmemiş astronomi eğitimine özgü öğretim ve öğrenme zorlukları bulunmaktadır. Son yıllarda, astronomideki merkezi süreç olan zihinsel model kurmanın astronomi eğitimine uygunluğu tartışılmaktadır (Taylor vd., 2003).

Zihinsel model kurma; astronomi eğitiminde temel bir beceridir. Zihinsel modeller, doğrudan tecrübe edilmeyen olguları tanımlayan ve açıklayan bilişsel yapılardır. Bu kişisel yapılar; dünyayı anlama ve anladıklarını diğer kişilere açıklama girişimleridir (Harrison & Treagust, 1996).

Astronomlar olguları anlamak ve diğer kişilere aktarmak için daima zihinsel modeller ve modeller kullanırlar. Zihinsel modeller; sürekli değişim ve evrim geçirir. Günümüzde öğrencilerin de astronomlar gibi düşünebilmeleri için, bireysel bilgilerini tutarlı bir bütüne bağlayan zihinsel modeller kurabildiği ve güncelleyebildiği bir süreci içeren eğitim gerekmektedir. Çünkü Astronomi ve Fen Bilimlerinde zihinsel model kurma genellikle etkileşimli müzakere, problem çözme ve işbirliği süreçlerini gerektirir (Taylor vd., 2003). Özetle; iyi yapılandırılmış uygulamalar ve astronominin tarihsel süreçleri, ortak bir yönetime sahiptir. Her ikisi de, yeni deneysel bilgiyle başarılı etkileşim sonucu, kişinin *kendi fikirlerini revize etmesini, geliştirmesini ve açıklamasını* gerektirir. Böylece öğrenciler astronomi kavramlarını öğrenirken *bilimin doğasının* diğer üç yönünü de kazanırlar. Bunlar; *bilimin insanlar tarafından oluşturulan bir süreç olduğu, bilimin, bilim*

*insanlarının çalıştığı sosyal ve kültürel çevreden etkilendiği ve bilimsel anlayışın zamanla değişebileceğidir.*

Modellemeye dayalı öğretim sürecinde amaç, öğrencilerin zihinsel modellerini bilimsel yöntemi esas alarak yapılandırmalarını sağlamaktır. Öğrencilerin bilimsel kavramları anlamasına yarayan bilimsel süreç becerileri; zihinsel ve bedensel olarak aktif etkinlikler, laboratuvar çalışmaları ve deneyler gerektirir. Genelde sorgulamaya dayalı bu süreçler, “keşif ve araştırma” terimleriyle iç içedir. Daha önemli olarak, bu sorgulama becerileri, günlük yaşamla ilgilenmeyi ve doğal dünyayı anlamayı geliştirir (Enger & Yager, 1998). Astronomi ile ilişkili olan bilimsel süreç becerileri aşağıdaki Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2

*Astronomi ile ilişkili bilimsel süreç becerileri (www.unawe.org)*

Bilimsel süreç becerileri	Astronomi ile ilişkili bilimsel süreç becerileri
1. Gözlem Yapma	
2.Uzay/Zaman İlişkilerini Kullanma	
3.Sınıflandırma	1. Gökyüzündeki bir obje ya da olayın doğru tahmini ya da doğru kavram kullanımı
4.Sayı İlişkilerini Kullanma	2. Astronomi kavramlarının kazanıldığını gösteren objelerin ya da olayların doğru gruplandırılması
5.Ölçme	3. Karşılaştırmalardan varsayımlar çıkarma
6.İlişki Kurma	4. Hipoteze ilişkin deneyimler geliştirme
7.Tahmin Etme	5. Aynı veya farklı alanlardaki kavramları yeni bilgilerle bağdaştırma
8.Değişkenleri Kontrol Etme	6. Yeni bilgilere göre önceki bakış açılarını değiştirme
9.Verileri Yorumlama	7. Yeni bilgilerini başkaları ile paylaşma
10.Hipotez Kurma	
11. İşlemsel Tanımlama	

Tablo 2’ye göre, bilimsel süreç becerileri ile ilişkili Astronomi kazanımlarından, *objelerin ya da olayların doğru gruplandırılması, varsayımlar çıkarılması, hipotez kurularak, tahminlerin yapılması, aynı veya farklı alanlardaki kavramları yeni bilgilerle bağdaştırma, en önemlisi yeni bilgilere göre önceki bakış açılarını değiştirebilme ve yeni bilgilerini başkaları ile paylaşma*, bu ünitenin modelleme yoluyla öğretiminin uygun olduğunu göstermektedir.

Araştırma amaçlarına göre de, öğrencilerin modellemeyi bilimsel süreç becerilerini kullanarak geliştirmesi gerektiğinden, *öğrencilerin zihinsel modellerini bilimsel yöntemi esas alarak yapılandırmalarını sağlamaya yönelik plan yapılmıştır*. Bu nedenle,

öğrencilerin kendi düşüncelerini modeller üzerinde tahmin, gözlem, sınıflama, sıralama ve varsayımlar oluşturarak yapılandırabilmelerine dikkat edilmiştir.

## **2.9. Modelleme Konusunda Yapılan Çalışmalar**

Barab vd. (2000) üniversite düzeyinde güneş sistemi ve temel astronomi konularının öğretilmesinde bilgisayar ortamında 3 boyutlu modellemeyi kullanmışlardır. Temelinde öğrencilerin kendi modellerini yapılandırmasının yer aldığı çalışmalarında, her öğrenciye bir bilgisayar sağlanmış ve ekrandaki yönlendirmelerle öğrencilerin astronomik olayları modelleyecekleri projeler üretmeleri istenmiştir. Ekran yönlendirmeleri konu ile ilgili öğretmen sorularını içerir. İlk olarak günlük yaşamda karşılaştıkları olayları sorgulayarak başlayan yönlendirmeler 4 aşamadan oluşmaktadır: tohum soruları (projenin çerçevesini belirler), temel sorular (modelleme boyunca yanıtlanacak sorular), zenginleştirme soruları (düşünce deneyleri içeren sorular) ve öğrencilerin kendi ürettiği sorular. Her aşamada öğrenciler soruyu öncelikle araştırıp ardından bilgisayarda modelleyerek birbirleriyle tartışır. Araştırma sonunda öğrencilerin modeller ile temsil ettikleri gerçeklik arasındaki ilişkileri rahatlıkla ifade edebildiklerini gören araştırmacılar, aynı zamanda 3 boyutlu modellemenin kavramsal anlamayı geliştiren etkili bir öğretim aracı olduğunu da belirtmişlerdir.

Schwarz ve White (2000) geliştirdikleri Model-Enhanced ThinkerTools (METT) programının etkililiğini değerlendirmek için yaptıkları çalışmayla, öğrencilerin modellemenin doğası ve modelleme süreci anlayışlarındaki gelişimi araştırmıştır. Programda yer alan üç temel modelleme etkinliği ile; öğrencilerin bilgisayarda kendi modellerini oluşturarak, modellerinin davranışını doğruluk ve akla yatkınlık gibi kriterlere göre değerlendirip, modellerin özellikleri, modellemenin doğası üzerine derin düşünceleri sağlanmıştır. Öğrenciler; şekiller ve haritalar, bilgisayar simülasyonları, nedensel açıklamaların eşlik ettiği kestirimsel yazılı kanunları içeren farklı çeşitlerde modeller üreterek etkileşim sağlamıştır. 10.5 haftalık programın temel odağı, “üst-modelleme bilgisi” dir. Öğrencileri modelleme sürecine dahil etme ve öğrencileri bu süreç hakkında doğrudan yansıtmaya yönlendirme, bilimsel modelleme konusunda öğretimde etkili olduğu görülmüştür. Model oluşturma ve yansıtmının öğrencilerin modelleme bilgisine önemli etkisi vardır. Çalışmada ayrıca, model-merkezli programın, öğrencilerin sorgulama

becerileri ve kavramsal fizik bilgisi üzerine anlayışları da araştırılmıştır. Modelleme sorgulamanın önemli bir bileşeni olduğu için, modelleme bilgisi öğrencilerin bilimsel sorgulamaya daha çok katılmalarını sağladığı ve kavramsal bilgilerinin gelişimine olumlu katkıları olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, bilimsel sorgulamayı öğrenme ve bilimsel olguların kavramsal anlayışını geliştirme konusunda; model çeşitlerini, modellerin oluşturulması, değerlendirilmesi ve kullanılabilirliğini bilmenin önemli rol oynadığı vurgulanmıştır.

Barnett vd. (2001) tarafından yapılan çalışmanın amacı; proje-temelli zengin-teknolojili 5.sınıf fen dersinde öğrenme ve öğretimi araştırmaktır. Öğrenciler; Güneş-Dünya-Ay sisteminin üç-boyutlu modellerini oluşturmak için, üç- boyutlu (3-D) modelleme yazılımı kullanarak takım çalışması yapmıştır. Bu çalışmada; öğrenci etkinliğinin bütüncül bir resmini inşa etmek için doğal sorgulama (naturalistic inquiry) kullanılmıştır. Aslında, öğrenciler astronomik olayların modellerini kurdukları için, öğrencilerin zorlukları, çelişkileri ve başarıları incelenmiştir. Bulgular; modellerini oluşturan her bir öğrenci takımının durum çalışmasının bir sentezine dayanmaktadır. Öğrencilerin; *nasıl soru sordukları, modellerini nasıl planladıkları, düzenledikleri, nasıl oluşturdukları, değerlendirdikleri ve modellerinden nasıl sonuç çıkardıkları* tanımlanmıştır. Öğrencilerin karmaşık bilimsel kavramların sırasıyla tartışılmasını ve araştırılmasını kuvvetlendiren gelişmiş modeller oluşturabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler; model gelişim aşamalarını öğretmenin yönlendirmesini izleyerek başlangıçta basitçe geçmiş, sonra modellerinin kompleksliği arttığı için *modelleri hakkında basitçe öğrenme yerine modelleriyle birlikte öğrenmeye* yönelmişlerdir.

Steinberg ve Clement (2001) tek öğrenciyle elektrik konusunda yaptıkları durum çalışmasında, adım adım farklı ve çelişkili olayları sunmuşlar ve sonucunda öğrencinin durgun ve akan elektrik konusunda her seferinde modelini gözden geçirerek sonunda bir öncekinden daha güçlü zihinsel modele sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Sonuçta, öğrenme ortamlarının öğrencilere öncelikle kendi modellerinin farkına vardırması gerektiği vurgulanmıştır.

Taylor vd. (2003) temel astronomi konularının öğretilmesinde 7-8 yaşındaki öğrencilerden oluşan 33 kişilik bir sınıfla temel astronomi konularını modellemeye dayalı öğretmeye çalışmışlardır. Öncelikle öğrencilerde var olan zihinsel modelleri belirlemişlerdir.

Ardından, Dünya-Güneş –Ay sistemi konusunda bilimsel modeli sunarak üzerinden öğrencilerin gözlem ve tartışma yapmalarını sağlamışlar ve daha sonra da bilimsel modeli kullanarak yeni problemler çözdürmüşlerdir. Problemin çözümünün ardından her grubun kendi çözümünü sınıftaki diğer grupların çözümleriyle karşılaştırmalarını sağlayan derin düşünme etkinliklerine yer vermişlerdir. Bu etkinliklerin, anlamlı öğrenmelerine ve konuya ilişkin bilimsel modellerin nasıl ortaya konulduğunun anlaşılmasına yardımcı oldukları sonucuna varmışlardır. Ayrıca öğrencilerin çok küçük yaşlarda bile biyolojik popülasyonlar, atomun yapısı gibi konularda doğru zihinsel modellere sahip olabileceklerini de öne sürmektedirler.

Sarıkaya vd. (2004) modellerin öğrenmeye olan etkisini araştırmıştır. Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde öğrenciler tarafından yapılan modellerin, öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma, deney ve kontrol olmak üzere iki gruba gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda yer alan öğrenciler, geleneksel yöntemle öğretim gördükten sonra mitoz ve mayoz bölünme konularında modeller oluşturmuşlardır. Kontrol grubunda ise yalnız geleneksel öğretim yöntemi uygulanmıştır. Çalışma grubuna verilen başarı testinden elde edilen sonuçlar, ön testler açısından deney ve kontrol gruplarının ortalama puanları arasında fark olmadığını gösterirken, son test puan ortalamalarının deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

Gobert ve Pallant (2004) ortaokul öğrencileri ile temel jeoloji konularını, ikişerli öğrenci grupları ile modellemeye dayalı öğretimle gerçekleştirmiştir. Öğrencilere konu ile ilgili temel soruların sorulmasının ardından, yanıtlarını kağıt üzerinde yazarak ve çizerek vermeleri istenir. Daha sonra öğrenciler eşler halinde kağıtlarını değiştirerek öğretmenin verdiği belli ölçütlere göre değerlendirirler. Değerlendirme sırasında kağıt üzerine gerekli notları alan öğrenciler, değerlendirme bitiminde kendi kağıtlarını alarak arkadaşlarının belirttiği noktalara dikkat ederek yeniden düzenlerler. Gerekli düzenlemelerin yapılmasının ardından da jeoloji ile ilgili web sitelerini inceleyerek hem kendileri hem de arkadaşları için notlar alırlar. Aldıkları notları arkadaşlarıyla paylaşan öğrenciler son olarak öğretmenlerinin sunduğu dinamik modelleri, sunumları izler. Çalışmanın sonunda, epistemolojik olarak daha karmaşık bilgiye sahip öğrencilerin, konu alanı ile ilgili daha derin kazanımlar elde ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Modellerin doğasını ve nasıl

kullanıldıklarını anlayan öğrencilerin alan bilgilerini modele dayalı akıl yürüterek daha kalıcı şekilde yapılandırdıkları da gözlenmiştir.

Üniversite öğrencilerinin, güneş sistemi-atom yapısı pedagojik benzeştirme modeli ile atom yapısını anlamalarını araştırmak için Gülçiçek vd. (2004) tarafından bir araştırma yapılmıştır. Üniversite 1. sınıf ve 4. sınıflarından 44 öğrencinin katıldığı çalışmada bu modelin analiz edilme yeterliliği incelenmiştir. Bu inceleme doğrultusunda, öğrencilere atom yapısı ile güneş sistemi arasında benzerlik kurulup-kurulamayacağı sorulmuş, öğrencilerden cevaplarının nedenlerini yazılı olarak açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin açıklamalı cevapları sınıflandırılarak yorumlanmıştır. Sonuçta, tüm katılımcıların sadece birkaç özellik üzerinden benzeştirme yaptıkları, çok az sayıda öğrencinin farklılıklara değindiği görülmüştür. Araştırmacılar, öğrencilerin model oluşturma işleminde sadece kaynak ile hedefin paylaşıldığı bazı ortak özellikleri belirlemelerini, modelleme hakkında yeterli bilgiye sahip olmamalarına bağlamaktadır.

Güneş vd. (2004b) tarafından eğitim fakültelerindeki fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik öğretim elemanlarının, modellerin ne olduğu, fenedeki rolleri, niçin ve nasıl kullanıldıkları hususlarındaki görüşlerini tespit etmek için yaptıkları çalışmaya, eğitim fakültelerinde görev yapan fen ve matematik öğretim elemanları katılmıştır. Örnekleme; 30'u likert tipi, biri açık uçlu olmak üzere 31 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar model/modelleme kavramlarının fen öğretimi içerisindeki rollerinin ve amaçlarının önemini vurgulamaktadır. Açık uçlu soruya verilen cevaplarda model örneklerinin sınırlı kalması, fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modellemenin doğası ile ilgili olarak bilgi eksikliklerinin olduğunu göstermektedir. Bu eksiklikler özellikle modellerin temsil ettiği nesneyi veya durumu ne derece yansıttığı ve nelerin model olarak nitelendirilebileceği ile ilgilidir. Bu nedenle, öğretim elemanlarının mesleki yaşantılarının vazgeçilmez bir parçası olan bilimsel modellerin doğasını daha yakından tanımasını gerekliliği vurgulanmıştır.

Ünal (2005) "Sıvıların ve Gazların Basıncı" konusunda, buluş yoluyla yapılandırılmış etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına, feni öğrenme yaklaşımlarına ve zihinsel modellerine etkisini incelemiştir. Uygulama, deney (30) ve kontrol (29) grubu olarak belirlenen 7. sınıf öğrencilerine yapılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında her iki gruba da açık uçlu sorulardan oluşan sınav, başarı testi ve öğrenme yaklaşımı ölçeği

uygulanmıştır. Araştırma sonunda, deney ve kontrol grubu arasında, akademik başarı açısından deney grubu lehine anlamlı farklılıklar olduğu, öğrenme yaklaşımları ve zihinsel modeller açısından anlamlı fark olmadığı bulunmuştur.

Günbatar ve Sarı (2005) tarafından Elektrik ve Manyetizma konularındaki anlaşılması zor ve soyut kavramlarla ilgili modeller geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerin öğrenci başarısına etkisini test etmek amacıyla, kontrol grubuna kavramlar klasik yöntemle, diğerine ise geliştirilen modeller kullanılarak anlatılmıştır. Daha sonra her iki gruba “Öğrenci Başarı Testi” uygulanmıştır. Deney grubuna ait test puan ortalamasının kontrol grubunun puan ortalamasından yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen, uygulanan metodun öğrencilerin bu konudaki başarısını artırma potansiyeline katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Hestenes (2006) tarafından lise öğrencilerinin fizik dersi öncesi Newton mekaniğine uygun olarak düşünmekten çok uzak oldukları ve geleneksel olarak işlenen fizik dersi sonunda bile bunu değiştirmenin oldukça güç olduğu- değişimin %15 ten küçük olduğu - belirtilmektedir. Modelleme öğretimi projesine katılan öğretmenlerden (n=66) toplanan verilere göre geleneksel öğretim yapılan öğrencilerin öğretim öncesi Kuvvet Kavram Testinden (Force Concept Inventory) başarıları %26 iken öğretim sonunda %42 olmuştur. Modelleme öğretimi alan öğrencilerin (n=3394) ders öncesi başarıları %26 dan %52 ye çıkmıştır. Aynı öğretmenler modelleme öğretimini bir yıl sonra tekrar yaptıklarında öğrencilerin (n=647) başarıları %29 dan %69a çıkmıştır. Görüldüğü gibi modelleme öğretimi yapılan dersteki başarı geleneksel öğretim yapılan dersteki başarıdan daha fazladır ve ayrıca modelleme eğitiminde uzman öğretmenlerin sınıflarındaki öğrencilerin kavram testinden aldıkları son test puanları yeni başlayan öğretmenlerinkinden daha fazladır.

Ogan-Bekiroğlu (2007) 36 fizik öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği çalışmada ayın evreleri ve ayla ilgili olayların modellemeye dayalı öğretiminin öğrencilerin zihinsel modellerine etkilerini incelemiştir. 14 hafta süren çalışmada öğrencilerin düzenli olarak Ay’ı gözlemleri istenmiş, yönlendirmeler yapılarak form doldurmaları istenmiş, ara değerlendirmeler yapılarak öğrencilere dönütler verilmiştir. Uygulamanın yarısından sonra öğrencilerin gözlemlerine dayanarak konuyla ilgili modellerini grup çalışmasıyla oluşturmaları sağlanmıştır. Uygulama sonrasında öğrencilerin zihinsel modellerinin geliştiği izlenmiştir.

Oğuz (2007) tarafından öğrencilerin anlama ve düşünmelerini model oluşturma yöntemi ile geliştirmek için, 7. sınıf öğrencileri ile okul sonrası etkinliği çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmada; öğrenciler hayvanlara ait ortak çevresel faktörleri *veri toplama, resimleme, cisim tasarlama ve gözlem raporu hazırlama* yolu ile araştırmıştır. Gözlem raporlarının hazırlanması öğrencilerin deneyimlerini ve soyut kavramları ifade etmelerine olanak sağlamış, öğrencilerin deney raporları araştırmacının dolaylı olarak öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları modelleri anlamasına fırsat sağlamıştır. Öğrenciler ilk etapta oluşturdukları modelleri *benzeşim* yoluyla yeni modellere dönüştürerek geliştirmiştir. Model oluşturma ve geliştirme yönteminin fen öğretimine olumlu katkı sağladığı bulunmuştur.

Gökçe-Şahin (2008) tarafından yapılan çalışmada, modelleme yönteminin 10. sınıf öğrencilerinin eğik atış konusunu anlamaları ve öğrencilerin fizik dersine karşı tutumları üzerindeki etkisi geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırarak incelenmiştir. Ayrıca, çalışmaya katılan öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Modelleme yöntemiyle öğretilen öğrencilerin Eğik Atış Kavram Testindeki ve Fizik Dersine Karşı Tutum Ölçeğindeki ortalama puanlarının, geleneksel yöntemle öğretilen öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, deney grubu öğrencilerinin bilimin doğası konusunda bazı temel ilkelerle ilgili daha gerçekçi görüşlere sahip oldukları görülmüştür.

Gümüş vd. (2008) tarafından; “Sindirim ve Görevli Yapılar”, “Boşaltım ve Görevli Yapılar” ve “Çiçekli Bir Bitkiyi Tanıyalım” konularının öğrenilmesinde modelle öğretim metodunun öğrenci başarısına etkisi araştırılmıştır. İlköğretim 5. sınıf 200 öğrenci katıldığı çalışmada modelle öğretim yöntemiyle konu anlatımı yapılan deney grubunun konuları daha iyi kavradıkları tespit edilmiştir. Ön ve son testler arasındaki puan artışlarının karşılaştırılması sonucunda; modelle öğretim yönteminin kullanıldığı deney grubunun, geleneksel öğretim kullanılan kontrol grubu öğrencilerinden daha fazla puan artışı gösterdiği tespit edilmiştir.

Küçüközer (2008) tarafından fen bilgisi öğretmen adaylarının mevsimler ve ayın evreleri hakkındaki kavram yanlışları belirlenmiş ve üç boyutlu bilgisayar modellemesinin bu konudaki kavramsal değişim üzerine etkileri araştırılmıştır. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarında artış ve kavram yanlışlarında önemli

derecede azalma olduğu bulunmuştur. Araştırma sonrasında 15 gönüllü öğretmen adayı ile görüşmeler yapılmış ve öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerine üç boyutlu bilgisayar modellemesinin olumlu etkilerini vurguladıkları görülmüştür.

Ünal-Çoban (2009) tarafından yapılan çalışmada; modellemeye dayalı etkinliklerle yürütülen fen ve teknoloji dersi 7. sınıf “Işık” ünitesinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi araştırılmıştır. Deney grubunda modellemeye dayalı öğretim, kontrol grubunda fen ve teknoloji programına dayalı öğretim yapılmıştır. Araştırmada; deney ve kontrol sınıfı öğrencileri arasında; kavramsal anlama düzeyleri ile bilimsel süreç becerileri açısından deney grubu lehine anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Bilimsel bilgiye yönelik görüşlerde ise; nicel olarak her iki grup arasında anlamlı fark görülmezken, nitel olarak ise deney grubu öğrencilerinde daha fazla oranda gelişme izlenmiştir. Bilimsel bilginin varlık alanı konusunda ise her iki grup arasında nicel olarak anlamlı fark görülürken aynı zamanda nitel olarak da deney grubu lehine gelişme izlenmiştir.

Berber ve Güzel (2009) tarafından öğretmen adaylarının *model ve modellemenin tabiatını anlama ve bunları uygulamada* ne derecede yeterli olduklarını ölçmek için yapılan çalışmada, çoktan seçmeli ve yazılı açıklama gerektiren 6 sorudan oluşan bir ölçek uygulanmıştır. Kullanılan ölçüm aracı, Treagust, Chittleborough ve Mamiale tarafından geliştirilen VOMMS (My Views of Models and Modelling in Science) isimli bir ölçektir. Anket, bilimsel modellere ilişkin üç karakteristiği yani, “temsiller olarak modeller”, “modellerin çeşitliliği” ve “modellerin dinamik doğası” nı araştırmaktadır. Ayrıca ölçeğin en son kısmında bazı model örnekleri verilmiş ve öğrencilere bunlardan hangilerinin model olarak nitelendirilebileceği sorulmuştur. Sonuçta; öğretmen adaylarının;

- Modelleri gerçeğin tam kopyaları değil temsilleri olarak gördükleri,
- Bilimsel bir olguyu açıklayan çok sayıda model oluşturulabileceğini düşündükleri,
- Modellerin bilim adamlarının hisleri yerine modeli ve teoriyi destekleyen gerçeklere göre kabul gördüğü,
- Bir modelin kabulünün hem sonuçları açıklamadaki başarısına hem de aldığı desteğe bağlı olduğu, şeklinde düşüncelere sahip olduğu belirlenmiştir (Berber & Güzel, 2009).

Araştırma sonuçları, öğretmen adaylarının genel olarak, modellerin fenedeki rolünün farkında olduklarını göstermiştir.

Bilal (2010) tarafından yapılan çalışmada, lisans düzeyindeki elektrik konularının modelleme yoluyla öğretiminin, öğrencilerin elektrik konusundaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları üzerindeki etkileri ve bunlar arasındaki ilişki araştırılmıştır. Araştırma, Genel Fizik II dersi alan üniversite ikinci sınıf öğrencilerinin oluşturduğu iki grup üzerinde yürütülmüştür. Deney grubunda modelleme yoluyla öğretim yapılırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırma sonunda, modelleme yoluyla fizik öğretiminin elektrik konularındaki akademik başarı ve kavramsal anlama üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Ayrıca, deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve epistemolojik inançları arasında anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

Kurnaz ve Sağlam- Arslan (2011) tarafından yapılan çalışmanın amacı 'Model Tabanlı Öğrenme' yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamının öğrencilerin enerji konusu ile ilgili alternatif fikirlerini giderme ve eksik bilgilerini tamamlamalarına etkilerini değerlendirmektir. 'Model Tabanlı Öğrenme' yaklaşımının öğretim modellerinden biri olan Model Tabanlı Öğretim Modeline (Model of Model Based Instruction -MOMBI-) göre öğretim ortamı tasarlanmış ve uygulanmıştır. Üniversite, Temel Fizik I dersi alan 33 öğrencinin katıldığı çalışmada, tasarlanan öğrenme ortamının etkisini değerlendirmek amacıyla 4 açık uçlu sorudan oluşan bir başarı sınavı kullanılmıştır. Sonuçta, öğrencilerin anlama seviyelerinde beklenen nitelikte bir artış olduğu görülmüştür.

Arslan (2013) modellemeye dayalı öğretim yöntemi ile işlenen “Madde ve Isı” ünitesinin; ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinde anlama, yaratıcılık, hatırd tutma düzeyleri ve zihinsel modelleri üzerine etkisini incelemiştir. Araştırma bulgularında, anlama ve hatırd tutma düzeyi açısından deney grubu ile kontrol grubu arasında bir fark olmadığı, yaratıcılık düzeyleri açısından ise deney grubu öğrencilerinin daha yüksek yaratıcılığa sahip olduğu bulunmuştur. Araştırmanın nitel boyutunda ise modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin zihinsel modellerini olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir.

Ergün (2013) tarafından modele dayalı etkinliklerin “maddenin parçacıklı yapısı” ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkisini belirlemek için yapılan çalışmada; ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin “maddenin parçacıklı yapısı” ile ilgili başarı

düzeyleri belirlenmiş ve bu konudaki öğrenme zorluklarını iyileştirmek için, modele dayalı etkinliklerin etkisi araştırılmıştır. Tek grup ön test- son test modelinin kullanıldığı çalışmada, deney grubunu oluşturan “166” ilköğretim öğrencisine modele dayalı etkinlikler uygulanmıştır. Sonuç olarak modele dayalı etkinliklerin uygulanmasından sonra öğrencilerin bazı kavram yanlışlarının iyileştiği, ancak bazı kavram yanlışlarının ise giderilemediği belirlenmiştir.

Adadan (2014) tarafından yapılan çalışmada, model-tabanlı öğrenme ortamının kimya öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramını ve bilimsel modellerin doğasını anlamaları üzerine etkisi incelenmiştir. 40 kimya öğretmen adayının katıldığı çalışmada, katılımcıların bu kavramı anlamalarında ve modellerin doğasını anlamalarında istatistiksel olarak anlamlı değişim olduğu görülmüştür.

Esendemir (2014) tarafından yapılan çalışmada; modelleme ve bilgisayar animasyonları destekli sosyal yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin kavramları anlamalarına, biyoloji öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırmaya, başarı yönelimlerine etkisi, geleneksel biyoloji öğretim yöntemi ile karşılaştırılarak incelenmiştir. Onuncu sınıf öğrencilerinin insan üreme sistemi konusuyla ilgili kavramları anlamalarında ve biyoloji öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırmada modelleme ve bilgisayar animasyonları destekli öğretim yönteminin daha etkili olduğu bulunmuştur.

Aksakal vd. (2015) mayoz bölünme konusunun öğretilmesinde modelle öğretim yönteminin akademik başarıya olan etkisini araştırmıştır. Çalışmaya, 2. sınıfta öğrenim gören 47 Fen Bilgisi Öğretmen adayı katılmıştır. Genel Biyoloji Laboratuvarı-I’ dersinde öğrencilerin başarı seviyeleri başarı testi, çalışma hakkındaki görüşleri ise görüşme tekniği ile toplanmıştır. Kontrol grubuna düz anlatım yöntemine ek olarak hazır mayoz bölünme preparatları incelenmiş, deney grubuna ise kontrol grubundaki uygulamalara ek, modeller kullanılarak ders işlenmiş ve öğretmen adaylarından kendi modellerini üretmeleri istenmiştir. Sontest sonuçları, mayoz bölünme konusunun öğretiminde model kullanımının öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada daha etkili olduğunu göstermiştir.

Modelleme yoluyla öğretim üzerine yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında ilköğretim seviyesinden yükseköğretime kadar modelleme yoluyla öğretim yapılmış çalışmalara rastlanmaktadır. Modellemeye dayalı öğretimin gerekliliği araştırmacılarca vurgulanmaktadır. Bu yolla öğretim süreci sonunda öğrencilerin kavramsal anlamaları,

tutumları, başarıları ve problem çözme becerileri incelenmiş ve modelleme yoluyla öğretimin bunlar üzerinde olumlu etkiler yarattığı görülmüştür. Modellemeye dayalı öğretimin farklı konularda ve sınıf temelli araştırmasına ihtiyaç vardır. Literatürdeki çalışmaların çoğunluğu fizik ve kimya ile sınırlıdır. Coll ve Lajium (2011), biyoloji, yer bilimleri ve uzay biliminde modellemenin, öğretimle nasıl bütünleştirebileceğinin araştırılmasını önermektedir. Bununla birlikte, ülkemizde temel astronomi kavramlarının gelişimine modellemeye dayalı öğretimin etkisinin incelendiği çalışmaya rastlanmamıştır.

## 2.10. Fen ve Teknoloji Programında Astronomi ile İlgili Konular

İnsanoğlunun sahip olduğu merak duygusu tüm bilimsel gelişmelerin temelini oluşturmuştur. Çağları değiştiren her türlü buluş ile bugün geline teknolojik gelişmeler bu merak duygusuyla ortaya çıkmıştır. TÜBİTAK'ın, Türkiye'deki 15-24 yaş arasındaki gençlerimizin bilim okuryazarlığını ölçmek için yaptığı bir saha araştırmasının sonuçları, Türk gençliğinin ilgisini en çok çeken konuların "İnternet" ve "astronomi" olduğunu ortaya koymuştur (MEB, 2010).

Geniş kapsamlı bir bilim dalı olan Astronomi, gök cisimlerinin, evrenin yapı ve evrimini araştıran, gözlemsel ve kuramsal çalışmalardan yararlanan bir bilim dalı olarak ifade edilebilir. Astronomide zaman içerisinde meydana gelen gelişmeler hem diğer bilimlerin gelişimine hem de günlük yaşamımıza önemli katkılar sağlamaktadır.

Astronomi, günlük yaşam deneyimlerimizin ve yeryüzündeki laboratuvar koşullarında oluşturamayacağımız doğal ortamları gözlemeye ve bunları açıklamaya çalıştığından, astronomi eğitimi öğrencilerin *bilimsel düşünme yeteneğinin gelişmesine* olanak sağlar. Ayrıca; her konuda çok büyük ölçeklerle (büyüklük, sıcaklık, basınç, manyetik alan vb.) ilgileniyor olması nedeniyle de öğrencilerin Yer (Dünya) ile sınırlı olgu ve olaylara daha geniş bir açıdan bakabilme yeteneği kazanmalarına da yardımcı olur. Toplumların bilimsel gerçeklere yönlendirilmesi açısından astronomi mükemmel bir eğitim aracıdır. Kişiye doğru ve mantıklı düşünmeyi en etkin bir şekilde öğreten bilim dallarından biridir (MEB, 2010).

Fen eğitimi içinde astronomi eğitim ve öğretiminin çok önemli bir yeri vardır. Astronomi; fizik, kimya, jeoloji, biyoloji ve bir bilim dili olan matematik ve geometri gibi disiplinleri

bünyesinde toplayan bir “bilimsel disiplinler topluluğu” dur. Bu nedenle fen bilimlerini astronomiden ayrı düşünmek mümkün değildir. Gülseçen (2002); ilk ve orta öğretimde fen derslerinde, astronomi yardımıyla, kavranılması zor bazı fizik yasalarının öğrencilere model ve görsel malzeme ile anlatılmasını vurgulamaktadır. Uzay, mükemmel bir laboratuardır. Bugünün ileri teknolojisi ve bilgisayar aracılığı ile sanal ya da basit deneyler biçiminde sınıflara ve laboratuarlara ders aracı olarak taşımak çok kolaylaşmıştır.

Böylece astronomi, hemen tüm fen bilimleri için bir eğitim aracı olarak kullanılabilir. Astronomi, öğrenenin ufku genişlettiği için bilgiler ezber düzeyinden kavrama düzeyine çıkar. Bu durum öğretmenin de görevini kolaylaştırmaktadır. Sevilerek kavranılan bir konuyu öğretmek çok daha kolaydır. Ayrıca fizik, kimya, biyoloji, coğrafya, jeoloji gibi derslere olan ilgiyi arttırmak için astronomi bir araç olarak kullanılabilir. Astronomik olaylar sayesinde bilimsel kavramlar daha kolay anlaşılabilir (Gülseçen, 2002).

2005 yılından itibaren ilköğretim okullarında uygulanmaya başlanan Fen ve Teknoloji Programında (MEB, 2005) evrenin yapısı ile ilgili konular 4. Sınıf ile 8. Sınıflar arasında ele alınmaktadır. Tablo 3’ te Uzay ve Astronomi ile ilgili konuların ele alındığı ünite ve konular sınıf düzeyine göre sunulmuştur.

Tablo 3

*İlköğretim Fen ve Teknoloji Programı Uzay ve Astronomi Konusu Üniteleri ve İlgili Konular (M.E.B, 2005)*

4. Sınıf	5.sınıf	6.Sınıf	7.Sınıf	8.Sınıf
Gezegeneğimiz Dünya  (Kazanım sayısı:17, Ders Saati:16)	Dünya, Güneş ve Ay  (Kazanım sayısı:19, Ders Saati:12)	Yer Kabuğu Nelerden Oluşur?  (Kazanım sayısı:21, Ders Saati:14)	“Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmececi”  (Kazanım sayısı:27, Ders Saati:14)	“Doğal Süreçler”  (Kazanım sayısı:26, Ders Saati:12)
Dünya’mızın Şekli Neye Benzer?	Dünya, Güneş ve Ay’ın Şekil ve Büyüklikleri	Kayaçları Sınıflandırılım	Gök Cisimlerini Tanıyalım	Dünya’mızın Oluşum Sürecini Öğrenelim
Dünya’nın Şekli ile İlgili Olarak Geçmişte Öne Sürülen Fikirler	Dünya’mız Yerinde Duramıyor	Madenler ve Teknoloji  Geçmiş Hakkında Bize Rehberlik Eden Fosiller	Güneş Sistemi  Uzayı Nasıl Gözlemliyoruz?	Levha Hareketleri Yer Kabuğunu Etkiler  Sıcaklık Farkından Kaynaklanan Hava Olayları Yaşamımızı Etkiler
Dünya’mızın Yapısını Tanıyalım	Söyle Söyle Ay Dede, Bu Değişimlerin Sırrı Ne?	Toprak Çeşitleri ve Erozyon	Gök Bilimciler Nelerle Uğraşır?	İklim ve Hava Olayları Arasındaki Farklar
Dünya’mızın Yapısında Neler Var?		Yer Altı ve Yer Üstü Su Kaynakları Nelerdir?	Uzayda Yaşam Var mı?	Meteorolojinin Günlük Hayatımızdaki Yeri ve Önemi
Katman Modeli		Yer Kabuğunun Doğal Anıtları	Uzay Kirliliği	

Tablo 3’te verilen bilgiler, çalışmanın yapıldığı 2013-2014 eğitim öğretim yılı, MEB Fen ve Teknoloji Programı kapsamındadır. Ülkemizde, 2013 yılından itibaren MEB Fen ve Teknoloji Programında bazı değişiklikler yapılmış, aynı zamanda dersin ismi ‘Fen Bilimleri’ şeklinde değiştirilmiştir. Düya ve Evren konu alanında bulunan çalışmanın yapıldığı ünitenin ismi de “Güneş Sistemi ve Ötesi” şeklinde değiştirilmiştir. Ünitenin kazanım sayısı, 2013 öğretim programı ile birlikte 27’den 9’a düşerken, ünite süresi ise ders saati olarak, 14’den 16’ya çıkmıştır. 7. sınıf düzeyinde bu programın uygulanmasına 2015-2016 eğitim yılında başlanmıştır.

Uygulamanın yapıldığı astronomi konuları ve kısaca içerikleri aşağıdaki gibidir:

1. Gök Cisimleri
2. Güneş Sistemi
3. Uzay Araştırmaları

Beşinci sınıfta, “Dünya, Güneş ve Ay” ünitesiyle başlayan gökyüzü macerası 7. sınıfta uzayın ve uzayda bulunan gök cisimlerinin ele alındığı “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesiyle devam etmektedir. Bu ünite de öğrencilerin;

- ✓ Uzayda bulunan gök cisimlerini ve güneş sistemini kavramaları,
- ✓ Uzay gözlemlerinin yapılmasına olanak sağlayan optik araçları tanımaları,
- ✓ Geçmişten günümüze kadar yapılan uzay araştırmalarını farketmeleri,
- ✓ Teknolojinin uzay araştırmalarına katkısını, gök bilimine yansımalarını farketmeleri,
- ✓ Uzay teknolojisinin bazı durumlarda bir kirlilik türü olarak nitelendirilen uzay kirliliğine sebep olabileceği hakkında bilgi, beceri, deneyim ve tutum kazanmaları

hedeflenmektedir (MEB, 2006). Ünitenin sonunda, *tüm gök cisimlerinin bir bütünlük ve uyum içinde hareket ettiklerinin* öğrenilmesi hedeflenmektedir. Ünitenin odağında uzay kavramı bulunmakla birlikte, öğrenme etkinlikleri ağırlıklı olarak; deney-gözlem, inceleme-araştırma, *model oluşturma*, tartışma, *modellerini sunma* şeklinde düzenlenmiştir.

### **2.11. Astronomi Konularındaki Kavramlarla Yapılan Çalışmalar:**

Astronomi kavramlarına dair zihinsel modelleri tanımlamayı/açıklamayı konu alan çalışmalar (Vosniadou & Brewer, 1992) incelendiğinde üç farklı modelden bahsedildiği görülmektedir: ilkel model, sentez model ve bilimsel model. *İlkel modeller* kişilerin bilimsel olmayan fikirleridir. *Bilimsel modeller*, bilimsel bilgilere dayanan modellerdir (Vosniadou & Brewer, 1992). *Sentez modeller* ise çocukların sahip oldukları ilkel modeller ile eğitimleri sırasında karşılaştıkları bilimsel modellerin sentezlenmesi ile oluşur (Franco & Colinvaux, 2000; Harrison & Treagust, 2000).

Vosniadou ve Brewer (1992) yaptıkları çalışmada farklı sınıf seviyelerdeki 60 ilköğretim okulu öğrencisinin Dünya'nın şekline dair bilgilerini ve bu bilgilerin çocukların kültürlerinden nasıl etkilendiğini 15 sorudan oluşan anket ile mülakatlar yaparak ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Elde edilen verilerden ilk önce kodlar oluşturulmuş ve sonra oluşturulan bu kodlardan her bir model için beklenen cevaplar doğrultusunda altı adet zihinsel model ortaya çıkarılmıştır ve ortaya çıkarılan zihinsel modelleri ise üç kategoride toplamıştır: ilkel model, sentez model ve bilimsel model. Bu çalışmada yer alan ilkel modeller; disk model ve dikdörtgen modeldir. Çalışmada yer alan sentez modeller; boşluklu model, ikili model ve basık modeldir. Bilimsel modelde ise öğrenciler tamamen bilimsel bilgilere sahiptirler ve çalışmadaki bilimsel model ise küresel modeldir. Araştırmacılara göre 6 ve 7 yaş grubu öğrencileri dünyanın dikdörtgen veya yassı bir disk şeklinde, 10 ve 11 yaş grubu öğrencileri dünyanın küresel olduğuna inanmaktadır.

Vosniadou ve Brewer (1994) ilköğretim öğrencilerinin gece-gündüz oluşumuyla ilgili algılarını incelemişlerdir. 60 ilköğretim okulu öğrencisiyle yapılan çalışma, araştırmacıların 1992 yılında gerçekleştirdiği Dünya'nın şekline dair zihinsel modellerin belirlendiği çalışmanın devamı niteliğindedir. Geceleyin Güneş'in kaybolması, Ay'ın hareketi, gece-gündüz döngüsünün açıklanması ve yıldızların gündüz kaybolması gibi konular hakkında öğrencilerin fikirlerini açığa çıkaracak nitelikte 13 tane açık uçlu soru ile mülakatlar yürütülmüştür. Analizler sonucu ortaya çıkan sekiz farklı model, modellerden ilk üçü ilkel model, dördü sentez model ve geriye kalan biri ise bilimsel model olarak sınıflandırılmıştır. Araştırmacılara göre 6 ve 7 yaş grubu öğrencileri güneşin aşağı-yukarı hareketinin ve 10 ve 11 yaş grubu öğrencileri dünyanın hareketinin gece-gündüz oluşumuna neden olduğuna inanmaktadır. Vosniadou ve Brewer (1994) ayrıca öğrencilerin ayın ve yıldızların hareketine yönelik bilimsel olmayan bilgilere sahip olduklarını belirlemiştir. Buna göre bazı öğrenciler yıldızların gündüzleri başka yere gittiğini bazıları da yıldızların gündüz gözükmediklerine ve hareket etmediklerine inanmaktadır. Araştırmacılar ay için bazı öğrencilerin dünyanın kendi ve ayın dünya etrafındaki dönüşünden dolayı ayın hareket etmediğine bazılarının da rastgele hareket ettiğine inandığını belirlemiştir.

Sezen (2002) tarafından yapılan araştırmanın amacı, müfredattan seçilmiş temel astronomi kavramları olan Dünya, gece-gündüz, mevsim, gezegen, yıldız, Güneş, Ay, uzay ve

yerçekimi konularında formal eğitim almış olan ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin, bu kavramları anlama düzeylerini ve bu kavramlara ilişkin yanılgılarını tespit etmektir. Araştırmada özel durum çalışması metodolojisi kullanılmıştır. Araştırma, ilköğretim 7. sınıf öğrencileri arasından şans yöntemiyle seçilmiş 40 öğrenci üzerinde uygulanmıştır. Veri toplama yöntemi olarak bireysel mülakat formatında, açık uçlu sorular ve öğrenci çizimlerini içeren yapılandırılmış bir mülakat kullanılmıştır. Öğrencilerin cevapları dikkatle incelenmiş ve anlama seviyelerine göre kategorilere ayrılmıştır. Araştırma sonucunda söz konusu kavramların anlaşılma seviyelerinin çok düşük olduğu ve her bir kavrama ilişkin çeşitli kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir.

Ekiz ve Akbaş (2005) ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin astronomiyle ilgili Evren, Güneş sistemi, gezegen, yıldız, uydu, yörünge ve Güneş kavramlarını anlama düzeylerini ve bu kavramlarla ilgili yanılgılarını ortaya çıkarmak için, 150 6. sınıf öğrencisine anket uygulamıştır. Öğrencilerin kavramlar hakkındaki anlamalarını daha derinlemesine incelemek amacıyla 10 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonunda, öğrencilerin araştırılan kavramları yeterli düzeyde anlayamadıkları ve bu kavramlarla ilgili birçok kavram yanılgısına sahip oldukları tespit edilmiştir:

- Öğrenciler, Evren kavramını tam anlamıyla kavrayamadıklarından Evren’i bir gök cismi olarak tanımlamaya çalıştıkları belirtilmiştir.
- Öğrencilerden önemli bir bölümünün, gezegen ile Evren’i veya Güneş Sistemi ile Evren’i aynı anlamda kullandıkları ifade edilmiştir. Bazı öğrencilerin ise, Evren ile Güneş sisteminin aynı şey olduğunu ya da Evren’in gezegenden, yıldızdan ve hatta uydudan daha küçük olduğunu düşündükleri,
- Güneş Sistemini oluşturan gök cisimlerini ve bu sistemin işleyişini anlayamadıkları tespit edilmiştir.
- En fazla yanlış anlama, Güneş Sistemi içindeki gök cisimlerinin hareketleriyle ilgili sorulara verilen cevaplarda olduğu ortaya konulmuştur.

Cin (2007) tarafından; ortaokul öğrencilerinin Dünya’nın şekli, Güneş ve Ay’a göre büyüklüğü ve uzaklığı konularındaki alternatif çerçeve yapıları araştırılmıştır. Çalışmaya 14 yaş öğrencilerinden 65 öğrenci katılmıştır. Öğrenci fikirlerini açığa çıkarmak için, açık uçlu soruları içeren yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Öğrencilerin sözel cevapları

incelenmiş ve anlayış düzeylerine göre sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin astronomi kavramlarıyla ilgili çok sayıda alternatif çerçeve yapıya sahip olduğu görülmüştür.

Bostan (2008) ilköğretim 4. sınıftan üniversite 4. sınıfa farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin astronominin bazı temel kavram ve olayları ile ilgili bilgi düzeylerini belirleyerek birbiri ile karşılaştırmasını yaptığı çalışmada; bazı kavram yanlışlarının yaşla birlikte azaldığı, bazılarının yaşla birlikte arttığı, bir kısmının ise yaşla birlikte değişmediği sonucuna ulaşmıştır. Bu temel kavramlar 'mevsimler', 'gece gündüz', 'evrenin merkezi', 'yıldızların gündüz görünmeme nedeni', 'gece gökyüzündeki en parlak yıldız', 'Ay'ın evreleri', 'Ay tutulmasında Ay, Dünya ve Güneş'in konumları', 'yıldız kayması', 'tutulmaların gerçekleşme sıklığı'dır.

Emrahoğlu ve Öztürk (2009) tarafından yapılan araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının temel astronomi konularındaki kavramları anlama seviyeleri ve kavram yanlışları boylamsal bir çalışmayla incelenmiştir. Çalışmada, veri toplama aracı olarak 13 açık uçlu sorudan oluşan Astronomi kavramlar testi (AKT) kullanılmıştır. AKT öğrencilere lisans birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıfta olmak üzere tüm lisans eğitimleri boyunca uygulanmış. Veriler; öğrencilerin lisans eğitimine başlarken bu kavramları anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğunu ve astronomiyle ilgili çok sayıda kavram yanlışını da beraberlerinde getirdiklerini göstermiştir. Bunun yanı sıra lisans ikinci sınıfta bu kavramlarla ilgili bilimsel açıklamalar artarken kavram yanlışlarının yüksek oranda azaldığı, üçüncü ve dördüncü sınıfta ise bilimsel gerçeklere uygun açıklamaların azalmaya kavram yanlışlarının da yeniden artmaya başladığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının birçok yanlış anlamayla lisans eğitimlerini tamamladıkları ve bazılarının ilköğretim öğrencilerinin taşıdıkları kavram yanlışlarıyla aynı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca;

- *Gezegenlerin ışık yayması,*
- *Yıldızların Güneş' ten aldığı ışığı yansıtması yani yıldızların ışık kaynağı olmaması,*
- *Güneş' in bir yıldız olmaması,*
- *Evren ve Dünya'nın aynı olduğunun düşünülmesi* şeklinde yanlışlar görülmüştür.

İyibil (2010) öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarına dair anlama seviyeleri ve zihinsel modellerini tespit etme amacıyla yürüttüğü çalışması sonucunda, öğretmen adaylarının Dünya, Güneş, Ay, gezegen, yıldız ve uydu kavramları için yeterli düzeyde

açıklama yapamadıklarını ve farklı nitelikte zihinsel modellere sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır.

İyibil ve Sağlam-Arslan (2010) tarafından yapılan araştırmada; fizik öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada, 4 açık uçlu sorudan oluşan bir test kullanılarak, öğretmen adaylarının zihinsel modelleri incelenmiştir. Adayların yıldız kavramını çeşitli şekillerde tanımlamakla birlikte daha çok yıldızın bir gök cismi olduğunu belirttikleri, bazı adayların yıldızı bir gezegen olarak düşündükleri belirlenmiştir. Katılımcıların zihinsel modelleri, verilerin belirlenen kriterler doğrultusunda incelenmesiyle belirlenmiştir. Adayların yıldız kavramına ait dört farklı zihinsel modele sahip olduğu belirlenmiştir. ZM1 bilimsel model olarak, ZM2 ve ZM3 sentez modeller olarak ve ZM4 ilkel model olarak nitelendirilmiştir. Katılımcıların yıldızlar konusu hakkında yeterli düzeyde bilimsel bilgi sahibi olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Kurnaz ve Değermenci (2011) tarafından ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerin bazı temel astronomi kavramlarıyla ilgili algılamalarının belirlenmesi ve seviyeleri doğrultusunda karşılaştırılması amacıyla tarama modeliyle bir araştırma gerçekleştirilmiştir. 7. ve 11. sınıf seviyelerinden 206 öğrencinin katıldığı çalışmada, anlam çözümleme tablosundan yararlanılarak veriler toplanmıştır. Verilerin analizi, sınıflandırılarak ve tablolaştırma yoluyla iki aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada, öğrencilerin temel astronomi kavramları ile özelliklerini eşleştirme durumları incelenmiştir. İkinci aşamada, öğrencilerin bazı astronomi kavramlarıyla örnekleri için verdikleri cevapların tutarlılığı analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, hangi sınıf seviyesinde olursa olsun öğrencilerin verilen kavram ve özelliklerini doğru bir şekilde eşleştiremediklerini ve astronomi kavramlarıyla örnekleri için verilen cevapların tutarsız olduğunu göstermiştir. Tüm sınıf seviyesinde öğrencilerin benzer yanlışlara sahip oldukları, verilen kavramlarla örnekleri için farklı algılamalar yapılandıkları ve sorunun temelinde öğrenme ortamlarının yetersizliğinin olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kurnaz ve Değermenci (2012) tarafından öğrencilerin *güneş, dünya, ay* ve *güneş-dünya-ay sistemi*yle ilgili zihinsel modellerini belirlemek amacıyla, nitel verilere odaklanan bir özel durum çalışması yapılmıştır. 76 yedinci sınıf öğrencisinin katıldığı çalışmada, veriler 7 açık uçlu soru içeren bir test ile toplanmıştır. Literatürde vurgulanan *ilkel, sentez ve bilimsel modellere* göre temel astronomi kavramları sınıflandırılarak veriler analiz edilmiştir.

Öğrencilerin tamamına yakınının bilimsel bilgilerle yeterince uyumlu olmayan *sentez zihinsel modellere* sahip oldukları görülmüştür. Buradan hareketle öğretmenlere öğrencilerin muhakeme ve uzamsal düşünme seviyelerini dikkate alan öğrenme ortamları yapılandırması önerilmiştir.

Kurnaz (2012a) ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin yıldız, kuyruklu yıldız ve takımyıldız kavramlarıyla ilgili sahip olduğu algılamalarını incelemiştir. Konuların öğretiminden sonra, iki farklı ilköğretim okulundan 121 öğrenciye, bu kavramları tanımlamayı ve görseller yardımıyla ifade etmeyi gerektiren açık uçlu sorulardan oluşmuş bir başarı sınavı uygulanmıştır. Veriler, içerik analizinden geçirilerek öğrenci ifadeleri kategorileştirilmiş ve sayısal sunum ve örnek öğrenci cevaplarıyla desteklenmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin tamamına yakınının ilgili kavramlar hakkında çeşitli alternatif fikirlere sahip olduğu görülmüştür. Bu kavramlarla ilgili çalışmada ulaşılan alternatif fikirlerden bazıları;

- “yıldızlar yanan ve patlayan çok büyük gök cisimleridir,”
- “ısı ve ışık kaynağına yıldız denir,”
- “ışık üretebilen gezegene yıldız denir,”
- “ışık saçan minik gök taşlarına yıldız denir” ve
- “yıldız ışık saçan cisimdir. Örneğin güneş bir yıldızdır” şeklindedir.
- “birkaç yıldızın bir birbirine yaklaşarak takım oluşturmasına Takımyıldızı denir,”
- “Takımyıldızı, birçok yıldızın bir araya gerek oluşturduğu gruptur,”
- “bir arada bulunan yıldızlara Takımyıldızı denir,”
- “bazı yıldızların oluşturduğu belirli şekiller takımyıldızıdır,”
- “Takımyıldızı birçok yıldızın birleşmesidir” ve
- “birkaç yıldızın bir küme içinde olmasına Takımyıldızı denir” şeklinde özetlenebilir.

Elde edilen bulgulara dayanarak öğrencilerin yıldız, kuyruklu yıldız ve takımyıldız için sunulan okul bilgisini edinmedikleri ve bunun yerine kültürel değerlere veya kişisel deneyimlere dayalı yapılandırmalara gittikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğretim sürecinde kavram ağlarından, kavram haritalarından, üç boyutlu model veya görsellerden, analogilerden, çürütücü metinlerden ve kavramsal değişim metinlerinden yararlanılması ve yıldız ile kuyruklu yıldız kavramlarının öğretim süreçlerinde sesteş kelimeler konusunun hatırlatılması önerilmektedir.

Kurnaz (2012b) bazı temel astronomi kavramlarıyla ilgili öğrenci görüşlerini araştırmıştır. Çalışmaya, ilköğretim ve lise farklı sınıf düzeylerinden 162 öğrenci katılmıştır. Veriler, katılımcıların cevaplarını hem yazarak hem de çizerek açıklamasını gerektiren bir test ile toplanmıştır. Tüm sınıf düzeylerindeki katılımcıların yazılı ve görsel cevaplarında yeterli olmadığı ve alternatif fikirler içerdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Türk vd. (2012) fen ve teknoloji öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını kavrama düzeylerini belirlemek için yaptıkları durum çalışmasında, öğretmen adaylarının temel astronomi kavramları ile ilgili yanlışlarının olduğunu ve bazı konuları kavramada zorluk çektiklerini belirlemişlerdir. Bu konular; mevsimlerin oluşumu, tutulmalar, Güneş Sistemi ve Dünya üzerindeki konum bilgisi, Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre bağlı hareketleri, Dünya'nın hareketleri ve Güneş ile ilişkisi, büyüklük ve uzaklık kavramları evrenin merkezi ve oluşumu, Dünya'nın şekli konularındadır. 1. ve 4. sınıf öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada, katılımcıların bilgi düzeyleri arasında anlamlı fark olmadığı ve benzer kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Şahin vd. (2013) öğrencilerin gök cisimleri hakkındaki alternatif kavramların giderilmesine kavramsal değişim metinlerinin etkisini araştırmıştır. 7. sınıf ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen çalışmada, "Gök Cisimlerini Tanıyalım" konusu ile ilgili 12 kavram karikatürü kullanılmıştır. Araştırmada 5E öğretim modeline dayalı öğretim materyali kavramsal değişim metinleri ile zenginleştirilerek uygulanmıştır. Araştırmanın bulguları, öğrencilerin bu konuda birçok alternatif kavrama sahip olduğunu ve kavramsal değişim metinlerini içeren öğretim sürecinden sonra, bu alternatif kavramların büyük bir çoğunluğunun giderildiğini ortaya koymuştur. Konu ile ilgili elde edilen alternatif kavramlar;

- Güneş yıldız değildir. Çünkü yıldız Güneş'ten aldığı ısıyı ve ışığı yansıtır.
- Yıldızların şekli konusunda yanlış bilgiler,
- Yıldız ve gezegenler arasındaki fark: yıldızların gökyüzünde, gezegenlerin ise uzayda bulunmasıdır.
- Yıldızlar ışık yaymaz gezegenler ise ışık yayar.
- Uzaydaki büyük olan taşlara meteor küçük olan taşlara ise gök taşı denir.
- En sıcak yıldızlar kırmızı, sarı, turuncu gibi sıcak renklidirler.
- Gökyüzüne baktığımızda sürekli parladığını gördüğümüz gök cismi yıldızdır.
- Gezegenleri göremeyiz sadece uzaya çıkanlar görebilir.

- Gökyüzüne baktığımızda gördüğümüz en büyük gök cismi gezegendir.
- Gökyüzünde sadece yıldızları görebiliriz. Meteor ve gezegenler uzayda bulunurlar.
- Yıldız ve gezegen aynı gök cisimidir ve gökyüzünde bulunurlar. Meteor ise uzayda bulunur.
- En büyük gök cismi, Güneş'tir. Daha sonra gezegen, göktaşı ve meteor gelir.
- Yıldız kayması, yıldızların hareket ederek yer değiştirmesidir.
- Yıldız kayması, görünen kuyruklu yıldızlardır.
- Burçlar da birer takımyıldızdır. Ayrıca takımyıldızların en meşhuru da Halley'dir.
- Işık yılı bir zaman birimidir. Bir ışık yılı 100 yıldır.
- Kuyruklu yıldız bir yıldızdır. Çünkü kuyruklu yıldızlar da ışık yayar.

*Literatürdeki kavram yanlışlarının özetleri Şahin vd. (2013) tarafından özetlenmiştir:*

- “Güneş, yıldız değildir”
- “yıldızın şeklinin Türk Bayrağı'ndaki gibi” olduğu görüşü
- Yıldızların gökyüzünde, gezegenlerin ise uzayda bulunduğunu düşünme
- Gezegenlerin sadece uzayda görülebileceği
- Meteor ile gök taşı arasındaki farkı açıklayamama,
- Yıldızların canlılık özelliği gösterdiğine inanma,
- Sıcak yıldızların rengi ile ilgili alternatif kavramlar
- Gezegenlerin özelliklerini bilmeme ve diğer gök cisimleri ile büyüklüklerini karşılaştıramama,
- Gökyüzüne baktıklarında gök cisimlerini birbirinden ayırt edememe,
- Gök cisimleri arasında büyüklük karşılaştırması yapamama,
- Yıldız kayması olayını yıldızların hareket ederek yer değiştirmesi ya da görünen kuyruklu yıldız olarak düşünmeleri,
- Öğrencilerin burçların da birer takımyıldız olduklarını bilmedikleri ve takımyıldızları ile kuyruklu yıldızların isimlerini karıştırdıkları görülmüştür.

Bülbül vd. (2013) tarafından yapılan araştırmada, 8.sınıf öğrencilerinin astronomi kavramıyla ilgili algılamaları incelenmiştir. Özel durum yöntemine göre yürütölen araştırmada, “*Astronomi denince aklınıza ne geliyor? Astronomi kavramını tanımlayınız.*” sorusunun yer aldığı bir açık uçlu sorudan oluşın form kullanılarak veri toplanmıştır. Öğrencilerin astronomiyi; uzay, canlı, yörünge, teleskop, hava tahmini, gezegen gibi kavramlarla ilişkilendirerek açıkladıkları görölmüştür. Bunun yanında öğrencilerin;

- Gezegenler ve diğör gök cisimlerinin belli bir yörüngede hareket ettiklerini bildiğı ve diğör astronomi kavramlarını gerçek anlamda bilimsel bilgiyle paralel şekilde kullanmadıkları,
- Bilimsel tanımları tam olarak anlayamadıkları ve bilimsel doğrulardan daha çok kendi deneyimlerine göre astronomi kavramlarını anlamaya çalıştıkları,
- Üç boyutlu düşünemedikleri için yuvarlak ve küre kavramlarının tam olarak oluşmadığı ayrıca Dünya’nın oluşumu hakkında bilimsel açıdan doğru bilgilere sahip olmadıkları,
- Dünya’nın kendi eksenini etrafında döndüğü doğru cevabını veremedikleri ve yörünge ile uydu kavramlarının tam olarak yapılandırılmadığı,
- Kuyruklu yıldız kavramında yer alan yıldız ifadesinin sebep olduğu çağrışımlarla bu iki kavramı karıştırdıkları, bu kavramları tam olarak yapılandıramadıkları ayrıca yakın geçmişte gözlemlenen kuyruklu yıldız Halley kuyruklu yıldız ile karıştırdıkları görölmektedir.
- Evren ile astronomi kavramını aynı anlamda kullandıkları ve bütün gök cisimlerinin evren içerisinde yer aldığını kavrayamadıkları,
- Gök cisimlerinden ve gök cisimlerinin oluşturduğu sistemlerden oluşın dev sistemleri yani galaksi kavramını bilimsel bilgiyle uyumlu şekilde kullanmadıkları,
- Yıldız kayması kavramını ile kuyruklu yıldız kavramını ayırt edemedikleri ve günlük yaşamda kullanılan ifadelerden yola çıkarak açıklama yaptıkları görölmüştür.

Durukan ve Sağlam-Arslan (2013) tarafından fen bilgisi öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını birbirleri ile ilişkilendirme durumlarının ortaya çıkarılması için, özel durum yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerden; *Dünya, Güneş, Ay,*

*gezegen, yıldız, uydu, gökada* gibi gökcisimlerini birbirleriyle ilişkilendirmeleri ve bunlar arasındaki ilişkiyi temsil eden bir şekil çizmeleri istenmiştir. Betimsel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilen verilerle, temel astronomi kavramları için yeteri düzeyde bilimsel bilgi sahibi olmadıkları, kavramlar arasında kurdukları ilişkilerin zayıf nitelikte olduğu ve ifadelerinde kavram yanlışları ile karşılaştığı görülmüştür. “*Süpernovanın büyük ve ışık veren bir yıldız olduğu*”, “*evrenin bir yıldız patlaması ile oluştuğu*” gibi literatürde yer almayan alternatif kavramlar tespit edilmiştir. Çalışmanın bulguları, fen bilgisi öğretmen adaylarının güneş sistemini oluşturan yapıları birbirleriyle ilişkilendiremediklerine ve bu sistemi görsel olarak ifade edemediklerine işaret etmektedir. Öğrencilerin astronomi konu ve kavramlarını kavrayabilmesi için kavramlar arası ilişkileri kurmayı gerektiren etkinliklere yer verilerek zengin öğrenme ortamlarının sağlanması önerilmektedir.

Öğrencilerin astronomi kavramlarını anlama konusundaki zorlukları Barnett vd. (2002) tarafından şu şekilde özetlenmektedir:

1. Astronomi bilimi, öğrencilerin 3 boyutlu uzayda nesnelere arasındaki kompleks ve dinamik ilişkilerin bir anlayışını geliştirmelerini gerektirmektedir.
2. Öğrencilerin nesnelere ve olayları farklı perspektiflerden zihinsel olarak incelemeleri gerekmektedir.
3. Astronominin 3 boyutlu yapısına rağmen, öğrenci kaynaklarının çoğu astronomik olayları farklı 3 boyutlu perspektiflerden sunmaya çalışan 2 boyutlu çizim ve resim formundadır.
4. Öğrenciler astronomi kavramlarını geliştirmek için sadece bir perspektif-dünyanın perspektifi- sahiptir.

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın modeli, deseni, veri toplama araçları ve özellikleri, uygulama süreci, veri analizi, güvenilirlik ve geçerlik çalışmaları açıklanmaktadır.

#### 3.1. Araştırmanın Modeli ve Deseni

Araştırmada modellemeye dayalı fen öğretiminin; öğrencilerin akademik başarı düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel modellerinin gelişimine etkisini incelemek için, deneysel modellerden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen (Karasar, 2002) kullanılmıştır. Yarı deneysel araştırma yöntemini gerçek deneysel yöntemden ayıran tek fark örneklemin rastgele atama ile oluşturulmamasıdır. Bunun nedeni mevcut sistemin buna olanak vermemesidir. Bu yöntemin farklı uygulamaları olmakla birlikte bu araştırma eşitlenmemiş deney ve kontrol gruplu deneysel tasarıma sahiptir (Büyüköztürk, 2008; Karasar 2002). Çalışmada ön-test, son-test uygulanarak, deney ve kontrol gruplarıyla çalışılmıştır.

##### 3.1.1. Deneysel Desen

Modellemeye dayalı öğretim uygulamalarının etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma “eşitlenmemiş ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” formatına göre düzenlenmiştir. Yarı deneysel desen, deneysel çalışmalarda deney ve kontrol gruplarının rastgele oluşturulmasının mümkün olmadığı veya rastgele oluşumun zor

olduğu durumlarda, önceden oluşturulmuş sınıfların kullanılmasıyla gerçekleştirilen bir yöntemdir. Ön test - son test kontrol gruplu desende, iki grup bulunur. Bunlardan biri deney, diğeri kontrol grubu olarak atanır. Her iki grupta da deney öncesi ve deney sonrası ölçmeler yapılmaktadır (Karasar, 2002).

Araştırmada, deney grubu ve kontrol grubu olarak seçilen iki tane 7. sınıfa, araştırma alt problemlerine ait testler, deneysel işlem öncesinde ön test ve deneysel işlem bitiminden sonra, son test olarak uygulanıp, aralarındaki farklılıklar istatistiksel olarak incelenmiştir.

Araştırmanın deneysel deseni Tablo 4’te özetlenmiştir.

Tablo 4

*Deneysel Desen*

	<b>Ön Testler</b>	<b>Deneysel İşlem</b>	<b>Son Testler</b>
Deney Grubu	<i>BT,</i> <i>ZMDÖ,</i> <i>BSBÖ</i>	Modellemeye dayalı öğretim	<i>BT,</i> <i>ZMDÖ,</i> <i>BSBÖ</i>
Kontrol Grubu	<i>BT,</i> <i>ZMDÖ,</i> <i>BSBÖ</i>	Mevcut programın uygulandığı öğretim	<i>BT,</i> <i>ZMDÖ,</i> <i>BSBÖ</i>

Not: BT, ZMDÖ ve BSBÖ Araştırma alt problemlerine ait testlerdir.

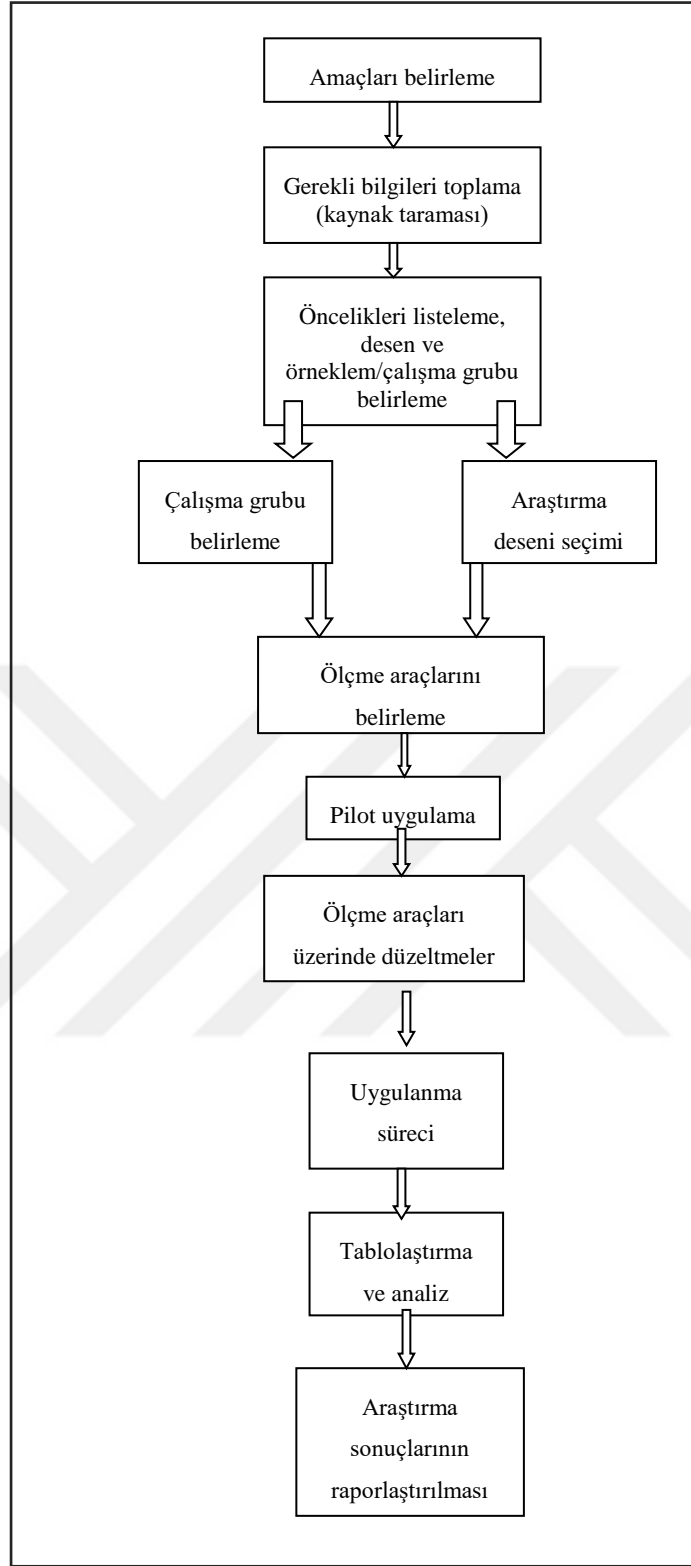
Desen seçimi, aşağıda açıklanan 5 faktör ile birlikte yapısal bir çerçeve sağlamaktadır (Trochim ve Donnelly’ den aktaran Kline, 2009). Bu faktörlere göre araştırma deseni kontrolü aşağıdaki Tablo 4’te belirtilen şartlar dikkate alınarak oluşturulmuştur:

Tablo 5

*Araştırma Deseni Seçimini Etkileyen Faktörler*

<i>Faktörler</i>	<i>İşlem</i>
✓ Çalışma Grubu veya Örneklem	Dışarıdan gelen etki ve müdahaleleri engellemek amacıyla araştırmanın uygulanacağı okulun çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğretim ortamına sahip olması esas alınarak, araştırmacının görev yaptığı okulda bulunan 7. Sınıf öğrencileri, çalışma grubu olarak seçilmiştir.
✓ Deneysel Şartlar (deney-kontrol)	Çalışma grubu için, bu okuldan, araştırmacının dersine girdiği iki sınıftan, bir sınıf deney grubu, bir sınıf kontrol grubu olarak seçilmiştir.
✓ Grupları Atama Yöntemi (rastgele ya da başka şekilde)	Deney ve Kontrol grubunu oluşturacak sınıflar, araştırmacının dersine girdiği iki sınıftan rastgele seçilmiştir.
✓ Gözlemler (veriler)	Çalışmada modellemeye dayalı öğretime uygun yöntem ve teknikler kullanılmış ve öğrenciler üzerindeki etkisi, ölçme araçları ile elde edilen verilerle incelenmiştir. Doküman analizi ile birlikte, uzman görüşü alınarak ölçme-değerlendirme araçlarının iç geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır.
✓ Çalışma Planı	Çalışma planı hazırlanmıştır.

Araştırma uygulaması için geliştirilen çalışma planı Şekil 8' de gösterilmiştir



Şekil 8. Araştırma çalışma planı.

### 3.2. Çalışma Grubu

Çalışmada kullanılan yarı deneysel desene göre, örneklem seçimi yapılmıştır. Araştırmada amaçlı örneklem seçilerek, çalışma grubu belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2008; Çepni, 2005). Amaçlı örneklem seçiminde, gruplar gönüllü gruplardan oluşturulabileceği gibi, araştırmacılar tarafından seçilebilir ya da yönetim kurumları/idareciler tarafından belirlenen, belirli bir okuldaki sınıflar ile gruplar oluşturulabilir (Kline, 2009). Kline (2009) ve Karasar (2002)'a göre, deneysel desenlerde grupların yansız atama yoluyla seçilmeleri için özel bir çaba gerekmemekle birlikte; ideal olarak, her iki grubun mümkün olduğu kadar benzer olmasına ve deney grubunun seçiminin rastgele yapılmasına dikkat edilmelidir. Buna göre, araştırmanın yapılacağı çalışma grubu belirlenirken, Denizli il merkezinde bulunan devlet ortaokulları arasından, çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğrencilerin bulunduğu ve araştırmacının görev yaptığı okul seçilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubunu; il merkezinde bulunan bir devlet ortaokulunda, 2013-2014 eğitim-öğretim yılı 2. döneminde, öğrenimine devam eden iki 7. sınıf şubesi öğrencileri oluşturmuştur. Okuldaki 7. sınıflardan araştırmacının dersine girdiği ve akademik başarı ortalaması birbirine yakın olan iki sınıf belirlenerek, rastgele seçimle kontrol ve deney grubu olarak atanmıştır. Önceden derslerine girilen sınıflarla çalışılacak olması bu araştırmanın gerçek yaşam şartlarında tekrarlanabilirlik ölçüsünü artırmaktadır. Araştırma alt problemlerine dayalı geliştirilen testlerin, gruplara ön test olarak uygulanması sonucu elde edilen puanlar arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kontrol grubu olarak seçilen bir sınıf sabahçı, deney grubu olarak seçilen diğer sınıf öğleci olarak eğitimine devam etmektedir. Bu nedenle aralarında etkileşim bulunmamaktadır.

Uygulama yapılan okul, il merkezinde, göç alan ve velilerin çoğunun çalıştığı bir semtte yer almaktadır. Sosyoekonomik gelir düzeyi ve imkanlar bakımından, orta seviyede, il genel ortalaması olarak standart bir bölgededir. Araştırmacının görev yaptığı kurum olan bu okulda, idarecilerin ve çalışmaya katılan öğrencilerin de araştırmaya açık ve çalışmalara istekli olmaları nedeniyle çalışmanın yürütülmesi uygun görülmüştür.

Deneysel uygulama örneğine ilişkin bilgiler Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6

*Deneyisel Uygulama Örneklem Özellikleri*

Sınıf	Cinsiyet		Toplam
	Kız	Erkek	
Deney grubu	11	15	26
Kontrol grubu	13	9	22
Toplam	24	24	48

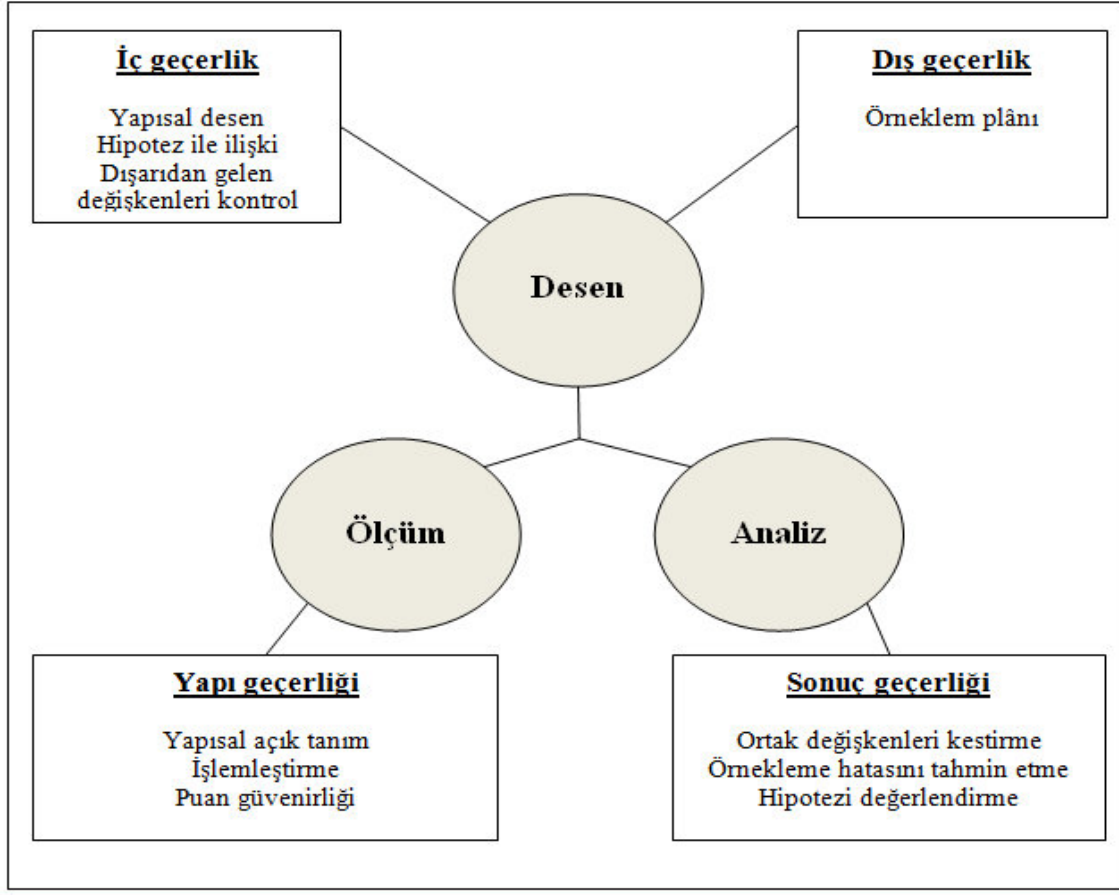
Rastgele seçimle, deney grubu olarak belirlenen sınıfın mevcudu 26, kontrol grubu olarak belirlenen sınıfın mevcudu 22 olmak üzere, toplam 48 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür.

### **3.3. Geçerlik ve Güvenirlik**

Geçerlik ve güvenirliğin birçok farklı türleri vardır. Geçerlik ve güvenirliği tehdit eden unsurlar hiçbir zaman tamamen ortadan kaldırılamaz, fakat bu tehditlerin etkileri, araştırma boyunca geçerlik ve güvenirliğe dikkat edilerek zayıflatılabilir (Cohen vd., 2007). Buna göre araştırmanın geçerlik ve güvenirliği için alınan önlemler aşağıda belirtilmiştir.

#### **3.3.1. Araştırmanın Geçerliği**

Geçerlik, bulguların anlatılan konuyu ne kadar yansıttığını anlatır. Bir araştırmanın geçerliği için, araştırılan problemi tam olarak örtecek özellikte ölçüm araçları ve araştırma yöntemleri geliştirmek gerekmektedir. Kline (2009), geçerliğin desen, ölçüm ve analiz aşamalarında temel olarak dört başlık altında incelenebileceğini ifade etmiştir. Aşağıdaki Şekil 9'da bu aşamalarda geçerlik konusunda dikkat edilecek hususlar açıklanmıştır:



Şekil 9. Desen, ölçüm ve analiz aşamalarında temel geçerlik türleri (Kline, 2009. *Becoming a behavioral science researcher (A guide to producing research that matters)*. The Guilford Press, New York.

Desen, ölçme, analiz aşamaları ile ilişkili temel geçerlik tipi ve niteliklerini temsil eden şematik gösterim Şekil 9'da sunulmuştur. Bunlara göre geçerlikler ayrı ayrı aşağıda açıklanmıştır.

### 3.3.1.1. İç Geçerlik

İç geçerlik, bir çalışmada araştırılan değişkenler arasında bulunan ilişkinin gerçekte öyle olup olmadığıyla ilgilidir (Yıldırım & Şimşek, 2005). İç geçerlik, bir araştırma parçasına ait belirli bir olay, sorun ya da verinin, veriler ile güçlü olarak bağlantısının sağlanabileceğini açıklar. Bulgular, araştırılan olayların doğruluğunu açıklamalıdır (Cohen vd., 2007). İç geçerlik ile ilgili önemli bir konu, çalışmada belirlenen, varsayılan nedenler

dışında, sonuçların başka makul bir açıklaması olmaması gerektiğidir. Bu gereklilik yabancı değişkenlerin kontrolü ile sağlanır ve bunu yapmak için altı temel yol vardır. Bu stratejiler desen, analiz, ölçüm ve araştırma alanı bilgisini içerir. Bu yöntemler, aşağıdaki Tablo 7’de listelenmiştir (Kline, 2009).

Tablo 7

*İç Geçerliği Etkileyen Faktörlerin Kontrolü*

<i>Faktör</i>	<i>İşlem</i>
<i>1) Desen seçimi</i>	Modellemeye dayalı öğretim sonuçlarının etkisini görebilmek için ön-test, son-test, deney ve kontrol gruplu deneysel desen seçilmiştir.
<i>2) Rastgele atama (randomizasyon)</i>	Deney ve Kontrol grubunu oluşturacak sınıflar rastgele seçilmiştir.
<i>3)Yabancı değişkenlerin ortadan kaldırılması veya dahil edilmesi</i>	Çalışma grubu için, bu okuldan bir sınıf deney grubu, bir sınıf kontrol grubu olarak seçilmiştir ve sabahçı ve öğleci olarak öğrenim gördüklerinden dolayı aralarında etkileşim olmamıştır.
<i>4)İstatistiksel kontrol (ortak değişken analizi)</i>	Gruplar arasındaki farklılıklar ön testlerle belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamıştır.
<i>5) Rasyonel argümanlar (Kanıtlar)</i>	Yapılan araştırmalar incelenmiş ve bunlara göre araştırma öncesi varsayımlar oluşturulmuştur. Literatür incelenerek, çeşitli kaynaklardaki ölçme değerlendirme araçlarına paralel olarak veri toplama araçları ve analiz aşamaları belirlenmiştir.
<i>6) Puanların güvenilirlik analizi</i>	Daha çok ölçme konusuyla da ilgili olan değerlendirme araçlarının, ilgisiz değişkenlerin ortadan kaldırılması amacıyla güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Ayrıca doküman analizi ile birlikte uzman görüşü alınarak ölçme ve değerlendirme araçlarının iç geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır.

### 3.3.1.2. Dış Geçerlik

Daha çok araştırmanın sonuçlarının genellenmesi ile ilgilidir (Yıldırım & Şimşek, 2005). Dış geçerlilik, sonuçların daha geniş bir örnekleme ya da durumlara genellenebilir olma derecesini göstermektedir. Bu sonuçların tüm alternatif açıklamalarını tek bir çalışmada tahrif etmek (yanlışlamak, değiştirmek) neredeyse imkansızdır. Bu gerçek, aynı zamanda tekrarlanabilirliğin önemini vurgulamaktadır. Dış geçerlilik temel olarak, örneklemin / çalışma grubunun temsili bir fonksiyonudur (Cohen vd., 2007). Araştırmada dış geçerliği artırmak için; yabancı değişkenlerin önlenmesi amacıyla gönüllü öğrencilerin daha fazla olduğu sınıflar seçilmiş ve deneysel desen koşullarına göre, deney grubu ve kontrol grubu seçimi yapılmıştır. Benzer araştırmalarda elde edilen sonuçlar ile karşılaştırmalar yapılmıştır.

### 3.3.1.3. Yapı Geçerliği

Yapı birbirleriyle ilgili olduğu düşünülen belli öğelerin ya da öğeler arasındaki ilişkilerin oluşturduğu bir örüntüdür (Ercan & Kan, 2004) ve yapı geçerliğinde, teorik olarak ölçeğin ifade ettiği yapıyı temsil edip etmediği belirlenir. Yapı geçerliğini belirleme sürecinde aşağıdaki adımlar izlenmiştir (Öncü' den aktaran Ercan & Kan, 2004):

- ✓ *Ölçek performansını ölçmede kullanılacak yapının tanımlanması:* Modellemeye dayalı öğretimin fen öğrenme üzerine etkisini incelemek amacıyla araştırma modeli açıklanarak planlanmıştır.
- ✓ *Tanımlanmış yapının altında yatan teoriden ölçek performansı ile ilgili araştırma soruları oluşturma:* Modellemeye dayalı öğretim sonuçlarının, zihinsel modeller, akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla araştırma alt problemleri oluşturulmuştur.
- ✓ *Alt problemleri sınamak için deneysel ve istatistikî çalışmalar yapma ve yorumlamalarda bulunmak:* Modellemeye dayalı öğretimin etkisini araştırmak için deneysel yöntem tasarlanarak, ön test ve son testlerde kullanılmak üzere hazırlanan değerlendirme araçlarının, pilot uygulamaları ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış ve her aşamada uzman görüşü alınarak yapı geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır.

#### 3.3.1.4. *Sonuç Geçerliği*

Araştırma sonuçlarının; araştırmanın amacı, kapasitesi, verilerin kullanılma yolları ile uyumlu olmasıdır (Cohen vd., 2007). Araştırmada; alışma grubu belirleme aşamasından itibaren amaca uygun olarak düzenlemeler yapılmış, olası hatalar, istatistiksel kontrollerle en aza indirilmeye çalışılmış, elde edilen veriler, her aşamada eğitim alanında konu uzmanları olan kişilerle tartışılmış, bu kişilerin sonuçlar ile ilgili yorumları alınmıştır. Sonuçların araştırma amaçları ile ve yapılan diğer araştırmalarla uyumu incelenerek sonuç geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır.

#### 3.3.2. *Araştırmanın Güvenirliği*

Güvenirlik; araştırmalarda geçerlik için gerekli bir durumdur, ama tek başına yetersiz olduğu ileri sürülmektedir; geçerlik, güvenirlik için yeterli fakat gerekli bir durum değildir. Araştırmanın güvenirliğinin olması için, benzer şartlarda, benzer bir grup üzerinde tekrarlandığında, benzer sonuçların bulunacağını göstermesi gerekmektedir. Nicel araştırmalarda güvenirlik; lme-değerlendirme araçları üzerinde, katılımcı gruplar üzerinde ve zaman içinde güvenirlik, tutarlılık ve tekrarlanabilirlik demektir. Güvenirlik; bu açıklamalara göre başlıca üç gruba ayrılır. Bu başlıklar altında araştırmada güvenirlik ile ilgili yapılan çalışmalar açıklanmıştır (Cohen vd., 2007):

- ✓ *Zamana göre değişmezlik (süreklilik):* lme ve değerlendirme araçlarının güvenirlik analizi, çalışma grubunun sınıf seviyesinden bir st sınıfa devam eden (8.sınıf) ğrenciler üzerinde yapılmış istatistiksel analizler sonucu hesaplanmıştır. Dört haftalık uygulama süresi öncesinde ve sonrasında, bu lme değerlendirme araçları uygulanmıştır. Bu zaman dilimi, araştırma için uygun olarak görülmüştür. Pilot uygulama ve n test sonuçları birbirine yakındır.
- ✓ *Denklik:* n test ve son testler arasındaki puanların sıralanmasında, öğrencilerin sıralarının çok değişiklik göstermediği görülmüştür.
- ✓ *İç tutarlılık:* lme değerlendirme araçları ölçümlerinin pilot uygulamalar ile Cronbach Alpha kat sayısı hesaplanmış ve veri toplama araçları için uygun olan maddeler elde edilmiştir. Açık uçlu sorulardan elde edilen veriler üzerinde ise puanlayıcılar arası güvenirlik önlemleri alınmıştır. Veri toplama araçları bölümünde her bir veri toplama aracı için ayrıntılı olarak güvenirlik çalışmaları açıklanmıştır.

### 3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri, deneysel işlem öncesinde ve sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan ölçeklerle toplanmıştır. Araştırmanın nitel verileri, açık uçlu soruların çizimlerle desteklendiği “zihinsel modelleri değerlendirme ölçeği” ile toplanmıştır. Araştırmanın nicel verileri, “başarı testi, bilimsel süreç becerileri ölçeği ve zihinsel modelleri değerlendirme ölçeği” ile toplanmıştır. Bu alanlara ait ölçeklerin ayrıntıları aşağıda açıklanmıştır.

#### 3.4.1. “Güneş sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” Ünitesi Başarı Testi (BT)

Araştırma kapsamında öğrencilerin akademik başarılarını ortaya koymak üzere “Güneş sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesine Yönelik Başarı Testi” (BT) geliştirilmiştir. Bu test, Iowa Değerlendirme Klavuzu (Enger & Yager, 1998) ve Fen ve Teknoloji Programı (2006) referans olarak hazırlanmıştır. Başarı Testi'nin geliştirilme ve uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Fen ve Teknoloji Programı incelenerek, astronomi konularının bulunduğu sınıf seviyeleri belirlenmiştir (4,5,6,7,8) (MEB, 2006) ve astronomi alanındaki kavramlar araştırılmıştır.
- Ek-1’de verilen kazanımlar doğrultusunda her kazanım için ikişer soru olmak üzere 58 sorudan oluşan test hazırlanmıştır. Her soru 4 seçeneklidir. Bu seçeneklerden birisi doğru, diğerleri ise kavram yanılgılarını içermektedir. Hazırlanan test, iki öğretmen ve 2 uzman tarafından incelenerek kapsam geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır.
- Pilot uygulama, 2012–2013 Eğitim öğretim yılı ikinci döneminde 8. sınıfta eğitim gören 98 öğrenci ile yapılmıştır.
- Elde edilen verilerin SPSS 11.5 programı ile yapılan ilk güvenirlik analizi sonucunda, Cronbach Alpha kat sayısı 0,71 bulunmuştur.
- İç tutarlılığın güvenirliğini belirlemek için Kuder-Richardson 20 yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, tüm maddelerin birbirleriyle ve ölçeğin tamamıyla iç tutarlılığını tahmin etme amacına ve ölçekteki tüm maddelerin aynı değişkeni ölçtüğü varsayımına dayanır. 0 ya da 1 gibi değer alabilen veriler için, bulunan Alpha verileri, Kuder-Richardson 20 (KR20) katsayısına eşittir (Kalaycı, 2009) ve

madde analizi sonucunda ayırt edicilik kriterini değerlendirirken şu kriterlere dikkat edilmiştir: ayırt ediciliği sıfır veya negatif olan maddeler teste dahil edilmez; ayırt edicilik indisi 0,40 veya daha yüksek bir değerde ise madde çok iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0,30-0,40 arasında ise iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0,20-0,30 arasında ise madde zorunlu hallerde aynen kullanılabilir veya değiştirilebilir; 0,20' den daha küçük bir değerde ise madde kullanılmamalıdır veya yeniden düzenlenmelidir (Kalaycı, 2009). Bu nedenle Korelasyon kat sayısı 0,25 ten düşük maddeler çıkartılarak, her kazanımla ilgili soru bulunmak üzere toplam 26 maddeye düşürülmüştür.

- Güvenirlik analizi tekrar yapıldığında, Güvenirlik kat sayısı 0.781 olarak bulunmuştur. Bu değer testin ölçümlerinin ve iç tutarlığın güvenilir olduğunu (Kalaycı, 2009) göstermektedir. Bunun yanı sıra testin ortalama ayırt ediciliği ise yaklaşık olarak 0,51 civarındadır. Bu durum, testin ayırt ediciliğinin oldukça iyi olduğunu ve maddelerin düzeltilmeden kullanılabilceğini göstermektedir.
- Pilot çalışmada, son hali verilen test, tekrar iki öğretmen ve 2 uzman tarafından kontrol edilerek bilimsel geçerliliği araştırılmıştır. Test maddelerin kapsam geçerliliğinin incelenmesi amacıyla bu tür çalışmalara yaygın olarak rastlanmaktadır (Atasoy & Akdeniz, 2007; Çalık & Ayas, 2002).
- Görünüş geçerliği, araştırmacının farklı bir 8. sınıfta uygulaması sonucunda, öğrencilerden gelen sorular üzerine, anlaşılmayan maddelerin düzeltilmesi ve çıkarılmasıyla yapılmıştır.

Pilot çalışma sonucunda elde edilen verilere genel itibariyle bakıldığı zaman, geliştirilen testin, hem ayırt edicilik hem de madde güçlüğü açısından iyi tasarlanmış bir test olduğunu söylemek mümkündür.

BT, öğrencilerin ünite kazanımları doğrultusunda öğrendikleri bilimsel kavramları ve değişimini belirlemek amacıyla araştırmanın başında ve sonunda, deney ve kontrol grubu öğrencilerine, ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan BT sonuçları, soru sayısı üzerinden değerlendirilmiştir. Öğrencilerin verdikleri doğru cevap sayısına göre puanlama yapılmıştır. Buna göre bu testten alınabilecek en yüksek puan 26'dır, en düşük puan 0'dır. Başarı Testi Ek-4'te verilmiştir.

### 3.4.2. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği (BSBÖ)

Öğrencilerin bilimsel kavramları anlamasına yarayan *Süreç Becerileri*; zihinsel ve bedensel olarak aktif etkinlikler, laboratuvar çalışmaları ve deneyler gerektirir. Genelde sorgulamaya dayalı bu süreçler, “keşif ve araştırma” terimleriyle iç içedir ve günlük yaşamla ilgilenmeyi ve doğal dünyayı anlamayı geliştirir (Enger & Yager, 1998). Araştırmanın, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan “Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği” nin orijinali Iowa Assesment Handbook (Enger & Yager, 1998)’tan alınmıştır. Türkçe’ye çevirisi ve uyarlaması ise Demirçalı (2012) tarafından yapılmıştır.

Demirçalı (2012) orijinali 36 maddeden oluşan ölçek üzerinde inceleme yaparak, 7. sınıf kazanımlarına uygun olmayan bazı maddeleri ölçekten çıkarmış ve 150 öğrenciye uygulayarak ölçeğin güvenilirliğini ve madde ayırıcılık indekslerini yeniden ele almıştır. Bunun sonucunda 26 maddeden oluşan ve Güvenirlik Katsayısı (KR-20) 0,82 olan ölçeği elde etmiştir. Bu işlemler sonucunda kalan 26 maddenin ait olduğu 11 tane bilimsel süreç alanı Tablo 8’ de gösterilmiştir.

Tablo 8

*Araştırmada Kullanılan Bilimsel Süreç Becerileri Kategorileri ve Yer Aldığı Sorular*

Kategoriler	Sorular
1. Gözlem Yapma:	1
2.Uzay/Zaman İlişkilerini Kullanma:	2, 3, 4
3.Sınıflandırma:	5, 6, 7
4.Sayı İlişkilerini Kullanma:	8, 9, 10
5.Ölçme:	11, 12, 13
6.İlişki Kurma:	14
7.Tahmin Etme:	15, 16, 17
8.Değişkenleri Kontrol Etme:	18,19
9.Verileri Yorumlama:	20, 21
10.Hipotez Kurma:	22, 23, 24
11. İşlemsel Tanımlama:	25,26

Tablo 8’de görülen bilimsel süreç becerileri kazanımlarından oluşan, Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği öğrencilerin sahip oldukları bilimsel süreç becerilerini belirlemek amacıyla araştırmanın başında ve sonunda, deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Bilimsel süreç becerileri testi sonuçları, soru sayısı üzerinden değerlendirilmiştir. Öğrencilerin verdikleri doğru cevap sayısına göre puanlama yapılmıştır. Buna göre bu testten alınabilecek en yüksek puan 26’dır. “Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği” Ek-5’ de sunulmuştur.

### **3.4.3. “Güneş sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” Ünitesi Zihinsel Modelleri Değerlendirme Ölçeği (ZMDÖ)**

Açık uçlu sorular, öğrencilere farklı yöntemlerle açıklayıcı veya tanılayıcı yanıtlar verme şansı sunarken araştırmacılara derinlemesine veri elde etme olanağı sağlar (Guo-Li & Anderson, 2010). Öğrencilerin çeşitli kavramlarla ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkarmak üzere gerçekleştirilen pek çok çalışmada açık uçlu sorulardan yararlanıldığı (örn. Coll & Treagust, 2003; Harrison & Treagust, 1996; Kurnaz, 2011) görülmektedir. Bu amaçla, bu çalışma için de öğrencilerin konu hakkındaki zihinsel modellerini ortaya çıkarmak için açık uçlu sorulardan oluşan 10 soruluk bir test oluşturulmuştur. Öğretim programında yer alan kazanımlar, literatürdeki çalışmalar ve bu çalışmalarda ortaya çıkan alternatif kavramlar incelenmiş ve öğrencilerin olayları nasıl algıladıkları dikkate alınarak sorular hazırlanmıştır. Öğrencilerden açıklamalarını, çizim yaparak desteklemeleri istenmiştir.

Zihinsel modelleri değerlendirme ölçeğindeki (ZMDÖ) soruların geçerlik çalışması için, uzman görüşüne başvurulmuştur. Üniversitede görev yapan, fen eğitimi alanında uzman 3 öğretim üyesi ve farklı okullarda görev yapan 2 fen öğretmenin görüşleri alınarak kapsam geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. ZMDÖ, örneklem dışında 8. sınıf düzeyinde 30 öğrenciye pilot uygulanarak ölçeğe son şekli verilmiştir. Pilot uygulamada öğrencilerin birinci ve ikinci sorulardaki bazı bölümleri aynı algıladıkları görülmüş ve ifadeler daha anlaşılır şekilde düzeltilerek yeniden yazılmıştır. Böylece görünüş geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Zihinsel modelleri değerlendirmek amacıyla hazırlanan bu test Ek -6’da verilmiştir.

Zihinsel modelleri değerlendirme amacıyla hazırlanan açık uçlu soruların ve çizimlerin nicel ve nitel olarak değerlendirilmesinde dereceli puanlama anahtarı kullanılmış ve her soru için değerlendirme ölçütleri belirlenmiştir. Literatürde anlama seviyelerinin tespit edilmesi için belirli ölçütler doğrultusunda öğrenci cevaplarının sınıflandırıldığı çalışmalar mevcuttur (Kurnaz, 2011). Dereceli puanlama anahtarı, MEB 2006 İlköğretim Fen ve Teknoloji Programı'nda yer alan kurallar esas alınarak, araştırmacı tarafından oluşturulmuştur ve 2 ölçme değerlendirme uzmanına danışılarak tutarlılığı sağlanmıştır.

Her soru; Tam Anlama (4), Yeterli Anlama (3), Çoğunu Anlama (2), Kısmen Anlama (1) ve Yanlış Anlama (0) şeklinde kodlanarak ve puanlandırılarak değerlendirilmiştir. Buna göre, çizim ve açıklamalar, birbiri ile ilişkili olduğundan dolayı ve tek çizim veya tek açıklama anlamsız olacağından, birlikte değerlendirilerek ölçütler belirlenmiştir. Dereceli puanlama anahtarına göre ölçütler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

## Zihinsel Modelleri Değerlendirmede Kullanılan Dereceli Puanlama Anahtarı

Kod	Puan	Ölçütler
Tam Anlama	4	Konunun tümüyle iyi anlaşıldığı gösterildi. <i>Model çizimi:</i> Konuyla ilgili öne sürülen düşünceler, model çizimlerle ve mantıklı gerekçelerle desteklendi. <i>Açıklama:</i> Konu farklı örneklerle açıklandı. Olaylar arasında farklı bağlantılar kuruldu. Konuyla ilgili çelişkili açıklama yapılmadı.
Yeterli Anlama	3	Konunun anlaşıldığı gösterildi. <i>Model çizimi:</i> Konuyla ilgili öne sürülen düşünceler, model çizimlerle ve mantıklı gerekçelerle desteklendi fakat yeterli değildi. <i>Açıklama:</i> Yeterli ve doğru açıklamalar yapıldı.
Çoğunun Anlama	2	Konunun çoğunun anlaşıldığı gösterildi. <i>Model çizimi:</i> Konuyla ilgili öne sürülen düşünceler modeller ve çizimlerle desteklendi fakat yeterli değildi. Çelişki veya eksikler vardı. <i>Açıklama:</i> Çelişkili veya eksik açıklamalar yapıldı.
Kısmen Anlama	1	Konunun birazının anlaşıldığı gösterildi. <i>Model çizimi:</i> Eksik, kavram yanlışlığı var veya çizim yoktu. <i>Açıklama:</i> Açıklamalarda önemli eksikler var veya kavram yanlışlıkları vardı.
Yanlış Anlama	0	Konunun anlaşılmadığı veya yanlış anlaşıldığı görüldü. <i>Model çizimi:</i> Çizim yapılmadı veya yanlış çizim yapıldı. <i>Açıklama:</i> Açıklama yapılmadı veya yanlış açıklama yapıldı.

Tablo 9'a göre 10 soru için bu ölçekten alınabilecek en yüksek puan 40'tır. Zihinsel modelleri değerlendirme ölçeği, deneysel işlem öncesinde ve sonrasında, deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre değerlendirmeler yapılmıştır.

Ayrıca; Zihinsel Modelleri Değerlendirme Ölçeğinden elde edilen verilerin nitel analizi ise, betimsel analiz yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Nitel verilerin analizi sürecinde farklı yaklaşımlar kullanılmakla birlikte betimsel analiz, içerik analizi teknikleri sıklıkla tercih edilmektedir. Betimsel analiz yöntemine göre, elde edilen veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenerek yorumlanmakta ve bireylerin düşüncelerini doğrudan yansıtmak amacıyla elde edilen bulgular doğrudan alıntılar ile sunulmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2005).

Literatürde farklı zihinsel model belirleme çalışmaları bulunmaktadır. Bunlar; daha önceki çalışmalarda belirtilmiş modellerden yararlanma, konunun doğasına göre önceden belirlenmiş kategorilere göre sınıflamalar oluşturma ve bunları karşılaştırarak öğrencilerin anlama seviyelerinden hareketle zihinsel model tespit etme (İyibil, 2010; Kurnaz, 2011) gibi zihinsel model belirleme çalışmaları bulunmaktadır.

Bu çalışmada, öğrencilerin belirlenen anlama seviyelerinden hareketle zihinsel modellerinin sınıflandırılması esas alınmıştır. Bazı öğrenci cevaplarının bilimsel bilgi ile kısmen örtüştüğü, bazılarının bilimsel bilgiye daha yakın olduğu, buna karşın bazı cevapların daha uzak olduğu belirlenmiştir. Öğrenci cevapları için 'bilimsel' ve 'bilimsel olmayan' şeklinde değerlendirmeler yapılarak, zihinsel model belirleme sürecinde Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) tarafından önerilen zihinsel modellerin sınıflandırılmasından yararlanılmıştır. Bu modeller ilkel, sentez ve bilimsel modellerdir. Tablo 10'da önerilen bu zihinsel modeller görülmektedir.

Tablo 10

*Anlama Seviyelerine Göre Öğrenci Zihinsel Modellerinin Dağılımı*

Kod	Puan	Zihinsel Model
Tam Anlama	4	Bilimsel Model
Yeterli Anlama	3	Sentez Model
Çoğunu Anlama	2	
Kısmen Anlama	1	İlkel Model
Yanlış Anlama	0	

Tablo 10'a göre; *İlkel model*, bilimsel bilgilerle örtüşmeyen öğrenci modellerini içermektedir. Cevapsız veya bilimsel bilgi ile örtüşmeyen bilgiler içeren cevapları nitelendirmek için 0 ve 1 puanlarıyla kodlanan anlama seviyesindeki modeller bu kategoride yer almaktadır.

*Sentez model*, bilimsel bilgilerle örtüşmeyen veya kısmen örtüşen öğrenci modellerini içermektedir. Bu modelde öğrenciler bilimsel olmayan bilgilere de sahiptirler ve bilimsel bilgi ile örtüşen veya kısmen örtüşen cevapları nitelendirmek için 2 ve 3 puanlarıyla kodlanan seviyeler kullanılmıştır.

*Bilimsel model*, hedef kavramlarla ilgili bilimsel cevapların yer aldığı öğrenci modellerini içermektedir ve 4 puan olarak kodlanan seviye kullanılmıştır.

ZMDÖ'nin içerdiği sorular doğrultusunda, her bir sorudan elde edilen öğrenci çizimleri ve açıklamaları kategoriler oluşturularak sunulmuştur. Oluşturulan kategorilere ait frekans değerleri tablolar ve grafikler şeklinde sunulmuştur. Çalışmanın amacı doğrultusunda ulaşılan bulguların anlamlandırılması ise ön ve son zihinsel modellerinin karşılaştırması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Bu ölçeğin değerlendirilmesi, araştırmacının kendisi dışında uzman başka bir araştırmacı tarafından kod listesine göre de yapılmıştır. İki araştırmacının birbirinden bağımsız olarak kullandıkları kodların tutarlığı "Görüş Birliği" ya da "Görüş Ayrılığı" şeklinde işaretlemeler yapılarak belirlenmiştir. Araştırmacıların, öğrencilerin ifadeleri için aynı kodu kullandıkları durumlar görüş birliği, farklı kodu kullandıkları durumlar ise görüş ayrılığı olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde yapılan veri analizinin güvenilirliği;

$$\text{Görüş birliği}/(\text{Görüş birliği}+\text{Görüş ayrılığı}) \times 100$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles & Huberman, 1994). Açık uçlu soruların ve çizimlerin analizi aşamasında da fen eğitimi alanında çalışmaları olan başka bir uzman görüşlerinden yararlanılarak kodlama gerçekleştirilmiştir. Kodlayıcılar arası güvenilirlik açık uçlu sorular için %92 olarak bulunmuştur. Her iki araştırmacı tarafından çelişkiye düşülen bölümlerde üçüncü bir uzmanın ayrı olarak görüşleri alınarak, kodlamaya son şekli verilmiştir.

### 3.5. Uygulama

Deney grubunda ve kontrol grubunda, aynı zamanda ders öğretmeni de olan araştırmacı tarafından gerçekleştirilen uygulamalar aşağıda özetlenmiştir.

#### 3.5.1. Kontrol Grubu Uygulama Süreci

Kontrol grubunda, MEB tarafından okullara gönderilen özel bir yayın evine ait ders ve çalışma kitabına bağlı kalarak programda belirtilen yöntemlere göre ders işlenmiştir. Öğretmen klavuz kitabında belirtilen talimatlara uygun olarak, ders ve çalışma kitabında bulunan etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Ders ve çalışma kitabında bulunan etkinlik isimleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11

#### *Özel Bir Yayınevine Ait Ders Kitabı Etkinlikleri*

Konu	Ders Kitabı Etkinlikleri	alışma Kitabı Etkinlikleri
Gök Cisimlerini Tanıyalım	1. Gök Cisimlerini Gzleyelim	1. Poster Hazırlayalım 2. Bulalım Eğlenelim 3. Yazılı Anlatım 4. Güneş’e En yakın yıldız Kaç Km. uzaklıkta? 5. Doğru mu Yanlış mı?
Güneş Sistemimiz	2. Güneş Sistemi Modeli 3. Uydu Modeli Tasarlıyorum 4. Gök Adamızı Tanıyalım	6. Yazılı Anlatım 7. Gezegenlerin Güneş’e Olan Uzaklıkları 8. Güneş Sisteminde Bulunan Sekiz Gezegen 9. Gök Cisimlerini Tanıyalım 10. Kavram Haritası Oluşturuyorum
Uzay Araştırmaları	5. Teleskop	11. Okuma Metni: Uçsuz Bucaksız Bir Mekan: Uzay

Tabloda 11’de isimleri verilen etkinlikler tamamlanarak, ünite uygulaması 4 haftalık sürede yapılmıştır.

### 3.5.2. *Deney Grubu Uygulama Süreci*

Deney grubunda, özel yayın evine ait ders ve çalışma kitaplarında yer alan etkinliklerin yanı sıra, modellemeye dayalı öğretim literatüründen yararlanılarak hazırlanan etkinlikler kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre planlanan ünite içeriğinde; videolar, sunumlar, düşünce deneyleri, gözlemler ve öğrencilerin aktif olarak yer aldığı etkinlikler yapılmıştır.

Uygulama öncesinde, öğrencilere modellemeye dayalı öğretim süreci ve sürecin özellikleri hakkında genel bilgi verilmiştir. Süreçte yapılacak uygulama hakkında açıklama yapılmıştır. Öğrencilerin grup olarak oluşturdukları modelleri sunum aşamasından bahsedilmiştir. Değerlendirme ölçütleri ve modelleme sürecinde yapacakları çalışmada bulunması gerekenler öğrencilere açıklanmıştır.

4- 5 kişilik heterojen öğrencilerden oluşan beş grup oluşturulmuştur. Gruplar, her grupta üst seviyede, orta seviyede ve alt seviyede öğrencilerin bulunmasına dikkat edilerek oluşturulmuştur. Öğrencilere, çalışmalarını koymak için dosyalarının olması gerektiği ifade edilmiştir.

Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesine ilişkin TÜRK SAT tarafından hazırlanan “Gök Atlası”, Tübitak Yayınları'nın “Astronomi”, “Evren” ve “2014 Gök Olayları Yıllığı”, “Bilim Çocuk Dergisinin bazı sayıları” gibi kaynaklar tanıtılarak öğrencilerin istedikleri zaman faydalanabilmeleri amacıyla sınıf kitaplığına bırakılmıştır.

#### 3.5.2.1. *Pilot Uygulama*

4 haftalık veri toplama aşamasında deney grubundaki öğrencilere bireysel ve grup çalışması biçiminde, modellemeye dayalı astronomi eğitimi etkinliklerinin yer aldığı, çeşitli internet adreslerinden ve “Science activities for elementary students / George C. Lorbeer. c2000.” ve “Hands-on general science activities with real-life applications: ready-to-use labs, projects and activities for grades 5-12 / Pam Walker, Elaine Wood. c1994” gibi kitaplarda yer alan modelleme etkinlikleri ve soruları göz önüne alınarak araştırmacı tarafından hazırlanan modelleme etkinliklerini içeren 14 tane çalışma yaprağı uygulanmıştır. Etkinlik yapraklarında, öğrencilerin somut modeller oluşturarak ilgilerini ve dikkatlerini çekecek, araştırmasına ve sorgulamalarına olanak sağlayacak şekilde günlük hayatla bağlantılı olarak hazırlanmış, çizimlerle destekleyerek cevaplamalarını gerektiren

açık uçlu sorular yer almaktadır. Ayrıca derste ünite kapsamındaki üç konu ile ilgili powerpoint sunumları, animasyonlar ve videolardan yararlanılmıştır. Böylece, öğrencilerin astronomi ile ilgili zihinlerinde canlandırdıkları ve çalışma kağıtlarıyla bunların farkına vardıkları bilgilerini, güncel ve bilimsel bilgi ile karşılaştırmalar yaparak değiştirmeleri amaçlanmıştır.

Hazırlanan çalışma yaprakları ve etkinlikleri, öncelikle kapsam geçerliği için fen eğitimi alanında uzman 2 öğretim elemanı ve görevde 3 fen ve teknoloji öğretmeninin görüşlerine sunulmuştur ve önerileri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Etkinliklerin güvenilirliği için danışman ve alan uzmanlarının görüşleri alınmıştır. Etkinliklerin geçerliliği için ise; uygulamadan bir yıl öncesinde aynı okulun 7.sınıf öğrencileriyle (2 farklı şubeden 58 öğrenci) uygulama yapılarak etkinliklerin bitirme süresi, her sorunun anlaşılabilirliği ve çözülebilirliği incelenmiştir. Uygulama sonuçlarına göre öğrenciler tarafından anlaşılmayan sorular danışman onayı ile değiştirilerek düzeltilmiştir. Çalışma yaprakları EK- 8 'de gösterilmiştir.

Uygulama öncesinde ise deney grubu olan sınıfta, derslerde “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesi öncesinde yer alan “Işık” ünitesindeki konularla ilgili, üç hafta süresince modellemeye hazırlık niteliğinde çalışma yaprakları ile dersler işlenmiştir.

### 3.5.2.2. *Deneysel Uygulama*

Zihinsel Model Kurma metodolojisi, öğrencileri 5 aşamada yönlendirir:

- Ön kavramlarını temsil eden somut veya görsel bir model oluşturma,
- Konu hakkındaki bilgiyi çalışma,
- Yeni anlayışını göstermek için modellerini gözden geçirme,
- Modellerini sunma ve doğruluğunu ispatlama ve
- Modellerinin güçlülüğünü test etme ve düşüncelerini değiştirme-iyileştirme

Bu beş aşamaya göre, öğrencilerin *kendi modellerini geliştirebilecekleri*, bu süreçte *bilimsel modellerin özelliklerini tartışarak, kavrayabilecekleri ve kendi zihinsel modellerini oluşturabilecekleri* araştırma ortamı oluşturulmaya çalışılmış ve 5 adet ders planı tablosu hazırlanmıştır. Ders planında, kazanımlar, kavramlar, makro öğretmen ve

makro öğrenci etkinlikleri gösterilmiştir. Plan hazırlanırken, araştırma amaçlarına göre, öğrencilerin modellemeyi, bilimsel süreç becerilerini kullanarak geliştirmesi gerektiğinden, öğrencilerin zihinsel modellerini bilimsel yöntemi esas alarak yapılandırmalarını sağlamaya yönelik plan yapılmıştır. Araştırmacı tarafından literatürden yararlanılarak düzenlenen modelleme ders planı Tablo 12’ de sunulmuştur. Ünite de bulunan diğer iki konuya ait planların bulunduğu tablolar Ek-4’te verilmiştir.

Bu modelleme etkinlikleri ile beraber, çalışma kitabında yer alan etkinliklerin bazıları derste, bazıları da ev ödevi olarak tamamlamıştır.



Tablo 12

## Gök Cisimlerini Tanıyalım (2 saat)(1. Aşama)

Kazanımlar	Kavramlar	Makro öğretmen döngüleri	Öğretmen etkinlikleri	Makro öğrenci döngüleri	Öğrenci etkinlikleri
<p>1. Uzayda bulunan gök cisimleri ile ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>1.1. Gök cisimlerini çıplak gözle gözleyerek özelliklerini belirler (BSB-1, 2, 4, 5, 6, 7).</p> <p>1.2. Uzayda, çıplak gözle gözleyebildiğimizden çok daha fazla gök cisimi olduğunu fark eder (BSB-8, 25; FTTÇ-1, 3, 16).</p> <p>1.5 Gözlem yaparken, yıldızlarla gezegenleri birbirinden ayırt eder (BSB-1, 2, 4-7).</p> <p>1.6Güneş'in de bir yıldız olduğunu ifade eder (BSB-2).</p> <p>1.7Yıldızlar arasındaki çok uzak mesafelerin "ışık yılı" adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gökcisimleri</li> <li>Takımyıldız</li> <li>Kuyruklu yıldız</li> <li>Gezegenler ve uyduları</li> <li>Meteorlar</li> <li>Gök taşları</li> <li>Işık yılı</li> </ul>	<p>1. Konunun Tanıtılması</p> <p>2. Öğrenci Fikirlerinin Açığa Çıkarılması</p> <p>3. Öğrenci Fikirleri Üzerine Yapılandırma</p> <p>4. Öğrenci Modeli ile Bilimsel Modelleri Karşılaştırma</p> <p>5. Öğrenci Modelini Düzeltmek</p>	<p>Düşünme Soruları: "Bulutsuz bir gecede gökyüzüne baktığımızda neler görüyorsunuz?"</p> <p>Düşünme Soruları: Gökyüzünde ne kadar uzağı görebiliyorsunuz? Gökyüzünde neler oluyor?</p> <p>Düşünme Soruları: Evren nedir? Uzay nedir? Gök cisimleri hareket eder mi? Bilimsel modeli içeren, bilgisayar animasyonu, sunum, okuma parçası Meb Vitamin programından 7. Ünite ile ilgili videolar</p> <p>'EVREN' konulu video (seçilmiş bölüm) Öğretmen tarafından hazırlanmış powerpoint sunusu</p> <p>Öğrenciler kendi kavramsal değişimlerini yorumlamaları konusunda teşvik edilir. Öğrencilerden başlangıç modelleri (M1) ile son halini verdikleri modellerini (M3) karşılaştırmaları ve gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapmaları istenir. Son olarak öğrencilerden yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmede ve yeni durumların açıklamasında kullanmaları beklenir.</p>	<p>1. Şemaları Düzenleme</p> <p>2. Ön zihinsel modeli oluşturma (M1)</p> <p>3. Yeni Zihinsel model Oluşturma (M2)</p> <p>4. Öğrenci modelleri ve Bilim İnsanlarının Modellerini Karşılaştırma (M3),</p> <p>5. Ön ve Son Modelleri Karşılaştırma (M3, M4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sorular üzerinde düşünür ve cevaplar.</li> <li>Etkinlik: Gökyüzünde neler oluyor? (1. Aşama)</li> <li>Etkinlik: Evren ne kadar büyük?</li> <li>Etkinlik: Gök Cisimlerinin sınıflandırılması ile ilgili kartlar.</li> <li>Etkinlik: Gök cisimlerinin hareketi</li> <li>Etkinlik: Gökyüzünde neler oluyor?</li> <li>Gözlem evi ziyareti</li> <li>Gökyüzü gözlemi çalışma yaprağı</li> <li>Gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapma</li> <li>Yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmede ve yeni durumların açıklamasında kullanma</li> <li>Gökyüzünde neler oluyor? (2. Aşama) (modeli gözden geçirme)</li> <li>Bilim insanları modelleri ile kendi modeli arasında karşılaştırma yapma (M3)</li> </ul>

Tablo 12’de bir bölümü görülen plan doğrultusunda deney grubunda yapılan 2 ders saatini kapsayan, “Gök Cisimlerini Tanıyalım 1” konusunda modellemeye dayalı öğretim basamakları aşağıda sıraya uygun olarak verilmiştir.

**1. Konunun Tanıtılması:** Öncelikle “Gök cisimlerini tanıyalım” konusuyla ilgili öğrencilere daha önce öğrendikleri hatırlatılır ve hedef modelin ne olduğu konusunda bilgi verilir. Kazanımlar doğrultusunda öğrencilerin, var olan zihinsel modellerinin farkına varmalarına yardımcı olmak için aşağıdaki sorular yöneltilir.

- *Bulutsuz bir gecede gökyüzü incelendiğinde gökyüzünde parlayan nesnelere neler olabilir?*
- *Gözlemlenen bir alandaki gök cisimleri sayılabilir mi?*

Öğrenci yanıtlarının ardından, doğru veya yanlış olarak yorum yapılmadan öğrenci fikirlerinin açığa çıkarılması aşamasına geçilir.

**2. Öğrenci Fikirlerinin Açığa Çıkarılması:**

Bu aşamada, öğrencilerin zihinsel modellerini ortaya çıkarmak için, resim yapmak, şekil çizmek, tablo-grafik sunmak, metin yazmak, kısa notlar sunmak şeklinde etkinlikler verilir. Bu bölümde, Şekil 10’da verilen “Gökyüzünde Neler Oluyor?” isimli iki aşamadan oluşan etkinliğin ilk aşaması öğrencilerin tamamlamaları için verilir.

ETKİNLİK: GÖKYÜZÜNDE NELER OLUYOR?	
Sevgili öğrenciler; “Gök Cisimlerini Tanıyalım” konusu ile ilgili hazırlanan bu etkinlikte önce aşağıda verilen soruları cevaplayınız ve şekillerini çizin. Konunun sunulmasının ardından ve arkadaşlarınızla da görüşerek aynı soruları tekrar yanıtlayınız.	
Adı Soyadı–No:	Tarih:
<b>SORULAR (1.Aşama)</b>	
1. Gece gökyüzüne baktığımızda neler görürsünüz?	
<b>MODELİMİ OLUŞTURUYORUM</b> Gördüğünüz cisimlerin şekillerini çizin.	
[Çizim Alanı]	
2. Gökyüzünde ne kadar uzağı görebiliyorsunuz?	
3. Gökyüzünde neler oluyor?	

Şekil 10. Gökyüzünde Neler Oluyor? Etkinliği (1.Aşama)

Bu etkinlikte, *Gece gökyüzüne baktığınızda neler görürsünüz?* sorusu ile önceki gözlemlerine dayanarak bildikleri gök cisimlerini yazmaları ve çizmeleri istenmiştir. *Gökyüzünde ne kadar uzağı görebiliyorsunuz?* Sorusu ile teknolojik gözlem araçlarını da düşünerek tahminlerini açıklamaları istenmiştir. *Gökyüzünde neler oluyor?* Sorusu ile gök cisimlerinin değişen yerlerini ve hareketlerini fark ederek açıklamaları hedeflenmiştir. Öğrencilerin ilk aşamayı tamamlamalarının ardından, etkinlik kâğıdı toplanır ve sonraki aşamaya geçilir.

### 3. Öğrenci Fikirleri Üzerine Yapılandırma:

Öğrencilerin gök cisimlerini ve bulunduğu yeri anlamaları için sorularla devam edilir. *Uzay nedir? Evren nedir?* soruları yöneltilir ve öğrenci yanıtları tartışılır.

“Evren” in uzayda bulunan her şeyi (Yıldızlar, Güneş, uydular, gezegenler, kayan yıldızlar ve diğer birçok nesne) içerdiği, Dünya dışındaki evren parçasının ise uzay olduğu, Uzayda basınç ve havanın olmadığı (kozmetik ışınlar, röntgen ışınları, mor ötesi ışınlar ve magnetik alan vardır) sonucuna ulaşılır.

Ardından bu aşama için, *Benzetimler (Analojiler), uygulamalı etkinlikler, deneyimleri paylaşma, resim yapma, küçük bilgi parçaları, sorular, çizimler* içeren ve grup halinde yapılması planlanan 3 adet mikro döngü etkinliği planlanmıştır.

Bunlar,

- Etkinlik 1: Evren ne kadar büyük?
- Etkinlik 2: Gök Cisimlerinin sınıflandırılması ile ilgili kart oyunu
- Etkinlik 3: Gök cisimlerinin hareketi

*isimli etkinliklerdir.*

#### **Etkinlik1: Evren ne kadar büyük?**

Sorunun sorulup, cevapların düşünülmesinin ve tahminlerin yapılmasının ardından etkinliğe başlanır.

Öğrenci gruplarından, aşağıdaki Şekil 11’de gösterilen çizimleri yapması istenir.

<p>a) <u>İlk çizim:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sınıfta 1 öğrenci</li> <li>2. Okulda 1 sınıf</li> <li>3. İlde 1 okul</li> <li>4. Türkiye’de 1 il</li> </ol>	<p>b) <u>Son çizim:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dünya</li> <li>2. Güneş sistemi</li> <li>3. Samanyolu galaksisi.</li> <li>4. Evren.</li> </ol>	
---	--	--

### Bilgi kartı

Bilim insanları için Evreni ölçmek mümkün olmayan bir kavramdır. Evrenin sonsuzluğunu kimse algılayamaz.

Güneş sistemi ışık yılı ile de ölçülebilir. 1 ışık yılı=ışığın 1 yılda aldığı yoldur. 1 IY = 9 460 730 472 580 km

Güneş sistemi =0,001 ışık yılı uzunluğundadır

Saman yolunun çapı: 100 ışık yılı (yaklaşık 200 milyar yıldız içerir)

Evren tahmini olarak 12-13,4 milyar ışık yılı çapında, milyarlarca galaksi içerir.

Şekil 11. “Even ne kadar büyük?” etkinliği.

Etkinlik sonucunda, öğrencilerin zihinsel modellerini ifade etmelerinin ardından, öncelikle bunu grup arkadaşlarına sunmaları, tartışmaları ve grup olarak zihinsel modellerden konuyla ilgili sorunu açıklayan analogi modelini gerekçeleriyle birlikte belirlemeleri istenir. Öğrencilerin açıklamaları için *nasıl-niçin rehber soruları* yöneltilir. Her grup gerekçesini hazırladıktan sonra, öğrenciler çalışmalarını tüm sınıfa sunar ve öğrencilerde modellerle ilgili farkındalık oluşmaya başlar. Öğrencilerin ön bilgilerinin sunulan problem durumu ile ilişkisi belirginleştirilerek, gerekli ön kavramların tekrarı yapılır. Etkinliğin bir parçası olan *bilgi kartı* dağıtılır.

Etkinlik sonucunda, Uzay’ın ne kadar geniş olduğunun farkına varılır, çok büyük sayıların algılanmasının güç olduğu görülür, hayal edilemeyecek kadar büyük evrende bir insanın ne kadar küçük olduğu anlaşılır. Etkinlikten sonra, öğretmen ve öğrenciler tarafından oluşturulan sorularla bazı kısa temel olgular ve ek bilgiler açıklanır:

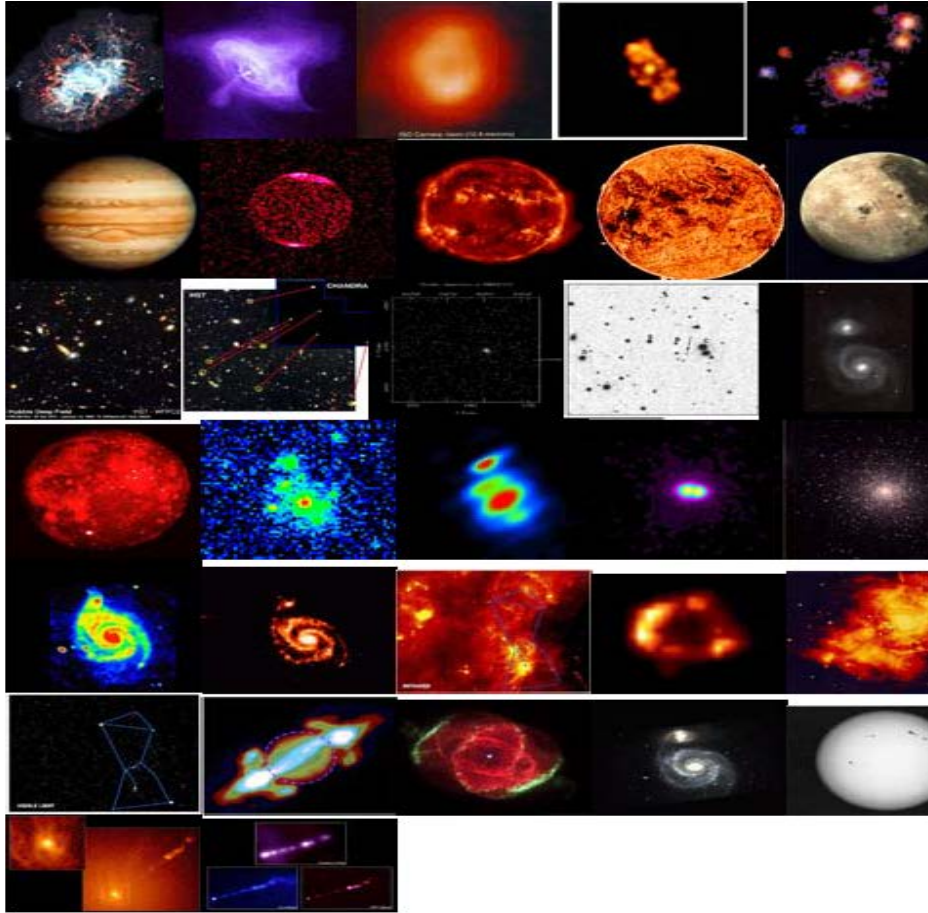
*“Gökyüzündeki tüm nesnelere hareket eder. Güneş sisteminin Samanyolu’ndaki 1 dönüşü 200 milyon yıldır. Dünya, Güneş sisteminin merkezine yakındır. Güneş sistemi*

*Samanyolunun kenar ucundadır. Evrendeki tüm galaksi kümelerinin yeri hakkında gerçek/kesin bir bilgi yoktur.”*

Etkinliğin ardından Gök Cisimlerinin sınıflandırılması ile ilgili kartlar dağıtılır.

## **Etkinlik 2. Gök Cisimlerinin sınıflandırılması**

Burada öğrencilerin, daha önce gördüklerinden veya duyduklarından farklı Şekil 12’de bulunan gök cisimlerini tanımaları ve sınıflandırmaları istenir.



Şekil 12. Gök cisimleri kartları.

Bu etkinlikte ‘Uzayda, çıplak gözle gözleyebildiğimizden çok daha fazla gök cismi olduğunu fark eder (BSB-8, 25; FTTÇ-1, 3, 16)’ kazanımı ile öğrencilere, sınıflandırma yaparak, var olan zihinsel modellerini değiştirme veya yeniden oluşturma fırsatı sağlanır.

Ardından gök cisimlerinin hareketinin anlaşılmasını sağlayan, ‘Gökcisimleri niçin hareket eder?’ etkinliği yapılır.

### Etkinlik 3: ‘Gökcisimleri niçin hareket eder?’

Öğrencilere, gece gökyüzünün nasıl görüldüğü ve gördükleri gök cisimlerinin hareket edip etmedikleri sorulur. Öğrenciler fikirlerini açıkladıktan sonra Şekil 13’te gösterildiği gibi etkinliğin yapım aşamasına geçilir. Tahtaya gece yıldız ve çeşitli gökcisimlerinin bulunduğu gökyüzü görüntüsü yansıtılır. Resimde gösterildiği gibi, dünya küresinin üzerine kâğıt insan figürü çizilerek yapıştırılır. Dünya’nın nasıl döndüğü sorulur (Batıdan doğuya doğru döner.) Bu yönde küre yavaşça çevrilir. İnsan figürünün bulunduğu konumda olsalardı, hangi yıldızları görebilecekleri sorulur. Küre, yıldızları farklı bir açıdan görebilmek için yavaşça çevrilir. Sonuç olarak, küre döndükçe, gözlemci olan insan figürü, gökyüzünün farklı bir perspektifine ulaşır.

Gözlemci, batıdan doğuya döndüğü için, bütün yıldızlar, doğudan batıya hareket ediyormuş gibi görünür.



Şekil 13. “Yıldızların Görünür Hareketi” etkinliğinden görüntüler.

Etkinlikten sonra, öğretmen ve öğrenciler tarafından oluşturulan sorularla bazı kısa temel olgular ve ek bilgiler açıklanır:

*“Eğer gözlemci Kuzey kutbunda veya ekvatorda oturuyorsa, yıldızlar eş merkezli veya doğudan batıya düz bir çizgide gidiyor gibi görünür. Dünya, 24 saatte 1 dönüşünü tamamlar. Sonuç olarak yıldızlar, her gece aynı saatte aynı yerde görünür. Gerçekte Dünya 23 saat 56 dakikada döner. Eğer Güneş, gündüz ışıklarını ulaştırmasaydı, yıldızları her zaman görebilirdik. Yıldızlar her zaman gökyüzündedir. Yıldızlar çok uzakta oldukları için durgun/hareketsiz görünür, fakat bütün gök cisimleri sabit bir hareket içindedir. Yıldızlar Dünya’ya göre farklı uzaklıktadırlar, fakat hepsi aynı uzaklıkta görünür. Yıldızlar Güneş ile aynı yönde “Doğu’dan Batı’ya” hareket ediyor gibi görünür.”*

Bu aşamada öğretmen öğrenci fikirleri üzerine yapılandırmak için etkinlikleri rehber olarak yönlendirirken, öğrenciler de yeni zihinsel modellerini geliştirirler.

**4. Öğrenci Modeli ile Bilimsel Modelleri Karşılaştırma:** Bu aşamada bilimsel modeli içeren, bilgisayar animasyonu, sunum, okuma parçası verilir. Böylece, bilim insanlarının modelleri ile kendi modeli arasında karşılaştırma yapması sağlanır (M<sub>3</sub>). Aşağıdaki sorularla,

- Modelin hangi özellikleri sence durumu en iyi açıklıyor?
- Modelin durumla benzerlikleri, farklılıkları neler?

karşılaştırma yaparlar. Ancak burada ileri sürülen ürün son doğru model olarak tanıtılmaz. Bilimsel modelin, bilim insanlarının kavrama ilişkin yorumu olduğu vurgulanır.

TÜBİTAK yayınlarına ait EVREN konulu DVD'den konu ile ilgili bölüm izlenir. Gerekli durumlarda video duraklatılır, öğretmenin yapacağı gerekli açıklamalar ve yönlendirici sorularla öğrenci fikirleri paylaşılır. Öğrenciler ile bir gözlem evi ziyareti yapılır. Gözlemlerini sınıflandırıp listeleyebilecekleri etkinlik kâğıdı verilir. Bu etkinlik kâğıdı Ek-9'da verilmiştir.

**5. Öğrenci Modelini Düzeltmek:** Bu aşamada, öğrencilerin başlangıç modelleri (M<sub>1</sub>) ile son halini verdikleri modellerini (M<sub>3</sub>) karşılaştırmalarını ve gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapmaları istenmiştir. Şekil 14'te verilen etkinlik kâğıdı doldurulur.

MODELİMİ GÖZDEN GEÇİRİYORUM
<b>Etkinlikten sonra, modelimi şöyle yenilemek istiyorum:</b>
Gördüğünüz cisimlerin şekillerini çiziniz.
<b>Yeniden yaptığım değişiklikler, şu yeni anlamalarıma dayanmaktadır:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gökyüzüne baktığımda neler görüyorum?</li><li>• Gökyüzünde ne kadar uzağı görebiliyorum?</li><li>• Gökyüzünde neler oluyor?</li></ul>

Şekil 14. Gökyüzünde Neler Oluyor? etkinliği (2. Aşama).

Son olarak öğrencilerden yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmede ve yeni durumların açıklamasında kullanmaları beklenir.

- *Gök cisimleri neden başımıza düşmüyor?*
- *Gök cisimleri nasıl hareket ederler?*
- *En parlak yıldız bize en yakın yıldız mıdır?*
- *Gece gökyüzünü seyrederken yıldızları ve gezegenleri birbirinden nasıl ayırt edersiniz?*

Bu sorular üzerinde düşünerek tartışma fırsatı sağlanır ve diğer ders için hazırlık yapılır.

### 3.6. Verilerin Analizi

Değerlendirme ölçeklerinden elde edilen verilerin analizi için öncelikle, verilerin dağılımı incelenmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermeme durumunu test etmek için, normallik testi yapılmış ve betimsel istatistik (aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, çarpıklık ve basıklık) sonuçlarından yararlanılmıştır.

Grup sayısının 50'den küçük olduğu durumlarda, normal dağılıma uygunluğun incelenebilmesi için Shapiro-Wilk testi kullanılabileceği belirtilmektedir (Büyüköztürk, 2008). BT, BSBÖ ve ZMDÖ testlerinden elde edilen verilere, Shapiro-Wilk normallik testi uygulanmış ve bulunan değerler Tablo 13'te özetlenmiştir.

Tablo 13

*Shapiro-Wilk Normallik Testi Analiz Sonuçları*

Ölçek	Sınıf	N	Shapiro-Wilk	p
BT	Öntest	Deney	,950	,236
		Kontrol	,915	,060
	Sontest	Deney	,972	,676
		Kontrol	,918	,071
BSBÖ	Öntest	Deney	,944	,169
		Kontrol	,925	,098
	Sontest	Deney	,888	,068
		Kontrol	,908	,050
ZMDÖ	Öntest	Deney	,965	,509
		Kontrol	,962	,535
	Sontest	Deney	,974	,719
		Kontrol	,942	,221

Tablo 13 incelendiğinde, ölçme araçlarının analiz sonuçlarına göre, p değerlerinin 0,05' ten büyük çıktığı görülmektedir. Bu durumda test puanlarının normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği, verilerin normallik varsayımını karşıladığı görülmektedir. Ayrıca, normallik varsayımının test edilmesinde çarpıklık (Skewness) ve basıklık (Kurtosis) değerlerine de dikkat edilmiştir. Çarpıklık değerinin 0 olması verilerin oluşturduğu dağılımın simetriğe çok yakın bir şekil aldığına göstergesi olarak kabul edilir. Büyüköztürk (2008) çarpıklık katsayısı (-1, +1) sınırları içinde kalıyorsa, puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediğini belirtmektedir. Tablo 14' de deney ve kontrol gruplarının BT, BSBÖ, ZMDÖ ön test ve son test puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistik değerleri verilmiştir.

Tablo 14

*Deney ve Kontrol Gruplarına Ait BT, BSBÖ, ZMDÖ Testlerine İlişkin Betimsel İstatistikler*

Grup	Test	N	Min	Max	Ort.	s.s	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
Deney Grubu	BT Ön test	26	7	16	11,04	2,69	7,24	0,276	-0,79
	BT Son test	26	11	24	16,65	3,31	10,95	0,101	-0,47
	BSBÖ Ön test	26	7	20	13,73	3,9	15,25	0,149	-1,04
	BSBÖ Son test	26	12	25	19,54	4,65	21,62	-0,323	-1,40
	ZMDÖ Ön test	26	0	20	9,77	4,80	23,06	0,332	-0,22
	ZMDÖ Son test	26	6	36	23,27	7,66	58,76	-0,378	-0,21
Kontrol Grubu	BT Ön test	22	5	16	10,59	3,59	12,92	0,313	-1,22
	BT Son test	22	7	22	13,18	3,59	12,92	0,87	0,57
	BSBÖ Ön test	22	4	22	11,86	4,95	24,50	0,66	-0,46
	BSBÖ Son test	22	9	24	14,91	4,8	23,04	0,45	-1,169
	ZMDÖ Ön test	22	2	15	8,00	3,69	13,62	0,194	-0,59
	ZMDÖ Son test	22	3	33	14,68	7,06	49,85	0,925	0,97

Tablo 14 incelendiğinde; deney grubunu oluşturan öğrencilerin ön test ve son test puan dağılımlarının çarpıklık ve basıklık değerlerinin normal dağılım sınırları (+1 , -1) arasında

kaldığı görülmüştür. Basıklık ve çarpıklık değerleri histogram grafikleri ile birlikte incelendiğinde verilerin normal dağılıma yakın bir dağılım sergilediğine karar verilmiştir. Dolayısıyla deney ve kontrol grubu arasında yapılacak fark testlerinde parametrik istatistiğin kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

*BT* ve *BSBÖ* ölçme araçlarına ait veriler ve *Zihinsel modelleri değerlendirme ölçeği (ZMDÖ)*'den elde edilen nicel veriler, SPSS 11.5 paket programında “ilişkisiz örneklem t-testi”, “ilişkili örneklem t - testi” kullanılarak değerlendirilmiş ve elde edilen veriler  $p \geq 0,05$  anlamlılık düzeyinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca her bir analiz için etki büyüklüğü hesaplanarak rapor edilmiştir. Ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlı çıktığı bilgi türlerinde farkın derecesini başka bir deyişle etki büyüklüğünü belirlemek için eta kare ( $\eta^2$ ) katsayısı hesaplanmıştır. Eta kare katsayısı, etki büyüklüğü hesaplamada kullanılan bağımlı gruplar t testinde sıklıkla tercih edilen etki büyüklüğü istatistiğidir. 0-1 aralığında değer alan eta kare katsayısı, bağımsız değişkenin bağımlı değişkende açıkladığı varyans oranını göstermektedir. “.01” küçük; “.06” orta ve “.14” büyük etki olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2008).

*Zihinsel modelleri değerlendirme ölçeği (ZMDÖ)*'den elde edilen nitel verilerin analizi ise betimsel analiz ile yapılmıştır. Daha önceden Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) tarafından önerilen zihinsel model sınıflandırması (ilkel, sentez, bilimsel model) kullanılmıştır. Ayrıca, bu çalışma için geliştirilen dereceli puanlama anahtarına göre, her soru için öğrenci yanıtlarının puanlama örnekleri, tablolar ile ayrıntılı olarak Bölüm - 4'te ve Ek - 8' de sunulmuştur.

## BÖLÜM IV

### BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde; deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin *BT*, *BSBÖ* ve *ZMDÖ*’ ne verdikleri yanıtlardan elde edilen veriler sunulmaktadır. Araştırma kapsamında cevaplanmaya çalışılan sorular, hem kullanılan yöntemin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini hem de öğrencilerin zihinsel modellerindeki gelişimin incelenmesini kapsadığı için, çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmış ve her iki yöntemle de elde edilen bulgular ayrı ayrı yorumlanmıştır.

#### 4.1. Nicel Verilere Ait Bulgular ve Yorum

##### 4.1.1. “Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var mıdır?” Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Deney ve kontrol grubu arasında, akademik başarı düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için Başarı Testi ön test verilerine ilişkisiz örneklem t- testi uygulanmıştır ve sonuçları Tablo 15’ de sunulmuştur.

Tablo 15

*Deney ve Kontrol Gruplarının Başarı Testi Ön Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t- testi Sonuçları*

Sınıf	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Deney	26	11,04	2,69	46	,493	,625*
Kontrol	22	10,59	3,59			

\*p<,05

Tablo 15’ de görüldüğü gibi, 26 sorudan oluşan Başarı Testinde, modellemeye dayalı öğretimin yapıldığı deney grubunda ön test puan ortalaması  $\bar{x} = 11,04$ ; ders kitabına dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubunda  $\bar{x} = 10,59$ ’ dur. Tabloya göre uygulama öncesinde, öğrencilerin BT ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur [ $t(46) = ,493$ ;  $p > ,05$ ]. Bu durum, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin BT ön test puan ortalamaları açısından birbirine denk olduğunu göstermektedir.

#### 4.1.2. “Deney Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var Mıdır?” Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Deney grubundaki öğrencilerin BT son test puanındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için, ön test ve son test puanlarına ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır. İlişkili örneklem t-testi sonuçları Tablo 16’ da sunulmuştur.

Tablo 16

*Deney Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test- Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları*

Deney Grubu	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Ön Test	26	11,04	2,69	25	-12,45	,00*
Son Test	26	16,65	3,31			

\* $p < ,05$ ;  $\eta^2 = 0,86$

Tablo 16’ da görüldüğü gibi, deney grubundaki 26 öğrencinin BT ön test puan ortalaması  $\bar{x} = 11,04$ ; son test puan ortalaması ise  $\bar{x} = 16,65$  çıkmıştır. Ön test ve son test verilerine yapılan ilişkili örneklem t-testinde deney grubu öğrencilerinin puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır [ $t(25) = 12,45$ ,  $p < 0,05$ ]. Bu durum modellemeye dayalı öğretimin, öğrencilerin BT puan ortalamaları üzerinde olumlu bir etki oluşturduğu şeklinde ifade edilebilir. Ayrıca etki değerini belirlemek için hesaplanan  $\eta^2$  (eta kare) değeri 0,86 bulunmuştur. Buna göre, deney grubunun akademik başarı puanlarına ait varyansın % 86’sının ön test-son teste yani ölçüme bağlı ortaya çıktığı söylenebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü geniş bir etkiyi yansıtmaktadır.

#### 4.1.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Kontrol grubundaki öğrencilerin BT son test puanındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için ön test ve son test puanlarına, ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır. İlişkili örneklem t- testi sonuçları Tablo 17’de sunulmuştur.

Tablo 17

*Kontrol Grubu Öğrencilerinin BT Ön Test- Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları*

Kontrol Grubu	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Ön Test	22	10,59	3,59	21	-3,03	,006*
Son Test	22	13,18	3,59			

\*p< ,05;  $\eta^2= 0,30$

Tablo 17’ de görüldüğü gibi, kontrol grubundaki 22 öğrencinin BT ön test puan ortalaması  $\bar{x} = 10,59$ ; son test puan ortalaması ise  $\bar{x} = 13,18$  çıkmıştır. Ön test ve son test verilerine yapılan ilişkili örneklem t-testinde kontrol grubu öğrencilerinin puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır [t(21)= 3,03; p< ,05]. Bu durum, mevcut programa dayalı öğretimin de öğrencilerin BT puan ortalamaları üzerinde olumlu bir etki oluşturduğu şeklinde ifade edilebilir.

Ayrıca etki değerini belirlemek için hesaplanan eta kare ( $\eta^2$ ) değeri 0,30 bulunmuştur. Buna göre, kontrol grubunun akademik başarı puanlarına ait varyansın % 30’unun ön test-son teste yani ölçüme bağlı ortaya çıktığı söylenebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü geniş etkiyi yansıtmaktadır.

#### 4.1.4. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BT Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve yorum

Araştırma başlangıcında deney ve kontrol grupları arasında bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan ilişkisiz örneklem t-testi sonuçları grupların denk olduğunu göstermiştir (Tablo 15). Her iki grupta yürütülen uygulamaların öğrencilerin akademik

başarıları üzerinde bir ilerleme sağladığı yapılan ilişkili örneklem t-testi sonuçlarında ortaya çıkmıştır (Tablo 16 ve 17). Grupların BT son test puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem t-testi yapılmıştır.

Tablo 18

*Deney ve Kontrol Gruplarının BT Son Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t –Testi Sonuçları*

Sınıf	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Deney	26	16,65	3,31	46	3,48	,00*
Kontrol	22	13,18	3,59			

\* $p < ,05$ ;  $\eta^2 = 0,21$

Tablo 18 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının BT son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir [ $t(46) = 3,48$ ;  $p < ,05$ ]. Deney grubundaki öğrencilerin BT son test puanları  $\bar{x} = 16,65$ ; kontrol grubundaki öğrencilerin BT son test puanları  $\bar{x} = 13,18$  bulunmuştur. Analizler sonucunda BT ön test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık bulunmayan grupların, BT son test puan ortalamaları incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının kontrol grubundaki öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Etki değerini belirlemek amacıyla hesaplanan  $\eta^2$  (eta kare) değeri 0,21 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, BT son test puanlarına ait varyansın % 21'inin gruba yani uygulanan yöntemle ilgili ortaya çıktığı söylenebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü geniş etkiyi yansıtmaktadır.

#### **4.1.5. Deney Ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum**

Deney ve kontrol grubu arasında, bilimsel süreç becerileri gelişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için BSBÖ ön test verilerine, ilişkisiz örneklem t- testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 19' da sunulmuştur.

Tablo 19

*Deney ve Kontrol Gruplarının BSBÖ Ön Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t-testi Sonuçları*

Sınıf	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Deney	26	13,73	3,90	46	1,46	,151*
Kontrol	22	11,86	4,95			

\*p< ,05

26 sorudan oluşan BSBÖ ön test puanları arasında deney grubunda ön test puan ortalaması  $\bar{x} = 13,73$ ; kontrol grubunda  $\bar{x} = 11,86$ ' dır. Tablo 19' da görüldüğü gibi, uygulama öncesinde, öğrencilerin BSBÖ ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur [t(46)= 1,46; p > ,05]. Bu durum, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin BSBÖ ön test puan ortalamaları açısından birbirine denk olduğunu göstermektedir.

#### **4.1.6. Deney Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum**

Deney grubundaki öğrencilerin BSBÖ son test puanındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için ön test ve son test puanlarına eşleştirilmiş t testi uygulanmıştır. İlişkili örneklem t-testi sonuçları Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20

*Deney Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test ve Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları*

Deney Grubu	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Ön Test	26	13,73	3,90	25	14,25	,00*
Son Test	26	19,54	4,65			

\*p< ,05;  $\eta^2 = 0,89$

Tablo 20' de görüldüğü gibi, deney grubundaki 26 öğrencinin BSBÖ ön test puan ortalaması  $\bar{x} = 13,73$ ; son test puan ortalaması ise  $\bar{x} = 19,54$  çıkmıştır. Ön test ve son test verilerine yapılan ilişkili örneklem t-testinde deney grubu öğrencilerinin puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır

[t(25)= 14,25; p < 0,05]. Bu durum modellemeye dayalı öğretimin, öğrencilerin BSBÖ puan ortalamaları üzerinde olumlu bir etki oluşturduğu şeklinde ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü değeri  $\eta^2 = 0,89$ ' dur. Buna göre, BSBÖ ön test puanlarında gözlenen varyansın yaklaşık % 89' unun ön test-son teste yani ölçüme bağlı ortaya çıktığı söylenebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü geniş bir etkiyi yansıtmaktadır.

#### 4.1.7. Kontrol Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Kontrol grubundaki öğrencilerin BSBÖ son test puanındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için ön test ve son test puanlarına ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır. İlişkili örneklem t testi sonuçları Tablo 21'de sunulmuştur.

Tablo 21

*Kontrol Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Ön Test-Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t-Testi Sonuçları*

Kontrol Grubu	n	$\bar{X}$	s	sd	t	P
Ön Test	22	11,86	4,95	21	-6,58	,00*
Son Test	22	14,91	4,80			

\*p< ,05;  $\eta^2 = 0,67$

Tablo 21' de görüldüğü gibi, kontrol grubundaki 22 öğrencinin BSBÖ ön test puan ortalaması  $\bar{x} = 11,86$ ; son test puan ortalaması ise  $\bar{x} = 14,91$  çıkmıştır. Ön test ve son test verilerine yapılan ilişkili örneklem t-testinde kontrol grubu öğrencilerinin puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır [t(21)= 6,58; p< 0,05]. Bu durum mevcut programa dayalı öğretimin de, öğrencilerin BSBÖ puan ortalamaları üzerinde olumlu bir etki oluşturduğu şeklinde ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü değeri  $\eta^2 = 0,67$ ' dir. Buna göre, BSBÖ ön test puanlarında gözlenen varyansın yaklaşık % 67'sinin ön test-son teste yani ölçüme bağlı olduğu ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklükleri geniş bir etkiyi yansıtmaktadır.

#### 4.1.8. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BSBÖ Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırma başlangıcında deney ve kontrol grupları arasında bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan ilişkisiz örneklem t-testi sonuçları grupların denk olduğunu göstermişti. Her iki grupta yürütülen uygulamaların öğrencilerin BSBÖ puanları üzerinde istatistiksel olarak bir ilerleme sağladığı yapılan ilişkili örneklem t-testi sonuçlarında ortaya çıkmıştır (Tablo 20 ve Tablo 21). Grupların BSBÖ son test puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem t-testi yapılmıştır. Gruplar arasındaki ortalamalar arasındaki bu farkın anlamlı olup olmadığını test etmek için yapılan ilişkisiz örneklem t-testi sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22

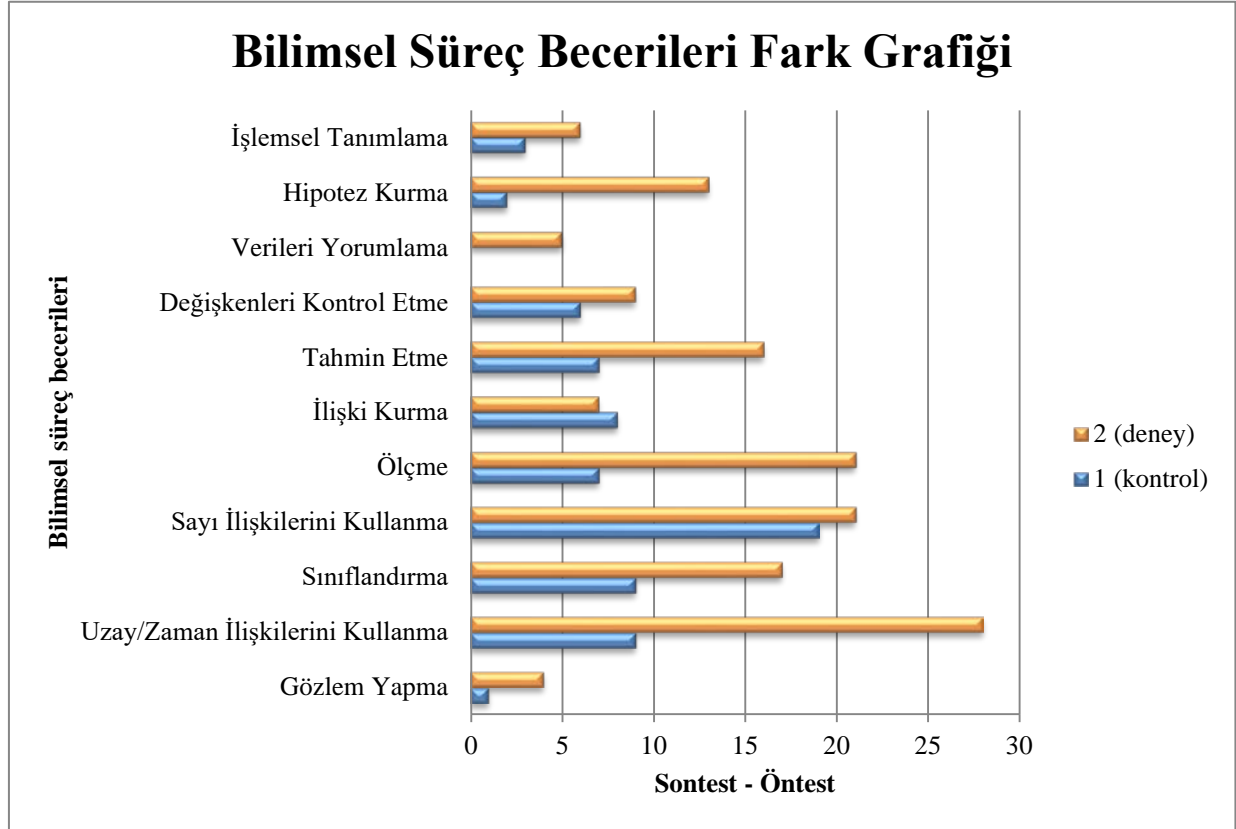
*Deney ve Kontrol Gruplarının BSBÖ Son Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t-Testi Sonuçları*

Sınıf	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Deney	26	19,54	4,65	46	3,39	,00*
Kontrol	22	14,91	4,80			

\*p< ,05;  $\eta^2= 0,20$

Tablo 22 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının BSBÖ son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir [t(46)= 3,39; p< ,05]. Deney grubundaki öğrencilerin BSBÖ son test puanları  $\bar{x} = 19,54$ ; kontrol grubundaki öğrencilerin BSBÖ son test puanları  $\bar{x} = 14,91$  bulunmuştur. Analizler sonucunda BSBÖ ön test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık bulunmayan grupların, BSBÖ son test puan ortalamaları incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının kontrol grubundaki öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Etki değerini belirlemek amacıyla hesaplanan  $\eta^2$  (eta kare) değeri 0,20 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, BSBÖ son test puanlarına ait varyansın % 20’sinin gruba yani uygulanan yönteme bağlı ortaya çıktığı söylenebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü geniş etkiyi yansıtmaktadır. Öğrencilerin bilimsel süreç becerileri gelişimlerinin öğretim yöntemine göre farklılık gösterdiği söylenebilir.

Aşağıda yer alan Şekil 15’de; deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin etkili kullanımına ilişkin, ön test ve son testler arasındaki gelişim farkı karşılaştırmaları, bilimsel süreç becerileri alanlarına göre detaylı olarak görülmektedir.



Şekil 15. Bilimsel süreç becerileri fark grafiği.

Şekil 15’e göre modellemeye dayalı öğretim yapılan deney grubu öğrencileri, kontrol grubu öğrencilerine göre, bilimsel süreç becerileri testinde yer alan 11 alandan 10 alanın hepsinde daha fazla artış göstermiştir. Yalnız ilişki kurma alanındaki artışta her iki grupta da yakın bir artış olduğu görülmektedir. Deney grubunda, özellikle ölçme, hipotez kurma, uzay/zaman ilişkilerini kullanma ve tahmin etme alanlarındaki artışın çok daha fazla olduğu görülmektedir. Burada; astronomi kazanımlarıyla daha çok ilişkili bilimsel süreç becerileri kazanımlarının, modellemeye dayalı etkinlikler ile dikkat çekilen, tahmin etme, benzetimler ve model çizimleri gibi etkinliklerin bu başarıları etkilediği düşünülmektedir. Bu sonuçlara göre modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olumlu yönde katkı sağladığı görülmektedir.

#### 4.1.9. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Öğrencilerin zihinsel modellerindeki gelişimi değerlendirmek için öğrencilerin ZMDÖ'ne verdikleri yanıtlar ve çizimleri dereceli puanlama anahtarına göre birlikte değerlendirilerek nitel veriler nicelleştirilmiş ve istatistiksel incelemeler yapılmıştır.

Öğrencilerin zihinsel modellerindeki gelişim düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için deney ve kontrol grubunun ZMDÖ ön test verilerine, ilişkisiz örneklem t- testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 23' te sunulmuştur.

Tablo 23

*Deney ve Kontrol Gruplarının ZMDÖ Ön Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t-Testi Sonuçları*

Sınıf	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Deney	26	9,77	4,80	46	1,41	,165*
Kontrol	22	8,00	3,69			

\*p < ,05

Açık uçlu soruların yer aldığı ve öğrenci yanıtlarının çizimlerle desteklenmesinin istendiği 10 sorudan oluşan ZMDÖ'de alınabilecek en yüksek puan 40'dır. Tablo 23'e göre, Modellemeye dayalı öğretimin yapıldığı deney grubunda ön test puan ortalaması  $\bar{x} = 9,77$ ; ders kitabına dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubunda  $\bar{x} = 8,00$ ' dir. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZMDÖ ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur [ $t(46) = 1,41$ ;  $p > ,05$ ]. Bu durum, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ZMDÖ ön test puan ortalamaları açısından birbirine denk olduğunu göstermektedir.

#### 4.1.10. Deney Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamli Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Deney grubundaki öğrencilerin ZMDÖ son test puanındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için ön test ve son test puanlarına ilişkili örneklem t- testi uygulanmıştır. İlişkili örneklem t- testi sonuçları Tablo 24' te sunulmuştur.

Tablo 24

*Deney Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test ve Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları*

Deney Grubu	n	$\bar{X}$	s	sd	t	p
Ön Test	26	9,77	4,80	25	15,97	,00*
Son Test	26	23,27	7,66			

\*p< ,05;  $\eta^2= 0,91$

Tablo 24' te görüldüğü gibi, deney grubundaki 26 öğrencinin ZMDÖ ön test puan ortalaması  $\bar{x} = 9,77$ ; son test puan ortalaması ise  $\bar{x} = 23,27$  çıkmıştır. Ön test ve son test verilerine yapılan ilişkili örneklem t-testinde deney grubu öğrencilerinin puan ortalamaları arasında, istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır [t(25)= 15,97; p< ,05]. Bu durum modellemeye dayalı öğretimin, öğrencilerin ZMDÖ puan ortalamaları üzerinde olumlu bir etki oluşturduğu şeklinde ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü değeri  $\eta^2= 0.91$ ' dir. Buna göre, deney grubunun ZMDÖ son test puanlarında gözlenen varyansın yaklaşık % 91'inin ön test, son teste yani ölçüme bağlı ortaya çıktığı söylenebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü geniş bir etkiyi yansıtmaktadır.

#### **4.1.11. Kontrol Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test ve Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum**

Kontrol grubundaki öğrencilerin ZMDÖ son test puanındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için ön test ve son test puanlarına ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır. İlişkili örneklem t-testi sonuçları Tablo 25'te sunulmuştur.

Tablo 25

*Kontrol Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Ön Test- Son Test Puanlarına Ait İlişkili Örneklem t - Testi Sonuçları*

Kontrol Grubu	n	$\bar{X}$	s	sd	t	p
Ön Test	22	8,00	3,69	21	-7,16	,00*
Son Test	22	14,68	7,06			

\*p< ,05;  $\eta^2= 0,71$

Tablo 25’ te görüldüğü gibi, kontrol grubundaki 22 öğrencinin ZMDÖ ön test puan ortalaması  $\bar{x} = 8,00$ ; son test puan ortalaması ise  $\bar{x} = 14,68$  çıkmıştır. Ön test ve son test verilerine yapılan, ilişkili örneklem t-testinde deney grubu öğrencilerinin puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır [ $t(21) = 7,16$ ;  $p < ,05$ ]. Bu durum mevcut programa dayalı öğretimin de, öğrencilerin ZMDÖ puan ortalamaları üzerinde olumlu bir etki oluşturduğu şeklinde ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü değeri  $\eta^2 = 0,71$ ’ dir. Buna göre, ZMDÖ son test puanlarında gözlenen varyansın yaklaşık % 71’ inin ön test, son teste yani ölçüme bağlı ortaya çıktığı ifade edilebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü geniş bir etkiyi yansıtmaktadır.

#### 4.1.12. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin ZMDÖ Son Test Puanları Arasında İstatistiksel Olarak Anlamlı Fark Var mıdır? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırma başlangıcında, ZMDÖ puan ortalamaları açısından deney ve kontrol grupları arasında bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan ilişkisiz örneklem t-testi sonuçları grupların denk olduğunu göstermişti (Tablo 23). Her iki grupta yürütülen uygulamaların öğrencilerin ZMDÖ puanları üzerinde istatistiksel olarak bir ilerleme sağladığı yapılan ilişkili örneklem t-testi sonuçlarında ortaya çıkmıştır (Tablo 24 ve Tablo 25). Grupların ZMDÖ son test puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 26’da gösterilmiştir..

Tablo 26

*Deney ve Kontrol Gruplarının ZMDÖ Son Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem t-Testi Sonuçları*

Sınıf	n	$\bar{x}$	s	sd	t	p
Deney	26	23,27	7,66	46	4,01	,00*
Kontrol	22	14,68	7,06			

\* $p < ,05$ ;  $\eta^2 = 0,26$

Tablo 26 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının ZMDÖ son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir [ $t(46) = 4,01$ ;  $p < ,05$ ]. Deney grubundaki öğrencilerin ZMDÖ son test puanları  $\bar{x} = 23,27$ ; kontrol grubundaki

öğrencilerin ZMDÖ son test puanları  $\bar{x} = 14,68$  bulunmuştur. Analizler sonucunda ZMDÖ ön test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık bulunmayan grupların, ZMDÖ son test puan ortalamaları incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının kontrol grubundaki öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Etki değerini belirlemek amacıyla hesaplanan  $\eta^2$  (eta kare) değeri 0,26 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, ZMDÖ son test puanlarına ait varyansın % 26' sının gruba yani uygulanan yönteme bağlı ortaya çıktığı söylenebilir. Hesaplanan etki büyüklüğü geniş etkiyi yansıtmaktadır. Öğrencilerin zihinsel model gelişimlerinin öğretim yöntemine göre farklılık gösterdiği söylenebilir.

## **4.2. Nitel Verilere Ait Bulgular ve Yorum**

Bu bölümde; deneysel işlem öncesinde ve sonrasında uygulanan ZMDÖ'nde yer alan açık uçlu sorulara verilen yanıtlar çizimlerle birlikte değerlendirilmiştir. Öğrencilerin yanıtları nitel olarak değerlendirilmiş ve anlama seviyelerine göre betimsel analizler yapılmıştır. Öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesinde ise, Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) tarafından önerilen zihinsel model sınıflandırması (ilkel, sentez, bilimsel model) kullanılmıştır.

### **4.2.1. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Zihinsel Modelleri Nasıl Sınıflandırılabilir? Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum**

ZMDÖ'de yer alan 1. sorunun dereceli puanlama anahtarına göre değerlendirilmesi sonucu, anlama seviyelerine göre sınıflandırılması örneği aşağıda verilmiştir. Diğer 9 soru için örnek değerlendirme tabloları Ek- 8'de verilmiştir. Deney ve kontrol grubunun puan, frekans ve yüzdelere ait bulgular, tablolar ve grafiklerle gösterilmiş ve yorumlanmıştır.

1. soru için dereceli puanlama anahtarına göre yapılan örnek değerlendirmeler ve örnek öğrenci çizim ve açıklamaları Tablo 27'de gösterilmiştir.

*1. Evren nedir? Evren' de ne tür gök cisimleri vardır? Çizerek açıklayınız.*

Tablo 27

ZMDÖ 1. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	<p>“Tüm gök cisimlerini ve bunların içinde bulunduğu boşluğa ‘Evren’ denir. Evrende; güneş sistemi, yıldızlar, galaksiler, kuyruklu yıldızlar gibi gök cisimleri vardır.”</p>	<p>Tüm gök cisimlerinin içinde bulunduğu boşluğa 'Evren' denir. Evrende, güneş sistemi, yıldızlar, galaksiler, kuyruklu yıldız vardır.</p>
3	<p>“Evrende gök cisimleri bulunur. Örnek; galaksiler, yıldızlar, kuyruklu yıldızlar vb.”</p>	
2	<p>“Evren, Büyük Patlama ile oluşan hala büyümeye devam eden sonsuz bir boşluktur.”</p>	<p>Evren büyük patlama ile oluşan hala büyümeye devam eden sonsuz bir boşluktur.</p> <p>Kısaca Evren; Kısaca güneş sistemi;</p>
1	<p>“Evrende; Güneş, yıldızlar ve Ay vardır.”</p>	
0	<p>Açıklama yok.</p>	

Tablo 27’de görüldüğü gibi 0 puanlık yanıtlarda model çizimi ve açıklamalar bulunmamaktadır veya yanlıştır. Yanlış açıklama ve çizimlerde genelde öğrenciler

“Evren” tanımını bilmemektedir. 1 puanlık yanıtlarda, açıklama ve/veya çizimler eksik ve kavram bilgisi eksiklikleri görülmektedir. 2 puanlık yanıtlarda yeterli çizim ve açıklamalar yapılmış olsa da tam değildir. Burada öğrenci yanıtında öğrencinin çizimlerinde bulunan nesnelerin isimleri belirtilmemiştir. 3 puanlık yanıtlarda ise, çizim tam, isimleri verilmiş, fakat tanım ayrı ve tam olarak yapılmamıştır. 4 puanlık yanıtlarda ise, çizimler ve açıklamalar tam olarak gösterilmiştir. Evrenin tanımlanması ve evrende bulunan gök cisimleri ile ilgili çalışmada ulaşılan alternatif fikirlerden bazıları;

- *Galaksilerden oluşan yapıya evren denir.*
- *Evren bütün canlıların bulunduğu yerdir.*
- *Evren, her şeyi kapsar. Gezegenler, takımyıldızları vb içinde bulundurulur.*
- *Evren, bütün galaksilerin birleşimidir. Evrende samanyolu galaksisi nokta kadardır.*
- *Evren, içinde gezegenler, galaksiler, yıldızlar, yapay uydular vb. bulunduran sonsuz boşluktur.*

şeklindedir.

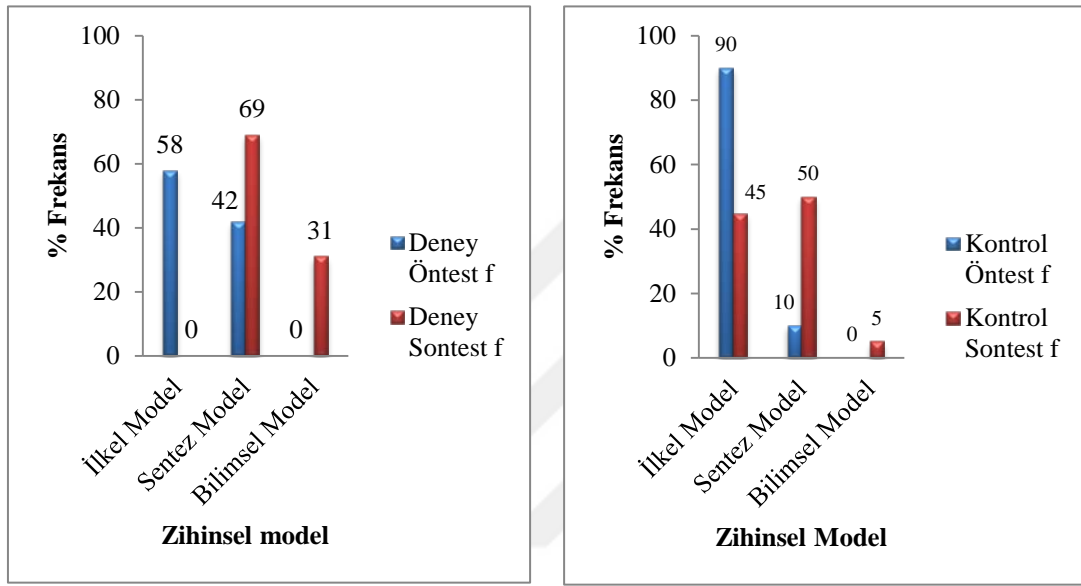
Dereceli puanlama anahtarına göre 1. soru için, deney ve kontrol gruplarının dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzdeleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması aşağıdaki Tablo 28’de görülmektedir.

Tablo 28

ZMDÖ 1. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	6	23	0	0	9	41	2	9
	1	9	35	0	0	11	50	8	36
Sentez model	2	8	31	12	46	1	5	5	23
	3	3	12	6	23	1	5	6	27
Bilimsel model	4	0	0	8	31	0	0	1	5

Tablo 28'e göre, ön testte 0 ve 1 puanlık cevapların yüzde oranları fazla iken, son testte deney grubu öğrencilerinin 0 ve 1 puanlık cevaplarının olmadığı görülmektedir. Bu sonuçlar; deney grubu öğrencilerinin evren ile ilgili kavramı ve modeli anladığını ve bilimsel modele yaklaştığını göstermektedir. 4 puanlık cevap yüzde oranı ise ön testlerde 0 iken, son testte deney grubunda (%31), daha fazla artış göstermiştir. Bu bulgulara göre 1. soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim Şekil 16'daki grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 16. ZMDÖ 1. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 16'da bulunan grafiklerde görüldüğü gibi, 1. soru için deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerindeki gelişimin bilimsel modele daha çok yaklaştığı görülmektedir. Diğer taraftan sentez modellerin de her iki grupta da son testte arttığı, ayrıca kontrol grubunda ilkel modellerin son testte hala çoğunlukta olduğu görülmektedir.

2. Uzay nedir? Evren ile uzay arasındaki farkı çizerek açıklayınız.

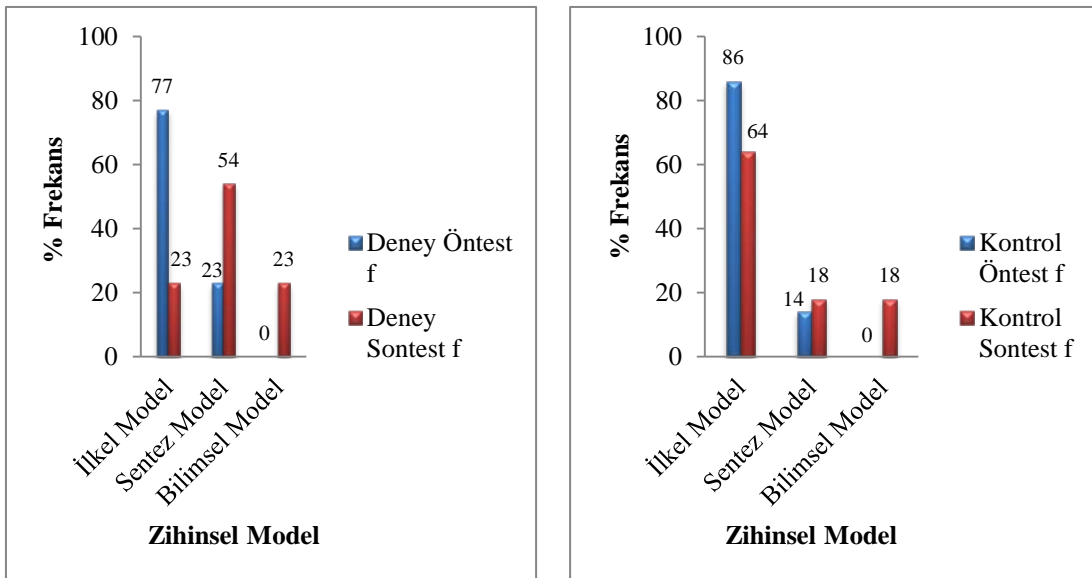
Dereceli puanlama anahtarına göre 2. soru için deney ve kontrol gruplarının dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzde değerleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması Tablo 29'da görülmektedir.

Tablo 29

## ZMDÖ 2. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	8	31	1	4	7	32	5	23
	1	12	46	5	19	12	55	9	41
Sentez model	2	5	19	8	31	1	5	4	18
	3	1	4	6	23	2	9	0	0
Bilimsel model	4	0	0	6	23	0	0	4	18

Tablo 29'a göre, 'Uzay'ın tanımı ve Evren ile Uzay arasındaki fark' sorusu için, öğrencilerin 0 ve 1 puanlık cevapları ön testte yaklaşık olarak birbirine yakındır. Fakat son testte deney grubu öğrencilerinin 0 puanlık yanıtlarında daha çok azalma olmuştur. 4 puanlık yanıtlar ise başlangıçta deney ve kontrol gruplarında görülmezken, son testte deney grubu öğrencilerinde %23 lük artış olmuş ve kontrol grubu öğrencilerinde hiç "tam anlama"yı gösteren 4 puanlık yanıt verilmemiştir. Bu bulgulara göre 2. soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim Şekil 17'de grafikte gösterilmiştir.



Şekil 17. ZMDÖ 2. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 17’ye göre, 2. soru için deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerindeki gelişimin sentez ve bilimsel model olarak daha çok arttığı görülmektedir.

‘Uzay’ın tanımı ve Evren ile Uzay arasındaki fark çalışmada ulaşılan alternatif fikirlerden bazıları;

- *Uzay sırf boşluktur.*
- *Uzay, bir boşluktur. Evren bütün kainatı ve uzayı içerir.*
- *Uzay, evrenin içindeki bir kümedir.*
- *Uzay, dünyanın dışı, Evren ise her şeydir.*
- *Uzay, içinde Dünya, dışında her şeyi barındıran evrenin parçasıdır.*
- *Uzay evrenden küçüktür.*
- *Dünya dışındaki evren parçasına Uzay denir.*
- *Uzay içinde Dünya yoktur. Onun haricinde Evrenle Uzay aynıdır.*
- *Evrenin içinde Dünya var, Uzayın içinde yoktur.*
- *Uzay, bir boşluktur. Hiçbir canlı yoktur, hayat yoktur, yerçekimi yoktur. Evrende ise yerçekimi ve yaşam vardır.*

şeklindedir.

3. *Ayşe Gece gökyüzü gözlemi sırasında yıldızların hareket ettiğini görmekte ve bunun nedenini araştırmaktadır. Ayşe’ye bu durumun gerçekte nasıl olduğunu çizerek açıklayınız.*

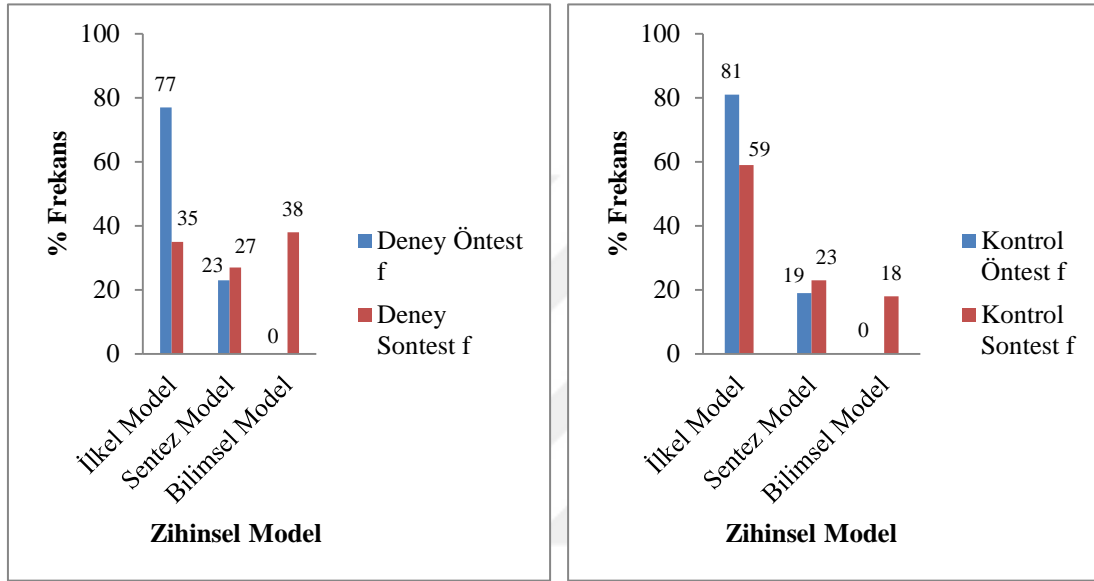
Dereceli puanlama anahtarına göre 3. soru için deney ve kontrol gruplarının dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzde değerleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30

ZMDÖ 3. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	12	46	4	15	10	45	9	41
	1	8	31	5	19	8	36	4	18
Sentez model	2	4	15	3	12	2	9	5	23
	3	2	8	4	15	2	9	0	0
Bilimsel model	4	0	0	10	38	0	0	4	18

Tablo 30'a göre, 'Yıldızların Dünya'dan görünür hareketi' ile ilgili soruda deney ve kontrol grubunda 0 ve 1 puanlık yanıtlar ön testte yaklaşık olarak birbirine yakındır. Son testte, deney grubu öğrencilerinin 0 puanlık yanıtlarında daha çok azalma olmuştur. "Tam anlama" yı gösteren 4 puanlık yanıtlar ise başlangıçta deney ve kontrol gruplarında görülmezken, son testte deney grubu öğrencilerinde %38, kontrol grubu öğrencilerinde %18' lik bir artış olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre 3. soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim aşağıdaki Şekil 18'de gösterilmiştir.



Şekil 18. ZMDÖ 3. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 18'de verilen grafiklere göre 3. soru için, deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerindeki gelişimin sentez (%27) ve bilimsel (%38) model yönünde, kontrol grubuna göre daha çok arttığı görülmektedir. "Yıldızların görünür hareketi" ile ilgili çalışmada ulaşılan alternatif fikirlerden bazıları;

- Biz hareket ettikçe, yıldızlar da hareket eder.
- Dünya döndüğü için onlar hareketli görülür. Ama hareketli olan bizizdir.
- Dünya dönme hareketi yaptığı için hareketli görülür.
- Yıldızlar hareket etmez, Dünya kendi etrafında döndüğü için hareketli görülür.
- Yıldızların gözlemciye göre hareketli olduğu ile açıklayabiliriz.
- Dünya döner, fakat yıldızlar dönmez. Ayşe döndüğünü sanır.
- Yıldızlar, toz bulutlarından oluşmaktadır. Toz bulutları dağılmaktadır. şeklidir.

4. Takımyıldızı nedir? Bir örnek vererek çizimle açıklayınız.

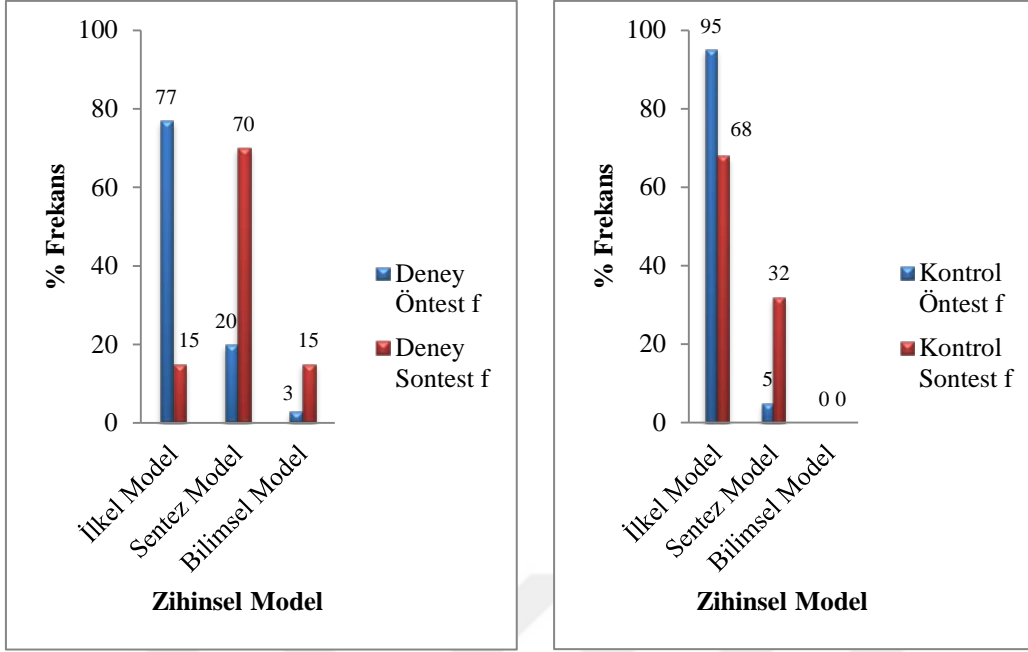
Dereceli puanlama anahtarına göre 4. soru için, deney ve kontrol gruplarının dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzdeleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması Tablo 31’de görülmektedir.

Tablo 31

ZMDÖ 4. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	12	46	0	0	10	45	5	23
	1	8	31	4	15	11	50	10	45
Sentez model	2	3	12	15	58	1	5	4	18
	3	2	8	3	12	0	0	3	14
Bilimsel model	4	1	4	4	15	0	0	0	0

Tablo 31’e göre, ‘Takımyıldızı tanımı ve bir örnek verilmesi’ ile ilgili soruda deney ve kontrol grubunda 0 puanlık yanıtlar ön testte yaklaşık olarak birbirine yakındır. Son testte ise, deney grubu öğrencilerinin 0 puanlık yanıtları hiç görülmemektedir. 1 puanlık yanıtlarda ise deney grubu öğrencilerinde daha çok azalma görülmüştür. Deney grubu öğrencilerinin %58’i bu konunun çoğunun anlaşıldığını gösteren 2 puanlık yanıtlar vermişlerdir. Bu yanıtlarda açıklama veya çizimlerinde eksiklikler bulunmaktadır. “Tam anlama”yı gösteren 4 puanlık yanıtlar ise; son testte deney grubu öğrencilerinde %15 iken, kontrol grubu öğrencilerinde 4 puanlık yanıt olmadığı görülmektedir. Bu bulgulara göre 4. grupların zihinsel modellerindeki değişim şekil 19’da grafikte gösterilmiştir.



Şekil 19. ZMDÖ 4. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 19’da bulunan grafiklere göre, 4. soru için deney grubu öğrencilerinin “Takımyıldızlar” ile ilgili zihinsel modellerindeki gelişimin sentez (%70) ve bilimsel (%15) model olarak daha çok arttığı görülmektedir. Takımyıldızın şekil çizerek açıklanmasının istendiği soru ile ilgili çalışmada ulaşılan öğrenci açıklamalarındaki alternatif fikirlerden bazıları;

- Bir grup yıldızın birleşmesidir. Küçük Ayı, Büyük ayı, Halley vb.
- Grup yıldızlardır.
- Yıldızların takım olmasıdır. Takım halinde bulunmasıdır. Ör: Büyük ayı
- Takımyıldızı bazı yıldızların bir araya gelmesiyle oluşur.
- Yıldız: Isı ve ışık kaynağıdır. Takımyıldız: takım halinde bulunan yıldız topluluğudur. Kuyruklu yıldız; buzdan oluşur. Yıldızlar etrafında döner. Yıldızlar ısı kaynağı olduğu için buz erir ve kuyruk gibi görünür.

şeklindedir.

5. Güneş sistemimiz hangi galakside, neresinde bulunur? Çizerek açıklayınız.

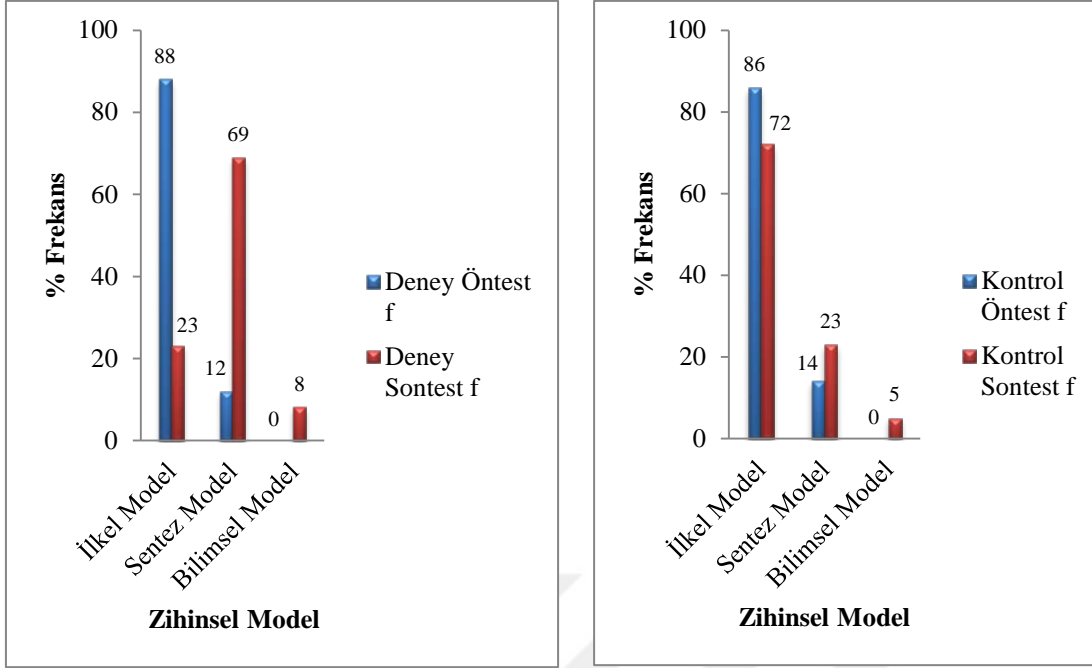
Dereceli puanlama anahtarına göre 5. soru için, deney ve kontrol gruplarının dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzdeleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32

ZMDÖ 5. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	14	54	5	19	13	59	4	18
	1	9	35	1	4	6	27	12	55
Sentez model	2	3	12	11	42	3	14	1	5
	3	0	0	7	27	0	0	4	18
Bilimsel model	4	0	0	2	8	0	0	1	5

Tablo 32’de görüldüğü gibi, ‘Güneş Sistemimizin bulunduğu galaksi ve çizimi’ ile ilgili soruda öğrencilerin 0 puanlık yanıtları ön testte yaklaşık olarak birbirine yakındır. Son testte ise, her iki gruptaki öğrencilerin 0 puanlık yanıtlarındaki azalmanın yine birbirine yakın olduğu görülmektedir. 1 puanlık cevaplarda ise deney grubu öğrencilerinde %4, kontrol grubu öğrencilerinde %55 oranında bir frekans elde edilmiştir. Kavram veya modelin çoğunun anlaşıldığını gösteren iki puanlık yanıtlarda ise, deney grubu öğrencileri %42 lik bir orana yükselmiştir. Yine 3 puanlık yanıtlarda deney grubu öğrencileri daha çok artış göstermiştir. “Tam anlama”yı gösteren 4 puanlık yanıtlar ise son testte deney grubu öğrencilerinde %8, kontrol grubu öğrencilerinde %5 olmuştur. Bu bulgulara göre 5. soru için öğrencilerin zihinsel modellerindeki değişim Şekil 20’de gösterilmiştir.



Şekil 20. ZMDÖ 5. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 20’deki grafiklere göre, 5. Soru için deney grubu öğrencilerinin “Güneş Sistemimizin bulunduğu galaksi” hakkındaki zihinsel modellerindeki gelişimin sentez model (%69) olarak daha çok arttığı görülmektedir. Bu soru ile ilgili öğrenci açıklamalarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

- *Samanyolu galaksisinde bulunur. (Genelde galaksi ismi öğrencilerin büyük çoğunluğu tarafından biliniyor. Fakat her iki grupta da ön test de galaksi çizimini doğru yapan öğrenciye rastlanmamıştır.)*
- *Samanyolu galaksisinde Avcı kolunda bulunur.*

6. *Güneş sistemini, gezegenlerin sırasını da çizerek açıklayınız.*

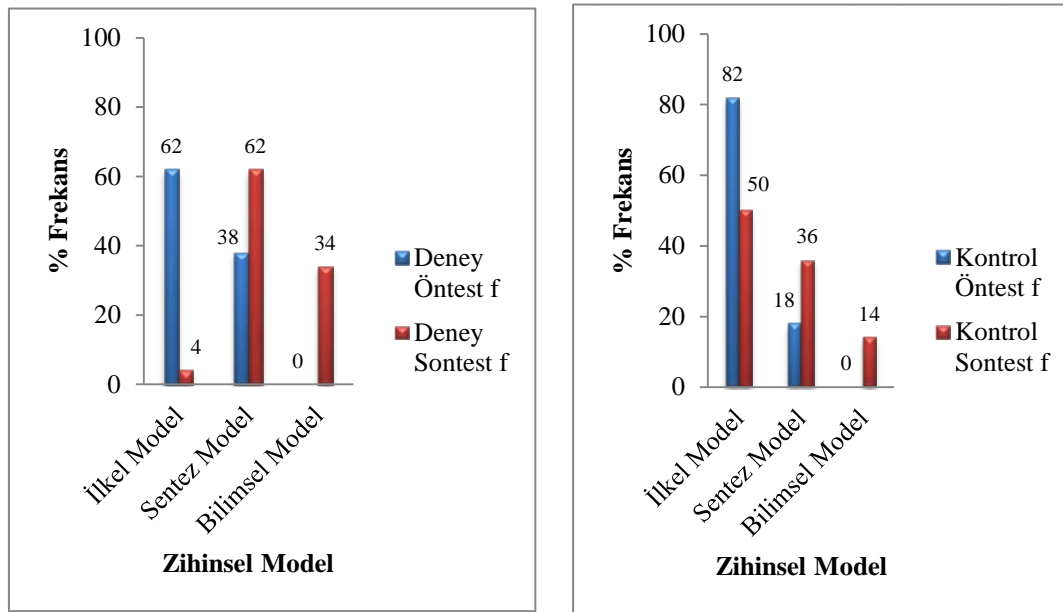
Dereceli puanlama anahtarına göre 6. soru için, deney ve kontrol gruplarının dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzdeleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması Tablo 33’ de görülmektedir.

Tablo 33

ZMDÖ 6. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	1	4	1	4	6	27	2	9
	1	15	58	0	0	12	55	9	41
Sentez model	2	9	35	7	27	2	9	5	23
	3	1	4	9	35	2	9	3	14
Bilimsel model	4	0	0	9	35	0	0	3	14

Tablo 33'e göre, 'Güneş Sistemimizde bulunan gezegenlerin sırası ve büyüklük sıralaması' sorusunda; 0 ve 1 puanlık yanıtlarda toplamda son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok azalmanın olduğu görülmektedir. 2, 3 ve 4 puanlık yanıtlarda ise son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok artış olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre 6. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim şekil 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21. ZMDÖ 6. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 21’de verilen grafiklere göre, 6. Soru için ‘Güneş Sistemimizde bulunan gezegenlerin sırası ve büyüklük sıralaması’ hakkında deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerindeki gelişimin bilimsel model (%34) olarak daha çok arttığı görülmektedir. Hem deney hem de kontrol grubunda güneş sistemindeki gezegen isimlerinin tamamını, Güneş’ e göre dizilişi ve büyüklüklerini bilen öğrenciye rastlanmamıştır. Öğrenci açıklamalarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

- Dünya, Mars, Neptün, Jüpiter, Uranüs, Plüton
- Mars, Dünya, Ay, Neptün, Jüpiter...
- Güneş, Venüs, Dünya, Neptün, Ay, Plüton, Merkür, Mars
- Güneş, Venüs, Uranüs, Neptün, Jüpiter, Mars, Dünya, Ay, Plüton, Merkür
- Güneş, Merkür, Venüs, Dünya, Ay, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün

Gezegenlerin dizilişi ve büyüklüğü ile ilgili çizim örnekleri Ek-8’de verilmiştir.

#### 7. Güneş Dünya’nın etrafında döner mi? Çizerek açıklayınız.

Dereceli puanlama anahtarına göre 7. soru için, deney ve kontrol gruplarının dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzdeleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması Tablo 34’de görülmektedir.

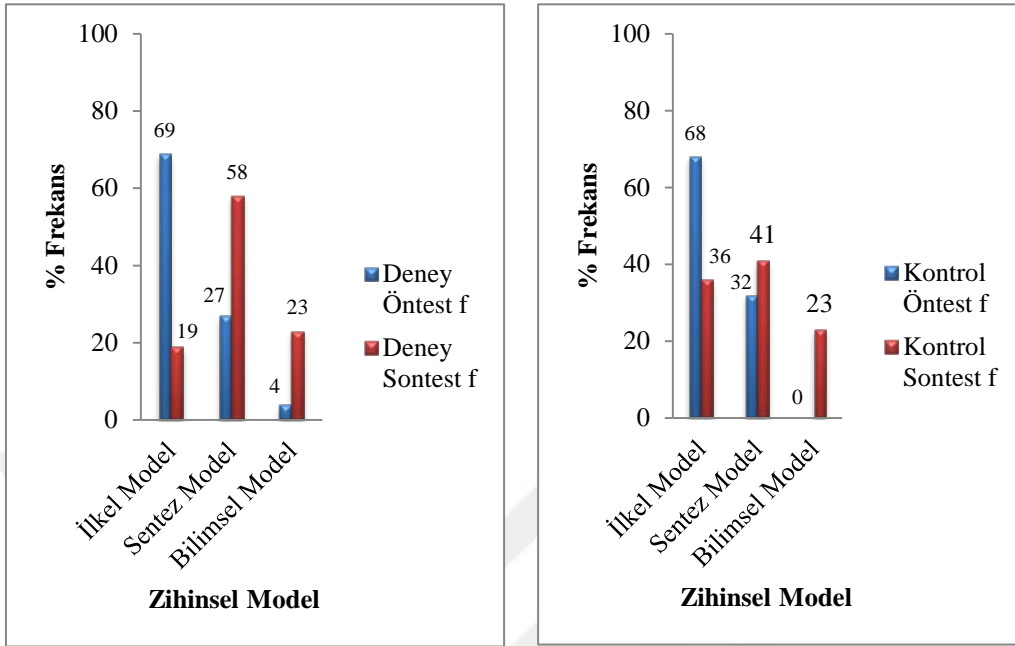
Tablo 34

ZMDÖ 7. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	4	15	5	19	4	18	4	18
	1	14	54	0	0	11	50	4	18
Sentez model	2	4	15	10	38	4	18	5	23
	3	3	12	5	19	3	14	4	18
Bilimsel model	4	1	4	6	23	0	0	5	23

Tablo 34’e göre, ‘Güneş ve Dünya’nın hareketi’ ile ilgili soruda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin 0 ve 1 puanlık yanıtları incelendiğinde, son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok azalmanın olduğu görülmektedir. 2, 3 ve 4 puanlık yanıtlarda ise

son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok artış olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre öğrencilerin zihinsel modellerindeki değişim Şekil 22’de gösterilmiştir.



Şekil 22. ZMDÖ 7. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 22’ye göre, 7. soru için ‘Güneş Sistemimizde bulunan gezegenlerin sırası ve büyüklük sıralaması’ hakkında deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerindeki gelişimin bilimsel model (%34) olarak daha çok arttığı görülmektedir. Öğrenci açıklamalarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

- *Evet, döner.*
- *Hayır, dönmez. Dünya Güneş’in etrafında döner.*

8. *Dünya’dan Ay’ın daima aynı yüzü görülür. Bu durumun nedenini çizerek açıklayınız.*

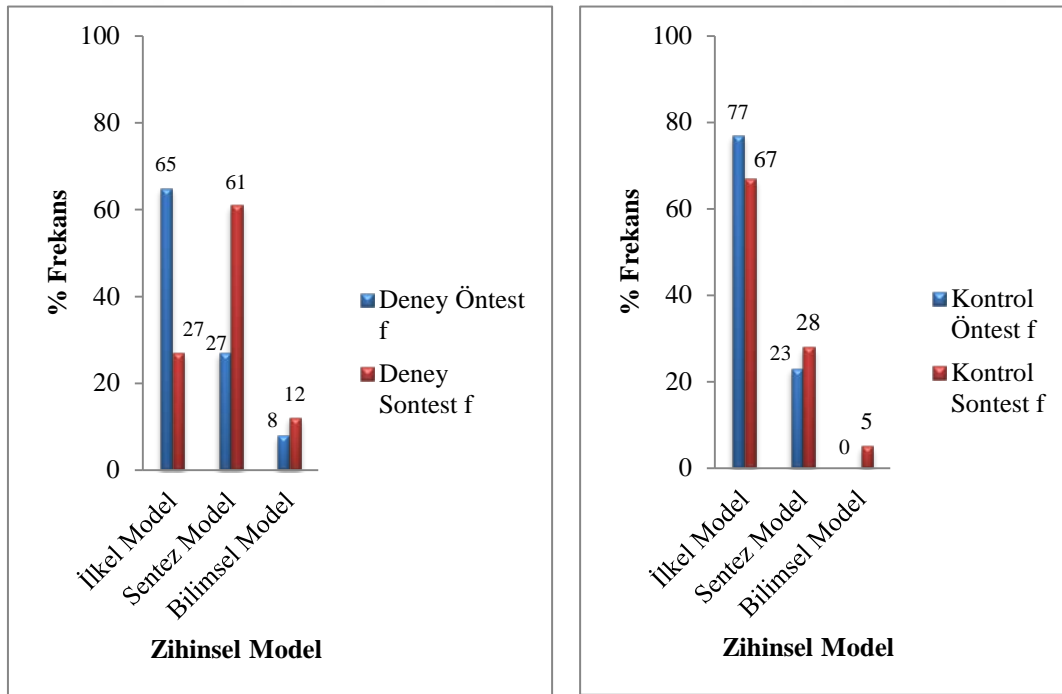
Dereceli puanlama anahtarına göre 8. soru için, deney ve kontrol gruplarının dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzdeleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması Tablo 35’de görülmektedir.

Tablo 35

ZMDÖ 8. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	6	23	3	12	6	27	6	27
	1	11	42	4	15	11	50	9	41
Sentez model	2	5	19	11	42	3	14	3	14
	3	2	8	5	19	2	9	3	14
Bilimsel model	4	2	8	3	12	0	0	1	5

Tablo 35’de görüldüğü gibi, ‘Dünya ve Ay’ın hareketi’ ile ilgili soruda son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok azalmanın olduğu görülmektedir. 2, 3 ve 4 puanlık yanıtlarda ise son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok artış olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre 8. soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim Şekil 23’de gösterilmiştir.



Şekil 23. ZMDÖ 8. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 23'e göre, 8. Soru için 'Dünya ve Ay'ın hareketi' hakkında deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerindeki gelişimin sentez (%61) ve bilimsel model (%12) olarak daha çok arttığı görülmektedir. Öğrenci açıklamalarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

- *Ay, hem kendi hem de dünya etrafında dönmekte... Dönerken yüzleri farklı görünür.*
- *Ay, kendi etrafında dönmez.*

9. Dünya üzerinde suların gün içinde iki defa yükselip iki defa alçalmasına gelgit olayı denir. Gelgit olayının oluşmasında hangi gök cismi etkilidir? Bu olayı çizerek açıklayınız.

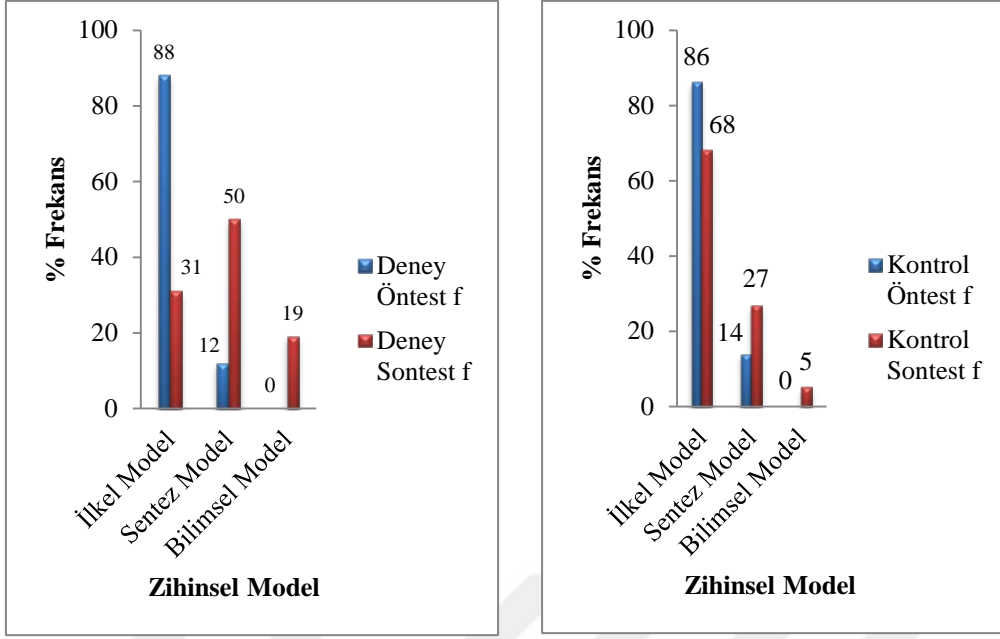
9. soru için, deney ve kontrol gruplarının dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzdeleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması Tablo 36'da görülmektedir.

Tablo 36

ZMDÖ 9. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	14	54	6	23	13	59	5	23
	1	9	35	2	8	6	27	10	45
Sentez model	2	3	12	8	31	3	14	6	27
	3	0	0	5	19	0	0	0	0
Bilimsel model	4	0	0	5	19	0	0	1	5

Tablo 36'ya göre 'Gelgit olayı' ile ilgili soruda 0 ve 1 puanlık yanıtlar incelendiğinde, son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok azalmanın olduğu; 2, 3 ve 4 puanlık yanıtlarda ise son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok artış olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre 9. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim Şekil 24'de gösterilmiştir.



Şekil 24. ZMDÖ 9. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 24'e göre, 9. Soru için "Gelgit olayı" hakkında deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerindeki gelişimin sentez model (%50) olarak daha çok arttığı görülmektedir. Öğrenci açıklamalarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

- Ay etkilidir.
- Ay, Dünya'ya yaklaştığında, çekim kuvveti sayesinde gel git oluşur.
- Ay ve Güneş etkilidir.
- Gündüz Güneş, Gece Ay etkilidir.
- Ay ve Güneş'in kütle çekim kuvvetine bağlı olarak, Dünya üzerindeki deniz suları alçalıp yükselir.
- Ay'ın Dünya'ya yaklaşıp uzaklaşmasından dolayı gerçekleşir.
- Ay, çıktığı zaman sular yükselir. Güneş çıktığı zaman sular çekilir.

10. Basit bir teleskop modelinin çalışmasını çizerek açıklayınız.

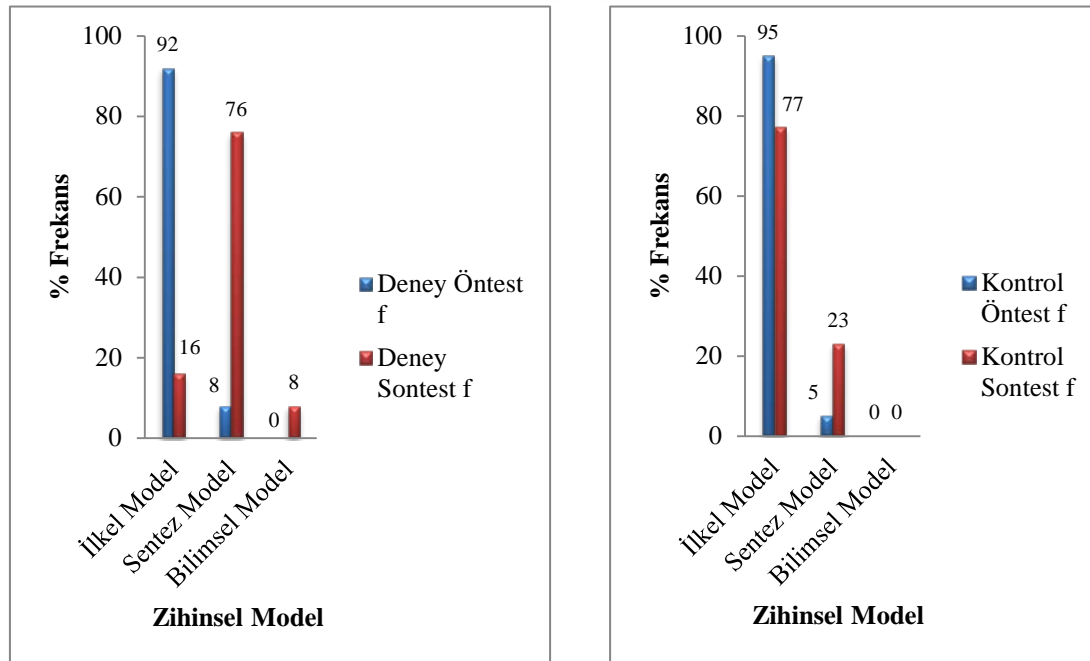
10. soru için, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin dereceli puanlarının frekans değerleri ve yüzdeleri ile öğrencilerin zihinsel modellerinin sınıflandırılması Tablo 37'de görülmektedir.

Tablo 37

## ZMDÖ 10. Soruya Ait Seviye ve Zihinsel Model Türlerinin Frekans Dağılımı

Zihinsel model	Puan (Seviye)	Deney Grubu (n=26)				Kontrol Grubu (n=22)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		f	%	f	%	f	%	f	%
İlkel model	0	16	62	2	8	11	50	4	18
	1	8	31	2	8	10	45	13	59
Sentez model	2	1	4	18	69	1	5	5	23
	3	1	4	2	8	0	0	0	0
Bilimsel model	4	0	0	2	8	0	0	0	0

Tablo 37'ye göre, 'Basit bir teleskop modeli' ile ilgili 0 ve 1 puanlık yanıtlar incelendiğinde, son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok azalmanın olduğu; 2, 3 ve 4 puanlık yanıtlarda ise son testte deney grubu öğrencilerinde daha çok artış olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre 10. soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim Şekil 25'de gösterilmiştir.



Şekil 25. ZMDÖ 10. Soruya ait deney ve kontrol gruplarının zihinsel modellerindeki değişim.

Şekil 25'e göre, 10. Soru için '*Basit bir teleskop modeli*' hakkında deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerindeki gelişimin sentez model (%76) olarak daha çok arttığı görülmektedir.

Ön testte, basit teleskop modeli çizen öğrencilerden çizim ve açıklamasında, teleskobun yapısındaki mercekle ve aynayı belirten öğrenciye rastlanmamıştır. Son testte ise, "Işık" ünitesindeki mercekle ve ayna konusuyula ilişkilendirerek ve bunu çizimle açıklayan öğrencilere nadiren rastlanmıştır. Her iki grupta da ilkel ve sentez modellere sahip öğrencilerin frekansının yüksek olması dikkat çekmektedir.



## BÖLÜM V

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Tezin bu bölümünde; araştırma sonucu ulaşılan bulgulara, bu bulguların yorumlarına ait sonuçlar ve sonuçlarla ilgili tartışmalara ayrıca sonuçlar ve tartışmalar ışığında üretilen önerilere yer verilmiştir.

#### 5.1. Sonuçlar

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulardan yola çıkılarak varılan sonuçlar, alt problemler ışığında aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir.

- Deneysel ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Akademik Başarı Düzeylerine İlişkin Sonuçlar
- Deneysel ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri Gelişimleri Arasındaki Farka İlişkin Sonuçlar
- Deneysel ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Zihinsel Model Gelişimleri Arasındaki Farka İlişkin Sonuçlar
- Deneysel ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Zihinsel Modellerine İlişkin Sonuçlar

### 5.1.1. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Akademik Başarı Düzeylerine İlişkin Sonuçlar

Modellemeye dayalı öğretimin, 7.sınıf öğrencilerinin “Güneş Sistemi ve Ötesi -Uzay Bilmecesi” ünitesinde akademik başarılarına etkisini araştırmak amacıyla deney (N=26) ve kontrol (N=22) grubu öğrencilerine 26 sorudan oluşan Başarı Testi (BT) uygulanmıştır.

Çalışmanın 1. alt problemi doğrultusunda, uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön test olarak uygulanan BT puan ortalaması açısından iki grup arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $\bar{X}_{\text{Deney}} = 11,04$ ;  $\bar{X}_{\text{Kontrol}} = 10,59$ ;  $[t(46) = ,493$ ;  $p > ,05]$  ).

Bu sonuç, deneysel uygulama öncesinde grupların akademik başarı puan ortalamalarının yaklaşık olarak birbirine denk olduğunu göstermektedir. Buna göre modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için akademik başarı seviyeleri birbirinden farklı olmayan iki grubun araştırmada yer aldığı söylenebilir.

Çalışmada 2. alt problem doğrultusunda modellemeye dayalı öğretim yönteminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin BT ön test puanları ile son test puanları ortalamasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin BT ön test ve son test ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ( $\bar{X}_{\text{Son test}} = 11,04$ ;  $\bar{X}_{\text{Ön test}} = 16,65$ ;  $p = ,00 < ,05$ ). Bu farklılığın son test lehine anlamlı olması modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin başarılarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın 3. alt problemi doğrultusunda mevcut programın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin BT ön test puanları ile son test puanlarının ortalamasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin BT ön test ve son test ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ( $\bar{X}_{\text{Son test}} = 10,59$ ;  $\bar{X}_{\text{Ön test}} = 13,18$ ;  $p = ,00 < ,05$ ). Bu farklılığın son test lehine anlamlı olması mevcut programa dayalı öğretimin de öğrencilerin başarılarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Ancak bu artış deney grubundaki artış kadar anlamlı derecede yüksek değildir. Bu açıdan öğrencilerin akademik başarılarının artırılmasında mevcut programa dayalı öğretim, modellemeye dayalı öğretim kadar etkili değildir.

Çalışmanın 4. alt problemi doğrultusunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BT son test ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının BT son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür [ $t(46)= 3,48$ ;  $p < ,05$ ]. Bu sonuç, deney grubunda yer alan öğrencilerin, kontrol grubunda yer alan öğrencilere göre deneysel uygulama sonrasında akademik başarılarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Buna bağlı olarak, Fen ve Teknoloji öğretiminde modellemeye dayalı öğretimin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarının geliştirilmesinde sadece Fen ve Teknoloji Öğretim Programının kullanılmasına göre daha etkili olduğu söylenebilir. Literatürde araştırma sonuçlarıyla paralellik gösteren araştırmalara rastlanmıştır (Aksakal vd., 2015; Bilal, 2010; Clement, 2000; Gobert & Pallant 2004; Nunez-Oviedo, 2004; Hestenes, 2006; Gümüş vd., 2008; Sarıkaya vd. 2004; Taylor vd., 2003; Ünal, 2005).

Taylor vd. (2003) astronomi konularında, modellemeye dayalı etkinliklerle yürütülen derslerin akademik başarıyı artırmada etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Modelleme yoluyla öğretim öğrencilerin akademik başarı düzeylerini geliştirmede daha etkilidir (Bilal, 2010). Sarıkaya vd. (2004) mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde öğrenciler tarafından yapılan modellerin, öğrencilerin akademik başarılarını olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Gobert ve Pallant (2004) ortaokul öğrencileri ile temel jeoloji konularını modellemeye dayalı öğretim ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında; modellerin doğasını ve nasıl kullanıldıklarını anlayan öğrencilerin alan bilgilerini modele dayalı akıl yürüterek daha kalıcı şekilde yapılandırdıkları sonucuna ulaşmıştır. Ünal (2005) “Sıvıların ve Gazların Basıncı” konusunda modellemeye dayalı etkinliklerin 7.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarının artmasında etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Aksakal vd. (2015) tarafından, mayoz bölünme konusunda (üniversite 2.sınıf düzeyinde) modeller kullanılarak dersin işlendiği ve öğretmen adaylarının kendi modellerini ürettikleri deney grubunda, öğrencilerin akademik başarılarının daha çok arttığı görülmüştür.

Hestenes (2006), lise fizik dersi “Newton mekaniği” konusunda; geleneksel öğretim yapılan öğrencilerin öğretim öncesi Kuvvet Kavram Testinde (Force Concept Inventory) başarıları %26 iken öğretim sonunda %42 olmuştur. Modelleme öğretimi alan öğrencilerin ( $n=3394$ ) ders öncesi başarıları %26 dan %52 ye çıkmıştır. Aynı öğretmenler modelleme öğretimini bir yıl sonra tekrar yaptıklarında öğrencilerin ( $n=647$ ) başarıları %29 dan %69 a

çıkmiştir. Görüldüğü gibi modelleme öğretimi yapılan dersteki başarı geleneksel öğretim yapılan dersteki başarıdan daha fazladır.

### **5.1.2. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri Gelişimleri Arasındaki Farka İlişkin Sonuçlar**

Modellemeye dayalı öğretimin, 7. sınıf öğrencilerinin BSB gelişmelerine etkisini araştırmak amacıyla 26 sorudan oluşan Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği (BSBÖ) uygulanmıştır. Çalışmada; 5. alt problem doğrultusunda uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanan BSBÖ'nde, puan ortalaması açısından iki grubun denk olduğu sonucuna ulaşılmıştır ( $\bar{X}_{Deney}=13,73$ ;  $\bar{X}_{Kontrol}=11,86$ ;  $[t(46)= 1,46$ ;  $p > ,05]$  ).

Bu sonuç, deneysel uygulama öncesinde grupların BSBÖ puan ortalamalarının yaklaşık olarak birbirine denk olduğunu göstermektedir. Buna göre modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin BSB gelişimleri üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için BSBÖ seviyeleri birbirinden farklı olmayan iki grubun araştırmada yer aldığı söylenebilir.

Çalışmada 6. alt problem doğrultusunda modellemeye dayalı öğretim yönteminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin BSBÖ ön test puanları ile son test puanları ortalamasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin BSBÖ ön test ve son test ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ( $\bar{X}_{Ön\ test} = 13,73$ ;  $\bar{X}_{Son\ test} = 19,54$ ;  $t(25)= 14,25$ ;  $p < ,05$ ). Bu sonuç, modellemeye dayalı öğretimin, öğrencilerin deneysel uygulama sürecinde bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Buna göre modellemeye dayalı öğretimin, öğrenme sürecinde kullanılmasının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Çalışmanın 7. alt problemi doğrultusunda mevcut programın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin BSBÖ ön test puanları ile son test puanlarının ortalamasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin BSBÖ ön test ve son test ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ( $\bar{X}_{Ön\ test} = 11,86$ ;  $\bar{X}_{Son\ test} = 14,91$  ;  $[t(21)= 6,58$ ;  $p < ,05$ ). Bu farklılığın son test lehine anlamlı olması mevcut programa dayalı öğretimin de öğrencilerin BSBÖ başarılarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Ancak bu artış deney grubundaki artış kadar anlamlı derecede yüksek değildir. Bu açıdan mevcut

programa dayalı öğretim, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri gelişiminde modellemeye dayalı öğretim kadar etkili değildir.

Çalışmanın 8. alt problemi doğrultusunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BSBÖ son test ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının BSBÖ son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu bulunmuştur [ $t(46) = 3,39; p < ,05$ ]. Bu sonuç deneysel uygulama sürecinde deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin kontrol grubundaki öğrencilere göre daha çok geliştiğini göstermektedir. Literatürde araştırma sonuçlarını destekleyen çalışmalara rastlanmıştır (Ünal-Çoban, 2009; Khan, 2011). Ünal-Çoban (2009); 7. sınıf öğrencilerinin Işık konusunda modellemeye dayalı öğretim sonucunda BSB gelişim düzeylerinin arttığı sonucuna ulaşmıştır.

Modellemeye dayalı öğretim, öğrencilerin bilimsel bilginin nasıl yapılandırıldığını, değerlendirildiğini ve paylaşıldığını anlamalarını ve bu bilimsel bilgiyi günlük hayatta uygulamalarını ve kullanmalarını sağlar (Baek vd., 2011). Nersessian (1995) ve Clement (1989); bilim insanları ve uzmanların bilimsel modeller üretirken kullandıkları düşünme deneyimlerinin, öğrenme ile doğrudan ilişkili olduğunu belirtmiştir. Nersessian (1995) uzmanların modelleme deneyimlerini nasıl gerçekleştirdiği öğretilirse, öğrencilerin bilimsel düşünme için eğitilmesi konusunda daha başarılı olunacağını belirtmiştir. Harrison ve Treagust (1996)'a göre, bilimi anlamak, bilim insanlarının kullandığı modelleri anlamaktır. Öğrenciler özellikle astronomi kavramlarını öğrenirken, bilimin insanlar tarafından yapılandırılan bir süreç olduğunu, bilim insanlarının çalıştığı sosyal ve kültürel çevreden etkilendiğini ve bilimsel anlayışın zamanla değişebileceğini de öğrenirler (Taylor vd., 2003). Ayrıca; bilimsel modellerin ve modelleme sürecinin anlaşılması, öğrencilere bilimsel anlamda bilgi geliştirme konusunda üst bilişsel farkındalık geliştirmelerini, aynı zamanda kendi bilimsel anlayışları üzerinde derin düşüncelerini ve bilimsel zihinsel modeller oluşturmalarını sağlar. Bu nedenle, *öğrenci-merkezli modellemeye dayalı öğretim* gelişmekte olan ve doğal dünyanın daha ileri bir anlayışını sağlamak için açıklayıcı hipotezler ve test etme ile bilim insanlarının çalışmalarına benzer bir ilerici öğrenme süreci sağlamaktadır (Clement, 1989).

Modellemeye dayalı öğretim süresince; öğrencilerin ön bilgilerinin farkına varmalarını sağlayacak etkinliklere yer verilmiştir. Daha sonra, öğrencilerin sahip olduğu kavramların düzeyine göre, modelleme döngüleri kullanılarak, zihinsel yapılarında yeni bir düzenleme

yapma fırsatı sağlanmaya çalışılmıştır. Modellemeye dayalı hazırlanmış etkinliklerde, bilimsel kavramları tanımlama ve açıklamada modellerin güçlü yönleri ve sınırlılıklarının farkında olmaları için gerekli bilgiler verilmiştir. Öğrencilere bilimsel olgular hakkında, hem kendi zihinsel modellerini oluşturup eleştirebilme hem de grup içinde, diğer grupların ve bilim insanlarının modellerini eleştirebilmeleri için fırsatlar verilmiştir. Böylece, bilim insanlarının bilimsel çalışmaları nasıl yürüttüğü konusunda fikir kazandırılmaya çalışılmıştır.

Modellemeye dayalı fen öğretiminin özünde, öğrencilerin zihinsel modellerini bilimsel süreç basamaklarını kullanarak yapılandırmaları vardır. Öğretim sürecinde öğrencilerden beklenen, kendi düşüncelerini deneyerek ve sonuca ulaşarak zihinsel modellerini oluşturmaları olduğu için, bu kazanımların bilimsel süreç becerileri gelişiminde etkili olduğu literatürde yer alan çalışmalarla desteklenmektedir (Clement 2000; Ünal- Çoban, 2009).

Bu çalışmada da bilimsel süreç becerileri, özellikle astronomi ile ilişkili olan bilimsel süreç becerileri, modellemeye dayalı döngülerden yararlanılarak kullanılan etkinlikler ile desteklenmiş ve öğrencilerin bilimsel süreç becerileri kazanımlarıyla bilimsel modellerin farkına varmaları sağlanmıştır. Modellemeye dayalı öğretimin amacı, öğrencilerin zihinsel modellerini bilimsel olarak yapılandırmalarını sağlayarak bilimsel süreç becerilerini kazandırmak olduğu için, çalışmanın amacına ulaştığı söylenebilir.

### **5.1.3. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Zihinsel Model Gelişimleri Arasındaki İlişkiye Dayalı Sonuçlar**

Modellemeye dayalı öğretimin, 7. sınıf öğrencilerinin zihinsel model gelişimlerine etkisini araştırmak amacıyla Zihinsel Modelleri Değerlendirme Ölçeği (ZMDÖ) uygulanmıştır. Dereceli puanlama anahtarına göre değerlendirilen 10 sorudan oluşan bu ölçek için alınabilecek en yüksek puan 40' tır.

Çalışmada 9. alt problem doğrultusunda uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanan ZMDÖ puan ortalaması açısından iki grubun denk olduğu sonucuna ulaşılmıştır ( $\bar{X}_{Deney}=9,77$ ;  $\bar{X}_{Kontrol}=8,00$ ;  $[t(46)= 1,41$ ;  $p > ,05]$  ). Bu sonuç, deneysel uygulama öncesinde grupların ZMDÖ puan ortalamalarının yaklaşık olarak birbirine denk olduğunu göstermektedir. Buna göre modellemeye dayalı öğretimin

öğrencilerin zihinsel model gelişimleri üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için ZMDÖ puan ortalamaları birbirinden farklı olmayan iki grubun araştırmada yer aldığı söylenebilir.

Çalışmada 10. alt problem doğrultusunda modellemeye dayalı öğretim yönteminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin ZMDÖ ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin ZMDÖ ön test ve son test ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ( $\bar{X}_{\text{ön test}} = 9,77$ ;  $\bar{X}_{\text{son test}} = 23,27$ ;  $[t(25) = 15,97$ ;  $p < ,05]$ ). Bu farklılığın son test lehine anlamlı olması modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin zihinsel modellerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın 11. alt problemi doğrultusunda mevcut programın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin ZMDÖ ön test ve son test puanlarının ortalamasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin ZMDÖ ön test ve son test ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ( $\bar{X}_{\text{ön test}} = 8,00$ ;  $\bar{X}_{\text{son test}} = 14,68$ ;  $[t(21) = 7,16$ ;  $p < ,05]$ ). Bu farklılığın son test lehine anlamlı olması mevcut programa dayalı öğretimin de öğrencilerin ZMDÖ başarılarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Ancak bu artış deney grubundaki artış kadar anlamlı derecede yüksek değildir. Bu durumun, Fen ve Teknoloji Öğretim Programında yer alan “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmesesi” ünitesinde bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik etkinliklerin ders kitabında çok fazla yer almamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çalışmanın 12. alt problemi doğrultusunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ZMDÖ son test ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ZMDÖ son test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu bulunmuştur  $[t(46) = 4,01$ ;  $p < ,05]$ . Bu sonuç deneysel uygulama sürecinde deney grubundaki öğrencilerin zihinsel modellerindeki gelişimin kontrol grubundaki öğrencilere göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Literatürde araştırma sonuçlarını destekleyen çalışmalara rastlanmıştır (Arslan, 2013; Ogan- Bekiroğlu, 2007; Oğuz, 2007; Steinberg & Clement, 2001). Ogan-Bekiroğlu (2007); ayın evreleri ve ayla ilgili olayların modellemeye dayalı öğretimi sonucunda, fizik öğretmen adaylarının, zihinsel modellerinin geliştiği sonucuna ulaşmıştır. Oğuz (2007); 7. sınıf öğrencileri ile okul sonrası etkinliği çerçevesinde gerçekteştirdiği çalışmasında, model oluşturma ve geliştirme yönteminin zihinsel model gelişimlerine olumlu katkı sağladığını bulmuştur.

Benzer şekilde Arslan (2013), 6. sınıf öğrencilerinde “Madde ve Isı” ünitesinde, modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin zihinsel modellerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Steinberg ve Clement (2001), tek öğrenciyle elektrik konusunda yaptıkları durum çalışmasında, adım adım farklı ve çelişkili olayları sunmuşlar ve sonucunda öğrencinin durgun ve akan elektrik konusunda her seferinde modelini gözden geçirerek sonunda bir öncekinden daha güçlü zihinsel modele sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Sonuçta, öğrenme ortamlarının öğrencilere öncelikle kendi modellerinin farkına vardırması gerektiği vurgulanmıştır.

Zihinsel model oluşturma, kişilerin zihinlerinde oluşan ve uygulama ile gösterilemeyen bir olguyu açıklama veya tanımlamada kullanılmaktadır. Bu kişisel zihinsel yapılar, hem dünyayı anlamayı, hem de bunu başkalarına açıklamayı sağlar (Taylor vd., 2003). Zihinsel model oluşturma süreci, gelişimsel bir süreçtir ve bu süreç bilim insanlarının bakış açısından öğrenmeyi, kavramları açıklayabilmek ve tahmin edebilmek için sürekli sorgulamayı gerektirir. Bu öğretim sonucunda öğrenciler, problemleri veya kendilerine farklı gelen problemleri çözerken, zihinsel modellerini kullanarak, modellerini doğrularlar ve kendi problem çözüm yöntemlerini sınıf içi etkileşimli tartışmalarla arkadaşları ile paylaşırlar (Taylor vd., 2003). Ayrıca, modellerin doğasını ve nasıl kullanıldıklarını anlayan öğrencilerin, kavram bilgilerini modele dayalı akıl yürüterek daha kalıcı şekilde yapılandırdıkları da gözlenmiştir (Gobert & Buckley, 2000). Modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine ve konuyla ilgili bilimsel zihinsel modellerin nasıl ortaya konulduğunun anlaşılmasına yardımcı olduğu sonucuna varılan çalışmalar mevcuttur (Taylor vd., 2003; Nunez-Oviedo, 2004).

Öğrencilerin oluşturduğu zihinsel modeller, dış temsiller veya gösterimler olarak çizim ve açıklamalar kullanılarak ifade edilir (Guo-Li & Anderson, 2010). Ogan-Bekiroğlu (2007), öğrencilerin konuyla ilgili modellerini grup çalışmasıyla oluşturmaları sağlandığında, zihinsel modellerinin geliştiğini belirtmektedir.

Yapılandırmacı modellemede öğrencilerin bilişsel yeteneklere sahip oldukları fakat konu hakkında yeterli bilgi sahibi olmadıkları tartışılmaktadır. Fen öğrenmede bu yaklaşımla başarılı olmak için, öğretmenlerin öğrencilerin hem bilgi içeriğindeki hem de yapılandırmacı modellemedeki uzmanlığını geliştirmeleri gerekir (Nersessian, 1995). Nersessian; bilimde sonuç ve bilim ürünlerine odaklanmak yerine, bilimsel modellerin

nasıl yapılandırıldığını içeren süreçleri incelemiştir. Diğer bilişsel araştırmacılar da, kavramsal bilgi ve anlama gelişimlerini; problem çözerken veya laboratuvarında çalışırken uzmanlarla gerçekleştirilen, akıl yürütme süreçleri ile tanımlamıştır. Astronomlar, olguları açıklama ve başkalarına aktarmada, genellikle modelleri ve özellikle zihinsel modelleri kullanırlar. Öğrencilerin de onlar gibi düşünmeye başlamaları için, kişisel bilgileri ve kavramlarıyla birlikte zihinsel modellerini yapılandırabilmeleri ve güncellemeleri gerekmektedir (Taylor vd., 2003).

Bilimsel modellerin ve modellemeye dayalı öğretimin, fen öğretimini gerçekleştirmek için temel olduğunu vurgulayan Gilbert (2004), öğrencilerin bilimsel modeller ve modellerin doğası hakkındaki düşüncelerini geliştirmenin en iyi yolu olarak da, aktif olarak değişik türlerde modelleme etkinlikleri yapacakları ortamlar hazırlamak olduğunu belirtmiştir. Modellemeye dayalı öğretim etkin olarak kullanıldığında, ilköğretim fen öğretimi için, önemli olan bilim içeriği, bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğasını birleştirebilir. Her aşamada, öğrenciler, modellerini değerlendirmek, revize etmek, test etmek ve anlatmak yoluyla bilimsel fikirlerini ve zihinsel modellerini inşa ederler (Gilbert & Ireton, 2003; Justi & Gilbert, 2002). Bir model değiştirme ve geliştirme eylemi, öğrencileri, bir sistemin fonksiyonel yönlerini ve zamanla sistem davranışını etkileyen ilişkileri göstermeye teşvik eder (NRC, 2007). Özetle, aşamalı ve ardışık modelleme döngüleri öğrencinin öğrenmesini ve zihinsel model oluşturmalarını kolaylaştırmaktadır.

#### **5.1.4. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Zihinsel Modellerine İlişkin Sonuçlar**

Öğrencilerin zihinsel modellerindeki gelişimi belirlemek amacıyla, ZMDÖ'ne verdikleri yanıtlar çizimleri ile birlikte değerlendirilmiştir. Öğrencilerin zihinsel modellerinin, nitel analiz ile sınıflandırılması sonucunda, deney grubu öğrencilerinin zihinsel modellerinin; ilkel zihinsel modellerden, bilimsel zihinsel modellere doğru daha çok geliştiği görülmüştür. Bu durumda modellemeye dayalı öğretim yapılan derslerin öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişimine olumlu katkı sağladığı söylenebilir. Fakat deney ve kontrol grubu öğrencilerinin 10 soru için verdikleri cevaplar genel olarak değerlendirildiğinde, sentez zihinsel modellerin çoğunlukta olduğu söylenebilir. Bu durum, zihinsel modellerin bilimsel yönde değişime karşı dirençli yapılar olduğu görüşünü doğrulamaktadır.

Vosniadou ve Brewer (1992), öğrencilerin ön varsayımlarına göre oluşturdukları modellerden sonra, bilimsel fikirler ve modelleri açıklayarak, öğrencileri ön varsayımlarını yeniden yorumlayarak aşama aşama değiştirmeye yöneltmişlerdir. Sonuç olarak öğrenciler, karşılaştıkları çelişkileri çözmek için, kendi modelleri ile bilimsel model arasında sentez modeller oluşturmuşlardır. Öğrencilerin başlangıç modellerine sebep olan ön varsayımları yeniden yorumladığında dünyanın küre olduğunu anladıkları sonucuna varılmıştır. Literatürdeki diğer araştırmalar incelendiğinde de modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin zihinsel modellerini olumlu yönde etkilediğine dair benzer çalışmalar bulunmaktadır (Arslan, 2013; Clement, 2000; Kurnaz, 2011; Ogan-Bekiroğlu, 2007; Schwarz & White, 2000, Ünal 2005).

ZMDÖ sonuçlarının, nitel analizi ve sınıflandırılması sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde öğrencilerin zihinsel modellerinin olumlu yönde geliştiği gözlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin sahip oldukları zihinsel modelleri, geçerli olan bilimsel modellere doğru gelişmiştir. Bu nedenle gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin zihinsel modellerini ortaya çıkarırken, bilimsel zihinsel modellere uygun bir şekilde zihinsel model gelişimine katkı sağladığı görülmüştür (Harrison & Treagust, 1998).

## 5.2. Öneriler

Elde edilen sonuçlar ve tartışmalar ışığında araştırma ile ilgili olarak şu önerilerde bulunulabilir.

*Öğretmenlere Yönelik Öneriler:*

- Temel kavramlar öğrencilere kazandırılırken oldukça fazla örnek verilebilir. Bu örnekler, öğrencilerin katılımıyla oluşturulabilir.
- Uzayla ilgili güncel belgeseller öğrencilere izletilebilir. Evren, Güneş, gezegen, uydusu gibi kavramların etkili öğretimi için, öğrencilerin zihinlerinde bu konu ile ilgili olayları canlandırabilecek ilgili resimlerin, simülasyonların gösterilmesi, konuyla ilgili çalışma materyallerinin geliştirilmesi önemlidir.
- Öğrenciler, gruplar oluşturarak konuya ilişkin projeler, somut modeller hazırlamaya, posterler hazırlayarak araştırmalarını sunmaya yönlendirilebilir.
- Öğrencilere sınıf içi etkinlikler bilim tarihinden örneklerle bilimin nasıl işlediği, bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğuna ilişkin örneklerle kazanmaları sağlanabilir.

- Bilimin amacı ve özünde bir düşünme süreci olduğu her aşamada vurgulanarak, sınıf içinde sorgulamaya ve modellemeye yönelik etkinliklerin daha sık yer alması sağlanabilir.
- Zihinsel model oluşturma sürecinde en önemli görev öğretmendir. Öğretmen, öğrenci ile birlikte bilgiyi ortak yapılandıran kişi olduğu için, eleştiri ve revizyon döngülerini güçlendirmek için, öğrencilerin zihinsel modellerinin sürekli farkında olmalıdır.
- Öğretmenler; bilimin doğası, bilimsel modellerin, metaforların ve analoginin rolü hakkında yeterli pedagojik alan bilgisine sahip olmalıdır.

#### *Araştırmacılara Yönelik Öneriler:*

- Bu araştırma 4 haftalık deneysel uygulama ile sınırlıdır. Araştırma süresinin artırılmasının genellikle uygulanan öğretim yöntemin etkilerini görmeyi kolaylaştıracağı düşünüldüğünden modelleme yoluyla öğretimin etkilerinin daha iyi görülebilmesi için araştırma süresi daha uzun tutularak araştırma tekrarlanabilir.
- Bu araştırmada modellemeye dayalı öğretimin temel astronomi konularındaki başarıları, bilimsel süreç becerileri ve zihinsel model gelişimleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada kullanılan yöntemin diğer konulardaki etkilerinin belirlenmesi için yöntem farklı konulara uygulanabilir.
- Modellemeye dayalı öğretimin kavramsal değişim etkileri araştırılabilir. Özellikle öğrencilerde, süreç boyunca meydana gelecek bilişsel gelişim daha detaylı izlenerek yöntemin, kavramsal değişimi sağlamasına yönelik katkısı incelenebilir.
- Öğrencilerin, modellerin özellikleri, modellemenin doğası üzerine görüşleri araştırılabilir. Öğrencilerin modelleme hakkındaki bilgileri ile oluşturdukları modellerinin niteliği arasındaki ilişki araştırılabilir.
- Modellemeye dayalı eğitim alan bireylerin üst sınıflardaki eğitim deneyimlerinin bu etkinliklerden nasıl etkileneceği araştırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Açıköz, Ün K. (2004). *Aktif öğrenme*. İzmir: Eğitim Dünyası.
- Adadan, E. (2014). Model-tabanlı öğrenme ortamının kimya öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramını ve bilimsel modellerin doğasını anlamaları üzerine etkisinin incelenmesi. *OMÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 378-403.
- Aikenhead, G. S. (1992). The integration of science education into science education. *Theory into practice*, 31(1), 27-34.
- Aksakal, M., Karataş, A. & Laçın-Şimşek C. (2015). Mayoz bölünme konusunun öğretiminde modellerle zenginleştirilmiş laboratuvar ortamının akademik başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(1), 49-60. [http://pauegitimdergi.pau.edu.tr/Makaleler/2077134915\\_4.pdf](http://pauegitimdergi.pau.edu.tr/Makaleler/2077134915_4.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- 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.
- Atasoy, B. (2002). *Fen öğrenimi ve öğretimi*. Ankara: Gündüz.
- Atasoy, Ş. & Akdeniz A. (2007). Kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik bir testin geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 4 (1), 45-55.
- Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H. & Zhan, L. (2011). Engaging elementary students in scientific modeling: The MoDeLS fifth-grade approach and findings. In M.S. Khine, I.M. Saleh (Eds.), *Models and modeling in science education* (pp.195-218). Springer Science+Business Media B.V.

- Barab, S. A.; Hay, K. E.; Barnett, M.; Keating, T. (2000) Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 719-756.
- Barnett, M., MaKinster, J. G. & Hansen, J. A. (2001). *Exploring elementary students' learning of astronomy through model building*. <http://www.stanford.edu/dept/SUSE/projects/ireport/articles/3D/astronomy%20for%20elementary.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Bilal, E. (2010). *Elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançlara etkisi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bostan, A. (2008). *Farklı yaş grubu öğrencilerinin astronominin bazı temel kavramlarına ilişkin düşünceleri*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Buckley, B.C. & Boulter, C. J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building mental models. In J. K. Gilbert & C.J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 119–135). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Buckley, B.C. (2000). Interactive multimedia and model-based learning in biology. *International Journal of Science Education*, 22(9), 895–935.
- Bülbül, E., İyibil, Ü. & Şahin, Ç. (2013). Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin astronomi kavramıyla ilgili algılamalarının belirlenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 182-191.
- Büyüköztürk, Ş. (2008). *DeneySEL desenler: öntest - sontest kontrol grubu desen ve veri analizi (2. baskı)*. Ankara: Pegem A.
- Büyüköztürk, Ş. (2008). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (9. baskı)*. Ankara: Pegem.
- Cerit-Berber N. & 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.

- Cin, M. (2007). Alternative views of the solar systems among Turkish students, *International Review of Education*, 53(1), 39-53.
- Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism. In G. Glover, R. Ronning, & C. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity: Assessment, theory and research* (pp. 341-381). New York: Plenum.  
<http://people.umass.edu/~clement/pdf/Learning%20via%20Model%20Construction%20and%20Criticism.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- 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.  
[http://people.umass.edu/~clement/pdf/using\\_bridging\\_analogies.pdf](http://people.umass.edu/~clement/pdf/using_bridging_analogies.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041–1053.
- Cohen, L., Manion L. & Morrison K. (2007). *Research methods in education*. (Sixth edition). Taylor & Francis e-Library, 2007.
- Coll R.K, France, B. & Taylor, I. (2005). The role of models and analogies in science education: implications from research, *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Coll, R.K. & Lajium, D. (2011). Modeling and the future of science learning. M.S. Khine, I.M. Saleh (Eds.), *Models and modeling in science education*. (pp.3-21). Springer Science+Business Media B.V.
- Çepni, S. (2005). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler.
- Çepni, S., Kurnaz, M.A. & Şenel-Çoruhlu, T. (2012). *Öğretim programları temelinde Yer Bilimleri ve Astronomi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Demirçalı, S. (2014). *7.Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi "İnsan ve çevre" ünitesinde fen teknoloji toplum yaklaşımıyla öğretim sonuçlarının değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Durukan, Ü.G. & Sağlam Arslan, A. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını ilişkilendirme durumlarının analizi. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(2), 97-109.
- Ekiz, D. & Akbaşı, Y (2005). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin astronomi ile ilgili kavramları anlama düzeyi ve kavram yanlışları. [http://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli\\_Egitim\\_Dergisi/165/ekiz.htm](http://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli_Egitim_Dergisi/165/ekiz.htm) sayfasından erişilmiştir.
- Emrahoğlu, N. & Öztürk, A. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanlışlarının incelenmesi üzerine boyamsal bir araştırma. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (1), 165–180.
- Enger, S. & Yager, R., E. (1998). *The Iowa assessment handbook*. Science Education Center of Iowa.
- Ercan, İ. & Kan, İ. (2004). Ölçeklerde güvenilirlik ve geçerlik. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30 (3) 211-216.
- Ergün A. (2013) *Atom ve molekül konusunda kavram yanlışları ve bunları iyileştirmek için örnek etkinlikler*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Esendemir, G. (2014). *Modelleme ve bilgisayar animasyonları destekli sosyal yapılandırmacı yaklaşımın insan üreme sistemini anlamaya etkisi*. Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Etkina, E., Warren, A. & Gentile, M. (2006). The role of models in physics instruction. *The Physics Teacher*, (44), 34-39.
- Franco, C. & Colinvaux, D. (2000). Grasping mental models. In J.K.Gilbert & C.J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp.93-118), İngiltere: Kluwer Academic.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J. & 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 – 17). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic.

- Gilbert, J.K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 115–130.
- Gilbert, S. W. (2011). Models-based science teaching. NSTA Press, - Science -
- Gilbert, S. W. & Ireton, S. W. (2003). *Understanding models in earth and space science*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Gobert, J. (2000). A typology of causal models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education*, 22(9), 937–977.
- Gobert, J. D. & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 891-894.
- Gobert, J. D. & Pallant, A. (2004). Fostering students' epistemologies of models via authentic model-based tasks. *Journal of Science Education And Technology*, 13 (1), 7-22.
- Gökçe-Şahin, M. (2008). *The Effect of Modelling Instruction on High School Students' Understanding of Projectile Motion*. Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Greca M. I. & Moreira, M.A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22 (1), 1- 11.
- Guo-Li, C. & Anderson O. R. (2010). A Study of undergraduate physics students' understanding of heat conduction based on mental model theory and an ontology–process analysis. *Science Education*, 94 (5). 825–854.
- Gülçiçek, Ç., Bağcı, N. & Moğol, S. (2004). Öğrencilerin atom yapısı-Güneş Sistemi pedagojik benzeştirme (Analoji) modelini analiz yeterlikleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 159. <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/159/gulcicek-bagci-mogol.htm> sayfasından erişilmiştir.
- Gülseçen H. (2002). Astronominin Diğer Temel Bilimlerle İlişkisi. [http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b\\_kitabi/PDF/Astronomi/panel/t1-3d.pdf](http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Astronomi/panel/t1-3d.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y., & Kırıcı, M. (2008). Modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 65-90.

- Günbatır, S. & Sarı, M. (2005) Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (1), 185-197.
- Güneş, B., Bağcı N. & Gülçiçek Ç. (2004a). Fen bilimlerinde kullanılan modellerle ilgili öğretmen görüşlerinin tespit edilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4 (7), 1-14.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. & Bağcı, N. (2004b). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Halloun, I. A. (2004). *Modeling theory in science education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Halloun, I. A. (2007). Mediated modeling in science education. *Science & Education*, 16, 653-697.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: implications for teaching science. *Science Education*, 80, 509-534.
- Harrison, A. G. & Treagust, D., F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?. *School Science and Mathematics*, 98 (8), 420-429.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models, *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011- 1026.
- İyibil, Ü.,G. (2010). *Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını anlama düzeylerinin ve ilgili kavramlara ait zihinsel modellerinin analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- İyibil, Ü. & Sağlam-Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*. 4 (2), 25-46.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Toward a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

- Justi, R. & Gilbert, J. K. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273–1292.
- Kalaycı, Ş. (2009). *SPSS Uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil.
- Karasar, N. (2002). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel.
- Khan, S. (2011). What's missing in model-based teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 535–560.
- Kline, R. (2009). *Becoming a behavioral science researcher (A guide to producing research that matters)*. The Guilford Press (A Division of Guilford Publications, Inc.), 72 Spring Street, New York.
- Kurnaz M. A. & Değermenci A. (2011). Temel astronomi kavramlarına ilişkin öğrenci algılamalarının sınıf seviyelerine göre karşılaştırması, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 91 – 112.
- Kurnaz M.A. & Sağlam-Arslan, A. (2011). Model tabanlı öğrenme yaklaşımını temel alan öğrenme ortamının öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeylerine etkisi. *e-international journal of educational research*, 2 (2), 1-16.
- Kurnaz M. A. & Değermenci A. (2012). 7. Sınıf öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay ile ilgili zihinsel modelleri. *İlköğretim Online*, 11(1), 137-150. <http://ilkogretim-online.org.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Kurnaz, M. A. (2012a). Yıldız, Kuyruklu Yıldız ve Takımyıldız kavramlarıyla ilgili öğrenci algılamalarının belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 251-264.
- Kurnaz, M. A. (2012b). Turkish students' understandings about some basic astronomy concepts: A Cross-grade study. *World Applied Sciences Journal*, 19 (7), 986-997.
- Küçüközer, H. (2008). The effects of 3D computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the moon. *Physics Education*, 43 (6), 632–636.
- MEB, (2004). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4. ,5. Sınıflar) öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx> sayfasından erişilmiştir.

- MEB, (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji Dersi (6, 7, 8. Sınıflar) öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx> sayfasından erişilmiştir.
- MEB, (2006). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları. sayfasından erişilmiştir.
- MEB, (2008). *İlköğretim Fen ve Teknoloji 7 Öğretmen Kılavuz Kitabı, 2. Baskı*, Ankara: İmpress Baskı.
- MEB, (2010). *Ortaöğretim astronomi ve uzay bilimleri dersi öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx> sayfasından erişilmiştir.
- MEB, (2013). *İlköğretim kurumları Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6, 7, 8. Sınıflar) öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx> sayfasından erişilmiştir.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. London: Sage.
- National Research Council. (1996). *The national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2007). *The national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nersessian, N. J. (1995). Should physicists preach what they practice? Constructive modeling in doing and learning physics. *Science Education, 4*, 203-226.
- Nersessian, N. J. (1999). Model-based reasoning in conceptual change. In L. Magnani, N. J. Nersessian, & P. Thagard (Eds.), *Model-based reasoning in scientific discovery* (pp. 5–22). New York: Kluwer Academic/Plenum Press.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. A. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Nunez-Oviedo, M. C. & Clement, J. (2003). *Model competition: A strategy based on model based teaching and learning theory*. [http://people.umass.edu/~clement/pdf/model\\_competition.pdf](http://people.umass.edu/~clement/pdf/model_competition.pdf) sayfasından erişilmiştir.

- Nunez-Oviedo, M. C. (2004). *Teacher-student co-construction processes in biology: Strategies for developing mental models in large group discussions*. Doctoral Dissertation, University of Massachusetts, Amherst, MA. Retrieved from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3068574).
- Ogan-Bekiroglu, 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.
- Oh P. S. & Oh S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Oğuz A. (2007). Developing students' understanding and thinking process by model construction. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 198-209.
- 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.
- Passmore, C. & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 185–204.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211–227.
- Rea-Ramirez, M. A. (1998). *Model of conceptual understanding in human respiration and strategies for instruction*. (Doctoral Dissertation), University of Massachusetts, Amherst.
- Rea-Ramirez, M.A, Clement, J. & Nunez-Oviedo, M.C. (2008). An instructional model derived from model construction and criticism theory. In J. Clement and M.A. Rea-Ramirez (eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science*, (pp. 23–43). New York: Springer.
- Sarikaya R., Selvi M. & Doğan-Bora, N. (2004). Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde model kullanımının önemi. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 85-88.

- Senemoğlu, N. (2014). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: kuramdan uygulamaya (23. baskı)*. Ankara: Yargı.
- Sezen, F. (2002). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin astronomi kavramlarını anlama düzeyleri ve kavram yanlışları*. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Schwarz, C.V. & White, B.Y. (2000). Developing a Model-Centered Approach to Science Education.  
<http://schwarz.wiki.educ.msu.edu/file/view/C.+Schwarz+AERA+2002+paper.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Schwarz, C. V. & Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91, 158–186.
- Shen, J. & Confrey, J. (2007). From conceptual change to transformative modeling: A case study of an elementary teacher in learning astronomy. *Science Education*, 91, 948–966.
- Steinberg, M. & Clement, J.(2001). Evolving mental models of electric circuits. In Behrendt, H. et al. (eds.), *Research in science education—past, present, and future*, (pp.235-240). Dordrecht: Kluwer.
- Şahin, Ç., Bülbül, E. & Durukan Ü. (2013). Öğrencilerin gök cisimleri konusundaki alternatif kavramlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1 (2), 38-64.  
[http://www.joucer.com/pdfler/JCER\\_ID109\\_Sahin\\_Bulbul\\_Iyibil\\_2013\\_1\\_2.pdf](http://www.joucer.com/pdfler/JCER_ID109_Sahin_Bulbul_Iyibil_2013_1_2.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- Tan, M. & Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 89-101.
- Taylor, I., Barker, M. & Jones, A (2003): Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1205-1225.
- Türk, C., Kalkan S., Bolat M., Akdemir E., Karakoç Ö. & Kalkan H. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını kavrama düzeyleri üzerine bir durum çalışması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1 (2), 202-209.

- Ünal, G. (2005). *Fen öğretiminde derinlemesine öğrenme: “Basınç” konusunda modelleme*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ünal G, & Ergin Ö. (2006). Fen Eğitimi ve Modeller. *Milli Eğitim*, 171 (yaz). 188-196.
- Ünal-Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Üçer-Şaylan, D. & Göğüş, E. (2009). *Bilim Eğitiminde Astronomi*. [http://galileo-ogretmenleri.net/astroed/BEA\\_201102.pdf](http://galileo-ogretmenleri.net/astroed/BEA_201102.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- Van Driel, H. J. & Verloop, N (1999). Teachers’ knowledge of models and modelling in science. *Int. J. Sci. Edu.* 21 (11), 1141-1153.
- Van der Veer, G. (2000). *Mental models of incidental human-machine interaction*. <http://www.cs.vu.nl/~gerrit/mmi9910-report1.doc> sayfasından erişilmiştir.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.,F. (1992). Mental models of the earth: A study on conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.,F. (1994). Mental Models of the Day/Night Circle, *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S. (2001). Conceptual change –Teaching and Learning processes: Conceptual change research and the teaching of science 1. In Behrendt, H. (Ed), *Research in Science Education - Past, Present, and Future*, (pp.177-188). Kluwer Academic. USA.
- Vosniadou, S. (2002). Mental models in conceptual development. In L. Magnani & N. J. Nersessian (Eds.), *Model-based reasoning: Science, technology, values*. (pp. 353–368). New York: Kluwer Academic/Plenum Press.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5.Baskı). Ankara: Seçkin.

YÖK / DÜNYA Bankası. (1997) Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.

<https://www.cfa.harvard.edu/seuforum/mtu/>,

<http://www.unawe.org/resources/education/>,

<https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/index.html>



## **EKLER**

- 1. EK-1 FEN VE TEKNOLOJİ PROGRAMI 7. SINIF GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ KAZANIMLARI**
- 2. EK-2: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ KAVRAM HARİTASI**
- 3. EK-3: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ ÜNİTELENDİRİLMİŞ YILLIK PLANI**
- 4. EK-4: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ MODELLEMeye DAYALI DERS PLANI**
- 5. EK-5: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ**
- 6. EK-6: BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ TESTİ**
- 7. EK-7: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ ZİHİNSEL MODELLERİ DEĞERLENDİRME SORULARI**
- 8. EK- 8: ZMDÖ SORULARI ÇİZİM VE DEĞERLENDİRME ÖRNEKLERİ TABLOSU**
- 9. EK-9: ÇALIŞMA YAPRAKLARINDAN ÖRNEKLER**
- 10. EK-10: ÖĞRENCİ ÇALIŞMA YAPRAKLARINDAN ÖRNEKLER**
- 11. EK-11: ÇALIŞMA ORTAMI İLE İLGİLİ RESİMLER**
- 12. EK-12: ÇALIŞMADA KULLANILAN POWERPOINT SUNUMU**

## **EK-1:FEN VE TEKNOLOJİ PROGRAMI 7. SINIF GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ KAZANIMLARI**

### **1. Uzayda bulunan gök cisimleri ile ilgili olarak öğrenciler;**

- 1.1. Gök cisimlerini çıplak gözle gözleyerek özelliklerini belirler (BSB-1, 2, 4, 5, 6, 7).
- 1.2. Uzayda, çıplak gözle gözleyebildiğimizden çok daha fazla gök cisimi olduğunu fark eder (BSB-8, 25; FTTÇ-1, 3, 16).
- 1.3. Bilinen takımyıldızlara örnekler verir.
- 1.4. Kuyruklu yıldızlara örnekler verir.
- 1.5. Gözlem yaparken, yıldızlarla gezegenleri birbirinden ayırt eder (BSB-1,2, 4-7).
- 1.6. Güneşin de bir yıldız olduğunu ifade eder (BSB-2).
- 1.7. Yıldızlar arasındaki çok uzak mesafelerin “ışık yılı” adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.
- 1.8. Meteor ile gök taşı arasındaki farkı açıklar.

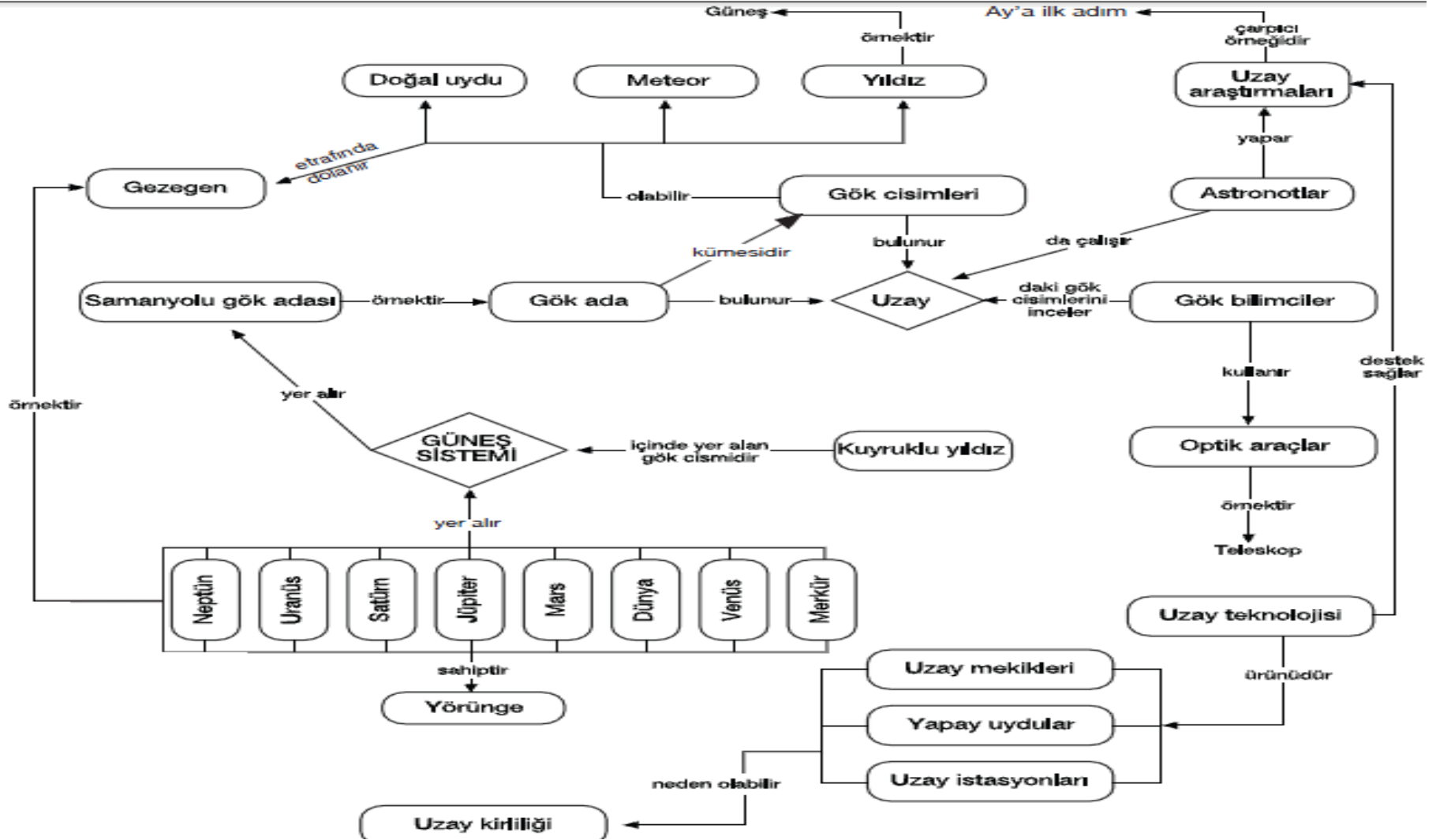
### **2.Güneş sistemi ve uzayla ilgili olarak öğrenciler;**

- 2.1. Güneş sistemindeki gezegenleri Güneş’e yakınlıklarına göre sıralar (BSB-4).
- 2.2. Güneş sistemindeki gezegenlerin Güneş’e olan uzaklıklarının “astronomi birimi” (AB) adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.
- 2.3. Güneş sistemindeki gezegenlerin belirli yörüngelerde hareket ettiklerini kavrar.
- 2.4. Güneş sistemindeki gezegenleri, belirgin özelliklerine (birbirlerine göre büyüklükleri, doğal uydu sayıları, etraflarında halka olup olmaması) göre karşılaştırır (BSB-4, 5).
- 2.5. Güneş sistemini temsil eden bir model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8).
- 2.6. Ay’ın, Dünya’nın uydusu olduğunu gösteren bir model oluşturur ve sunar (BSB-28,30, 32; FTTÇ-4, 8).
- 2.7. Gök adalara örnekler vererek özelliklerini kavrar (BSB-5).
- 2.8. Dünya dışındaki evren parçasını “uzay” olarak tanımlar ve Dünya’mızın uzaydaki yerini belirtir.



### **3. Uzay araştırmaları ile ilgili olarak öğrenciler;**



- 3.1. Eski medeniyetlerin gök biliminde nasıl veri topladıkları, kaydettikleri, bunları ne amaçla ve nasıl kullandıkları hakkında bilgi toplayarak bir görüş oluşturur ve sunar (BSB-25, 32; FTTÇ-1, 2, 3, 34, 35).
- 3.2. Gök bilimcilerin, teleskoplar yardımıyla gök cisimlerinin hareketlerini ve yapısını inceleyen bilim insanları olduklarını belirtir (FTTÇ-11, 12, 34, 35; TD-2, 3).
- 3.3. Ünlü Türk gök bilimciler ve çalışmaları hakkında örnekler verir (FTTÇ-15; TD-3).
- 3.4. Teleskopların uzay gözlemi yapmadaki önemini fark eder (BSB-3, 17).
- 3.5. Basit bir teleskop yapmak için teknolojik tasarım yapar, model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8, 9).
- 3.6. Teknolojinin uzay araştırmalarına, uzay araştırmalarının da teknolojiye katkısını örneklerle açıklar (FTTÇ-3, 16, 17, 31, 32, 36).
- 3.7. Astronotların uzayda pek çok alanda (fizik, kimya, biyoloji, tarım, eczacılık, balistik vb.) incelemeler yapan bilim insanı olduklarını belirtir (FTTÇ-11, 12, 34, 35; TD-2, 3).
- 3.8. Ay’a atılan ilk adımın, uzak gezegenlere gidebilme ve uzay araştırmaları bakımından önemini kavrar.
- 3.9. Evrenin, uçsuz bucaksız olması nedeniyle uzay hakkında bilinen gerçeklerin sınırlı ve yeni araştırmalarla değişebilir olduğunu örneklerle açıklar (FTTÇ-1, 3).
- 3.10. Uzay çalışmalarına dayanarak ve hayal gücünü kullanarak geleceğe yönelik tahminler yürütür (BSB-8, 9; FTTÇ-1, 3, 31).
- 3.11. Uzay kirliliğinin sebeplerini ifade ederek bu kirliliğin yol açabileceği olası sonuçları tahmin eder (BSB-8; FTTÇ-18, 21, 26, 28, 29, 32).




## EK-2: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ KAVRAM HARİTASI









## EK-3: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ ÜNİTELENDİRİLMİŞ YILLIK PLANI

AY	TARİH	HAFTA	SAAT	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER	AÇIKLAMALAR	ÖLÇME DEĞERLENDİRME	DERS İÇİ VE DİĞER DERSLERLE İLİŞKİLENDİRME	ARA DİSİPLİNER ATATÜRKÇÜLÜK
MAYIS	05 - 09 MAYIS 2014	31. HAFTA	4	<p><b>1-GÖK CİSİMLERİNİ TANIYALIM</b></p> <p><b>1. Uzayda bulunan gök cisimleri ile ilgili olarak öğrenciler;</b></p> <p>1.1. Gök cisimlerini çıplak gözle gözleyerek özelliklerini belirler (BSB-1, 2, 4, 5, 6, 7).</p> <p>1.2. Uzayda, çıplak gözle gözleyebildiğimizden çok daha fazla gök cisimi olduğunu fark eder (BSB-8, 25; FTTÇ-1, 3, 16).</p> <p>1.3. Bilinen takım yıldızlara örnekler verir.</p> <p>1.4. Kuyruklu yıldızlara örnekler verir.</p>	<p>:Gökyüzü Gözlemi</p> <p>:Seni Takımyıldızının Adı ne?</p>	<p><b>[1.1]</b> Gökyüzü gözlemleri dışarıda yapılacaksa, bu gözlemin mümkünse şehir ışıklarından uzakta, bir büyüğün eşliğinde, hava şartlarına uygun kıyafetlerle, en az 20 dakikalık bir sürede yapılması gerektiği belirtilir.</p> <p><b>←→ 1.2</b> Uzayda bulunan gök cisimleri ile ilgili olarak nicel ayrıntılara (çap değeri, ortalama sıcaklık vb.) girilmeyecektir.</p> <p><b>[1.2]</b> Gezegenlerin ışık kaynağı olmadığı, yıldızların bir ömrü olduğu; ömrü tükenmemiş yıldızların belirli yaşlarda ısı ve ışık yaydıkları belirtilir.</p> <p><b>??? 1.3; 1.4</b> “Yıldız” denince akla genelde bayrağımızda yer alan şekil gelmektedir. Oysa yıldızların genelde küresel şekilde olduğu belirtilir.</p> <p><b>[1.3]</b> Takımyıldızı oluşturan yıldızların, ortak özellik veya ilişkileri nedeniyle değil; Dünya’dan bakıldığında birlikte sergiledikleri görünüm nedeniyle ortak bir adla anıldığı belirtilir.</p> <p><b>[1]</b> Kutup Yıldızı’nın geceleyin yön bulmakta kullanıldığı ve bulunduğu yönün kuzeyi gösterdiği belirtilir.</p> <p><b>[1.4]</b> Kuyruklu Yıldızlar, yıldız adıyla adlandırılmakla birlikte yıldızlardan farklıdır.</p>			

MAYIS	12-16 MAYIS 2014	32. HAFTA	4	<p>1.5 Gözlem yaparken, yıldızlarla gezegenleri birbirinden ayırt eder (BSB-1, 2, 4-7).</p> <p>1.6 Güneş'in de bir yıldız olduğunu ifade eder (BSB-2).</p> <p>1.7 Yıldızlar arasındaki çok uzak mesafelerin "ışık yılı" adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.</p> <p>1.8 Meteor ile gök taşı arasındaki farkı açıklar.</p>	<p> Gezegenleri</p> <p>Yıldızlardan Nasıl</p> <p>Ayırt Edersin?</p>	<p>←→ 1.6 Güneş'in tabakalarının özellikleri, sıcaklık değeri, çapı vb. ayrıntılara girilmez.</p> <p>??? 1.7 Işık yılı'nın bir zaman birimi olmadığı; "ışığın bir yılda aldığı yol" olarak ifade edilen bir uzaklık ölçüsü birimi olduğu belirtilir.</p> <p>[?]1.8 Gök taşları, gezegenlerin arasında hareket eden ve tümüyle gaz durumuna geçmeden, atmosfere girerek <i>yeryüzüne ulaşabilen</i> meteorlardır. Ayrıca <i>akan yıldız</i> adı verilen doğa olayına, halk arasında <i>yıldız kayması</i> denildiği ve buna da atmosfere yüksek hızla girip yanan bir meteorun sebep olabileceği belirtilir.</p> <p>[?]1.8 Meteorlar, düştükleri yerlerde ciddi hasarlara yol açabilir, çukurlar oluşturabilir. Oluşan çukurlara <i>meteor çukuru</i> denir; ancak Dünya yüzeyi üzerindeki bir çukurdan söz ediliyorsa buna <i>gök taşı çukuru</i> adı verilir.</p> <p>[?]2.1.-2.5. Uluslararası Astronomi Birliği (International Astronomical Union; IAU), 24 Ağustos 2006 tarihinde Prag'da yaptığı toplantıda Plüton'u gezegen sınıfından çıkararak "Cüce Gezegen" sınıfına dahil etmiştir. İlgili kazanımlar bu değişim doğrultusunda işlenmelidir.</p> <p>[?]2.2 Brastronomi biriminin (AB) Güneş ile Dünya arasındaki uzaklığa eşit olduğu belirtilir.</p>	<p>1.6 Güneş ile ilgili olarak 5. sınıfta öğrenilenler hatırlatılır</p>
				<p><b>2-GÜNEŞ SİSTEMİ</b></p> <p><b>2Güneş sistemi ve uzayla ilgili olarak öğrenciler;</b></p> <p>2.1.Güneş sistemindeki gezegenleri Güneş'e yakınlıklarına göre sıralar (BSB-4).</p> <p>2.2Güneş sistemindeki gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının "astronomi birimi" (AB) adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.</p>	<p> Güneş</p> <p>Sistemimizi</p> <p>Tanıyalım</p>		

MAYIS	21-23 MAYIS 2014	33. HAFTA	4	<p>2.3.Güneş sistemindeki gezegenlerin belirli yörüngelerde hareket ettiklerini kavrar.</p> <p>2.4.Güneş sistemindeki gezegenleri, belirgin özelliklerine (birbirlerine göre büyüklükleri, doğal uydu sayıları, etraflarında halka olup olmaması) göre karşılaştırır (BSB-4, 5).</p> <p>2.5.Güneş sistemini temsil eden bir model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8).</p> <p>2.6.Ay'ın, Dünya'nın uydusu olduğunu gösteren bir model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8). 2.7.Gök adalara örnekler vererek özelliklerini kavrar (BSB-5).</p> <p>2.8.Dünya dışındaki evren parçasını "uzay" olarak tanımlar ve Dünya'mızın uzaydaki yerini belirtir.</p>	<p>:Güneş Sistemi Modelim</p> <p>:Uydu Modeli Tasarlıyorum</p> <p>:Dünya'mızın Adresi Nedir?</p>	<p>←→ 2.4 Güneş sistemindeki gezegenler, birbirlerine göre nitel özellikleriyle (görelî boyut, etrafında halka olup olmaması, uydu sayısı, yüzey şekilleri) ele alınır; nicel ayrıntılara çapının büyüklüğü, yoğunluğu vb.) girilmez.</p> <p>[?]2.6 <i>Gel-Git Olayı</i>'nın, Ay ile Dünya arasındaki hareket ilişkisinden kaynaklanan doğa olayı olduğu bir okuma metniyle verilir</p> <p>[?] 2.7 Galaksi yerine gök ada terimi kullanılır.</p> <p>[?]2.8 <i>Evren</i> kelimesinin; "aradaki boşluklarla birlikte gök cisimlerinin tümü" anlamında kullanıldığı belirtilir. "Dünya'mızın uzaydaki yerinden kastedilen; bulunduğu gök ada/sistem ve Güneş'e yakınlıkta kaçınıcı sırada bulunduğuudur.</p>	<p>2.5 Ay ile ilgili olarak 5. sınıfta öğrenilenler hatırlatılır.</p> <p>☞ 2.5 ve 2.6 kazanımları, Türkçe dersi "Konuşma" temel dil becerisi ile ilişkilendirilir.</p>

<b>MAYIS</b> <b>26- 30 MAYIS 2014</b> <b>34. HAFTA</b>	<b>4</b>	<p><b>3-UZAY ARAŞTIRMALARI</b></p> <p><b>3.Uzay araştırmaları ile ilgili olarak öğrenciler;</b></p> <p>3.1.Eski medeniyetlerin gök biliminde nasıl veri topladıkları, kaydettikleri, bunları ne amaçla ve nasıl kullandıkları hakkında bilgi toplayarak bir görüş oluşturur ve sunar (BSB-25, 32; FTTÇ-1, 2, 3, 34, 35).</p> <p>3.2.Gök bilimcilerin; teleskoplar yardımıyla gök cisimlerinin hareketlerini ve yapısını inceleyen bilim insanları olduklarını belirtir (FTTÇ-11, 12, 34, 35; TD-2, 3).</p> <p>3.3.Ünlü Türk gök bilimciler ve çalışmaları hakkında örnekler verir (FTTÇ-15; TD-3).</p> <p>3.4.Teleskopların uzay gözlemi yapmadaki önemini fark eder (BSB-3, 17).</p> <p>3.5Basit bir teleskop yapmak için teknolojik tasarım yapar, model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8, 9).</p>	<p> Uzay Araştırmalarının Tarihi</p> <p> Bir Teleskop Yapalım</p>	<p>[?] <b>3.1</b> “Gök” denilince, içinde gök cisimlerinin hareket ettiği sonsuz boşluk veya uzay anlaşılır.</p> <p>[?] <b>3.1; 3.2</b> Astronomi yerine gök bilimi; astronom yerine gök bilimci terimi kullanılabilir.</p> <p>[?] <b>3.2</b> Ünlü gök bilimcilerin hayat hikâyeleri verilebilir.</p> <p>[?] <b>3.4</b> Gözlem evlerinin; ışık kirliliğinin gökyüzü gözlemi yapmadaki olumsuz etkileri nedeniyle, şehir dışındaki تنها yerlerde bulunduğu belirtilir. Olanaklar elverdiği ölçüde yakın çevrede bulunan (varsa) bir gözlem evine gezi düzenlenir.</p>	<b>III. Yazılı değerlendirme</b>	<p> <b>3.1</b> kazanımı, Türkçe dersi “Okuma”, “Konuşma” ve “Yazma” temel dil becerisi ile ilişkilendirilir</p> <p> <b>3.2,3.3, 3.4, 3.6</b> kazanımı, Sosyal Bilgiler dersi “Bilim Teknoloji ve Toplum” öğrenme alanı, “Zaman İçinde Bilim” ünitesi kazanım3, 4 ve5 ile ilişkilendirilir</p> <p><b>3.4; 3.5</b> 7. sınıf “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı “Işık ve Ses” ünitesi Mercekler konusu ile ilişkilendirilir.</p> <p><b>3.4</b> Işık kirliliği ile ilgili olarak 4. sınıfta öğrenilenler hatırlatılır.</p> <p><b>3.5</b> kazanımı, Türkçe dersi “Konuşma” temel dil becerisi ile ilişkilendirilir.</p>
--	----------	---	---	--	----------------------------------	--

HAZİRAN	2- 6 HAZİRAN 2014	35. HAFTA	<p>3.6.Teknolojinin uzay araştırmalarına, uzay araştırmalarının da teknolojiye katkısını örneklerle açıklar (FTTÇ-3, 16, 17, 31, 32, 36).</p> <p>3.7.Astronotların uzayda pek çok alanda (fizik, kimya, biyoloji, tarım, eczacılık, balistik vb.) incelemeler yapan bilim insanı olduklarını belirtir (FTTÇ-11, 12, 34, 35; TD-2, 3).</p> <p>3.8Ay'a atılan ilk adımın, uzak gezegenlere gidebilme ve uzay araştırmaları bakımından önemini kavrar.</p>	<p> Çağımıza Yakışan Bir İsim Tamlaması: Uzay Teknolojisi</p>	<p>[?] 3.6 Uzay teknolojisi sayesinde geçmişten günümüze kadar geliştirilen araçlara örnek olarak uzay mekikleri, yapay uydular, uzay istasyonları, özel tasarlanmış giysiler vb. örnek verilebilir.</p> <p>[?] 3.7 Bazı ülkelerde astronot yerine "kozmonot" terimi kullanıldığı belirtilir.</p> <p>[?] 3.7 Uzay çalışmalarında görev almış ünlü astronotlar ile ilgili çeşitli anekdotlar verilir.</p> <p>[?] 3.8 "Ay'a atılan ilk adım" ile ilgili olarak okuma metni verilir.</p>		
	09- 13 HAZİRAN 2014	36. HAFTA	<p>3.9Evrenin, uçsuz bucaksız olması nedeniyle uzay hakkında bilinen gerçeklerin sınırlı ve yeni araştırmalarla değişebilir olduğunu örneklerle açıklar (FTTÇ-1, 3).</p> <p>3.10.Uzay çalışmalarına dayanarak ve hayal gücünü kullanarak geleceğe yönelik tahminler yürütür (BSB-8, 9; FTTÇ-1, 3, 31).</p> <p>3.11.Uzay kirliliğinin sebeplerini ifade ederek bu kirliliğin yol açabileceği olası sonuçları tahmin eder (BSB-8; FTTÇ-18, 21, 26, 28, 29, 32).</p>				<p>Sosyal Bilgiler dersi 6.  3.9, 3.10 kazanımları, sınıf "Bilim Teknoloji ve Toplum" öğrenme alanı, "Elektronik Yüzyıl" ünitesi kazanım 2 ile ilişkilendirilir</p>

## EK-4: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ MODELLEMeye DAYALI DERS PLANI

Tablo 38 Gök Cisimlerini Tanıyalım (2 saat)(1. Aşama)

Kazanımlar	Kavramlar	Makro öğretmen döngüleri	Öğretmen etkinlikleri	Makro öğrenci döngüleri	Öğrenci etkinlikleri
<p><b>2. Uzayda bulunan gök cisimleri ile ilgili olarak öğrenciler;</b>                      1.1. Gök cisimlerini çıplak gözle gözleyerek özelliklerini belirler (BSB-1, 2, 4, 5, 6, 7).                      1.2. Uzayda, çıplak gözle gözleyebildiğimizden çok daha fazla gök cisimi olduğunu fark eder (BSB-8, 25; FTTÇ-1, 3, 16).                      1.5 Gözlem yaparken, yıldızlarla gezegenleri birbirinden ayırt eder (BSB-1, 2, 4-7).                      1.6Güneş'in de bir yıldız olduğunu ifade eder (BSB-2).                      1.7Yıldızlar arasındaki çok uzak mesafelerin "ışık yılı" adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gök cisimleri</li> <li>• Takımyıldız</li> <li>• Kuyruklu yıldız</li> <li>• Gezegenler ve uyduları</li> <li>• Meteorlar</li> <li>• Gök taşları</li> <li>• Işık yılı</li> </ul>	1.Konunun Tanıtılması	Düşünme Soruları: "Bulutsuz bir gecede gökyüzüne baktığımızda neler görüyorsunuz?"	1. Şemaları Düzenleme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorular üzerinde düşünür ve cevaplar.</li> </ul>
		2. Öğrenci Fikirlerinin Açığa Çıkarılması	Düşünme Soruları: Gökyüzünde ne kadar uzağı görebiliyorsunuz? Gökyüzünde neler oluyor?	2. Ön zihinsel modeli oluşturma (M1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etkinlik: Gökyüzünde neler oluyor? (1. Aşama)</li> </ul>
		3. Öğrenci Fikirleri Üzerine Yapılandırma	Düşünme Soruları: Evren nedir? Uzay nedir? Gök cisimleri hareket eder mi? <b>Bilimsel modeli içeren, bilgisayar animasyonu, sunum, okuma parçası</b> Meb Vitamin programından 7. Ünite ile ilgili videolar	3. Yeni Zihinsel model Oluşturma (M2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etkinlik: Evren ne kadar büyük?</li> <li>• Etkinlik: Gök Cisimlerinin sınıflandırılması ile ilgili kartlar.</li> <li>• Etkinlik: Gök cisimlerinin hareketi</li> <li>• Etkinlik: Gökyüzünde neler oluyor?</li> </ul>
		4. Öğrenci Modeli ile Bilimsel Modelleri Karşılaştırma	'EVREN' konulu video (seçilmiş bölüm) Öğretmen tarafından hazırlanmış powerpoint sunusu	4. Öğrenci modelleri ve Bilim İnsanlarının Modellerini Karşılaştırma (M3).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gözlem evi ziyareti</li> <li>• Gökyüzü gözlemi çalışma yaprağı</li> </ul>
		5. Öğrenci Modelini Düzeltmek	Öğrenciler kendi kavramsal değişimlerini yorumlamaları konusunda teşvik edilir. Öğrencilerden başlangıç modelleri (M1) ile son halini verdikleri modellerini (M3) karşılaştırmaları ve gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapmaları istenir. Son olarak öğrencilerden yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmede ve yeni durumların açıklamasında kullanmaları beklenir.	5. Ön ve Son Modelleri Karşılaştırma (M3, M4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapma</li> <li>• Yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmede ve yeni durumların açıklamasında kullanma</li> <li>• Gökyüzünde neler oluyor? (1. Aşama) (modeli gözden geçirme)</li> <li>• Bilim insanları modelleri ile kendi modeli arasında karşılaştırma yapma (M3)</li> </ul>

Tablo 39 Gök Cisimlerini Tanıyalım (2 saat)(2. Aşama)

Kazanımlar	Kavramlar	Makro öğretmen döngüleri	Öğretmen etkinlikleri	Makro öğrenci döngüleri	Öğrenci etkinlikleri
<p><b>3. Uzayda bulunan gök cisimleri ile ilgili olarak öğrenciler;</b>                      1.3. Bilinen takımyıldızlara örnekler verir.                      1.4. Kuyruklu yıldızlara örnekler verir.                      1.5 Gözlem yaparken, yıldızlarla gezegenleri birbirinden ayırt eder (BSB-1, 2, 4-7).                      1.6Güneş'in de bir yıldız olduğunu ifade eder (BSB-2).                      1.8Meteor ile gök taşı arasındaki farkı açıklar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gökcisimleri</li> <li>• Takımyıldız</li> <li>• Kuyruklu yıldız</li> <li>• Gezegenler ve uyduları</li> <li>• Meteorlar</li> <li>• Gök taşları</li> <li>• Işık yılı</li> </ul>	1. Konunun Tanıtılması	Düşünme Soruları: Gökyüzüne bakarken birdenbire parlak bir cismin kaydığını hiç gördünüz mü?," "Bu kayan cisimler ne olabilir?" Yıldızları gruplandırıp farklı şekillere benzettiniz mi?	1. Şemaları Düzenleme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorular üzerinde düşündür ve cevaplar.</li> </ul>
		2. Öğrenci Fikirlerinin Açığa Çıkarılması	Düşünme Soruları: "Öyleyse Güneş de bir yıldız olduğuna göre neden kaymıyor?" "Güneş'in hareket ettiğini biliyoruz. Ancak bu, kayma şeklinde olan bir hareket değil. O zaman yıldızlar kayar diyebilir miyiz?"	2. Ön zihinsel modeli oluşturma (M1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etkinlik: Gökyüzünde neler oluyor? (2. Aşama)</li> </ul>
		3. Öğrenci Fikirleri Üzerine Yapılandırma	<b>Bilimsel modeli içeren, bilgisayar animasyonu, sunum, okuma parçası</b> Meb Vitamin programından 7. Ünite ile ilgili videolar	3. Yeni Zihinsel model Oluşturma (M2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etkinlik: Takımyıldızını bulabilir misin?</li> <li>• Etkinlik: el feneri ile planetarium yapımı (Tübitak,186)</li> <li>• Kuyruklu yıldız modeli yapımı</li> </ul>
		4. Öğrenci Modeli ile Bilimsel Modelleri Karşılaştırma	'EVREN' konulu video (seçilmiş bölüm) Öğretmen tarafından hazırlanmış powerpoint sunusu	4. Öğrenci modelleri ve Bilim İnsanlarının Modellerini Karşılaştırma (M3),	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gök atlası inceleme</li> </ul>
		5. Öğrenci Modelini Düzeltmek	Öğrenciler kendi kavramsal değişimlerini yorumlamaları konusunda teşvik edilir. Öğrencilerden başlangıç modelleri (M1) ile son halini verdikleri modellerini (M3) karşılaştırmaları ve gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapmaları istenir. Son olarak öğrencilerden yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmeye ve yeni durumların açıklamasında kullanmaları beklenir.	5. Ön ve Son Modelleri Karşılaştırma (M3, M4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilim insanları modelleri ile kendi modeli arasında karşılaştırma yapma (M3)</li> <li>• Gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapma</li> <li>• Yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmeye ve yeni durumların açıklamasında kullanma</li> <li>• Etkinlik 2. Gökyüzünde neler oluyor? (2. Aşama)</li> </ul>

Tablo 40 Güneş sistemi

<i>Kazanımlar</i>	<i>Kavramlar</i>	<i>Makro öğretmen döngüleri</i>	<i>Öğretmen etkinlikleri</i>	<i>Makro öğrenci döngüleri</i>	<i>Öğrenci etkinlikleri</i>
<p>2.Güneş sistemi ve uzayla ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>2.1. Güneş sistemindeki gezegenleri Güneş'e yakınlıklarına göre sıralar (BSB-4).</p> <p>2.2. Güneş sistemindeki gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının "astronomi birimi" (AB) adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.</p> <p>2.3. Güneş sistemindeki gezegenlerin belirli yörüngelerde hareket ettiklerini kavrar.</p> <p>2.4. Güneş sistemindeki gezegenleri, belirgin özelliklerine (birbirlerine göre büyüklükleri, doğal uydu sayıları, etraflarında halka olup olmaması) göre karşılaştırır (BSB-4, 5).</p> <p>2.5. Güneş sistemini temsil eden bir model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8).</p> <p>2.6. Ay'ın, Dünya'nın uydusu olduğunu gösteren bir model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8).</p> <p>2.7. Gök adalara örnekler vererek özelliklerini kavrar (BSB-5).</p> <p>2.8. Dünya dışındaki evren parçasını "uzay" olarak tanımlar ve Dünya'mızın uzaydaki yerini belirtir.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gezegen</li> <li>• Uydu</li> <li>• Gelgit olayı</li> <li>• Gökada</li> <li>• Uzay</li> <li>• Astronomi birimi</li> </ul>	1. Konunun Tanıtılması	<p>Düşünme Soruları:</p> <p>Güneş sisteminde hangi gezegenler bulunur?</p> <p>Güneş sistemindeki gezegenler Güneş'e yakınlıklarına göre nasıl sıralanır?</p> <p>Gezegenler Güneş'in etrafında nasıl bir yol izler?</p>	1. Şemaları Düzenleme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorular üzerinde düşünür ve cevaplar.</li> <li>• Etkinlik 1. Güneş Dünya Ay hareketlerini modelleme</li> </ul>
		2. Öğrenci Fikirlerinin Açığa Çıkarılması	Düşünme Soruları:	2. Ön zihinsel modeli oluşturma (M1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etkinlik 2. Güneş sistemini modelliyorum (1. Aşama)</li> </ul>
		3. Öğrenci Fikirleri Üzerine Yapılandırma	<b>Bilimsel modeli içeren, bilgisayar animasyonu, sunum, okuma parçası</b> Meb Vitamin programından 7. Ünite ile ilgili video	3. Yeni Zihinsel model Oluşturma (M2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etkinlik Gezegen kartları (Tübitak)</li> <li>• Etkinlik Gezegenlerin güneşe uzaklıkları</li> </ul>
		4. Öğrenci Modeli ile Bilimsel Modelleri Karşılaştırma	'Güneş sistemi' konulu video Öğretmen tarafından hazırlanmış powerpoint sunusu	4. Öğrenci modelleri ve Bilim İnsanlarının Modellerini Karşılaştırma (M3),	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etkinlik 2. Güneş sistemini modelliyorum (2. Aşama)</li> </ul>
		5. Öğrenci Modelini Düzeltmek	Öğrenciler kendi kavramsal değişimlerini yorumlamaları konusunda teşvik edilir. Bunun için, öğrencilerden başlangıç modelleri (M1) ile son halini verdikleri modellerini (M3) karşılaştırmaları ve gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapmaları istenir. Son olarak öğrencilerden yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmede ve yeni durumların açıklamasında kullanmaları beklenir.	5. Ön ve Son Modelleri Karşılaştırma (M3, M4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilim insanları modelleri ile kendi modeli arasında karşılaştırma yapma (M3)</li> <li>• Gökyüzü gözlemi çalışma yaprağı</li> </ul>

Tablo 41 Uzay Araştırmaları

Kazanımlar	Kavramlar	Makro öğretmen döngüleri	Öğretmen etkinlikleri	Makro öğrenci döngüleri	Öğrenci etkinlikleri
<p><b>Uzay araştırmaları ile ilgili olarak öğrenciler;</b>  3.1. Eski medeniyetlerin gök biliminde nasıl veri topladıkları, kaydettikleri, bunları ne amaçla ve nasıl kullandıkları hakkında bilgi toplayarak bir görüş oluşturur ve sunar (BSB-25, 32; FTTÇ-1, 2, 3, 34, 35).  3.2. Gök bilimcilerin, teleskoplar yardımıyla gök cisimlerinin hareketlerini ve yapısını inceleyen bilim insanları olduklarını belirtir (FTTÇ-11, 12, 34, 35; TD-2, 3).  3.3. Ünlü Türk gök bilimciler ve çalışmaları hakkında örnekler verir (FTTÇ-15; TD-3).  3.4. Teleskopların uzay gözlemi yapmadaki önemini fark eder (BSB-3, 17).  3.5. Basit bir teleskop yapmak için teknolojik tasarım yapar, model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8, 9) 3.6. Teknolojinin uzay araştırmalarına, uzay araştırmalarının da teknolojiye katkısını örneklerle açıklar (FTTÇ-3, 16, 17, 31, 32, 36).  3.7. Astronotların uzayda pek çok alanda (fizik, kimya, biyoloji, tarım, eczacılık, balistik vb.) incelemeler yapan bilim insanı olduklarını belirtir (FTTÇ-11, 12, 34, 35; TD-2, 3).  3.8. Ay'a atılan ilk adımın, uzak gezegenlere gidebilme ve uzay araştırmaları bakımından önemini kavrar.  3.9. Evrenin, uçsuz bucaksız olması nedeniyle uzay hakkında bilinen gerçeklerin sınırlı ve yeni araştırmalarla değişebilir olduğunu örneklerle açıklar (FTTÇ-1, 3).  3.10. Uzay çalışmalarına dayanarak ve hayal gücünü kullanarak geleceğe yönelik tahminler yürütür (BSB-8, 9; FTTÇ-1, 3, 31).  3.11. Uzay kirliliğinin sebeplerini ifade ederek bu kirliliğin yol açabileceği olası sonuçları tahmin eder (BSB-8; FTTÇ-18, 21, 26, 28, 29, 32)..</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzay araştırmaları</li> <li>Teleskop</li> <li>Astronot</li> <li>Uzay kirliliği</li> </ul>	1. Konunun Tanıtılması	Düşünme Soruları: Eski medeniyetlerden bugüne ünlü gök bilimciler kimlerdir? Bu gök bilimciler ne gibi çalışmalar yapmışlardır? Türk bilim insanlarının gök bilimine katkıları nelerdir? Gökyüzü nasıl gözlemlenmektedir?	1. Şemaları Düzenleme	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sorular üzerinde düşünür ve cevaplar.</li> </ul>
		2. Öğrenci Fikirlerinin Açığa Çıkarılması	Düşünme Soruları: Uzay teknolojisi sayesinde geçmişten günümüze kadar geliştirilen araçlar nelerdir? Bir teleskobun yapısında neler bulunur?	2. Ön zihinsel modeli oluşturma (M1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etkinlik 1. Kendi teleskobumuzu yapalım (1. Aşama)</li> <li>Basit bir teleskop modelini nasıl oluşturabileceğini tasarlama</li> </ul>
		3. Öğrenci Fikirleri Üzerine Yapılandırma	<b>Bilimsel modeli içeren, bilgisayar animasyonu, sunum, okuma parçası</b> Meb Vitamin programından 7. Ünite ile ilgili video	3. Yeni Zihinsel model Oluşturma (M2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzay araçları ile ilgili kartlar (Kart oyunu) (Tübitak)</li> </ul>
		4. Öğrenci Modeli ile Bilimsel Modelleri Karşılaştırma	'Uzay Araştırmaları' konulu video Öğretmen tarafından hazırlanmış powerpoint sunusu	4. Öğrenci modelleri ve Bilim İnsanlarının Modellerini Karşılaştırma (M3).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etkinlik 1. Kendi teleskobumuzu yapalım (2. Aşama)</li> </ul>
		5. Öğrenci Modelini Düzeltmek	Öğrenciler kendi kavramsal değişimlerini yorumlamaları konusunda teşvik edilir. Bunun için, öğrencilerden başlangıç modelleri (M1) ile son halini verdikleri modellerini (M3) karşılaştırmaları ve gerekli ise başlangıç modelleri üzerinde değişiklikler yapmaları istenir. Son olarak öğrencilerden yeni öğrenilen bilgiyi problem çözmede ve yeni durumların açıklamasında kullanmaları beklenir.	5. Ön ve Son Modelleri Karşılaştırma (M3, M4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teknolojinin uzay araştırmalarına ne gibi katkıları olabilir ve uzay araştırmalarının günlük yaşamımızı kolaylaştırmada ne gibi katkıları olabilir? Soruları üzerinde düşünme.</li> </ul>

## EK-5: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ

Ad/Soyad :

Sınıf/No:

Sevgili öğrenciler, aşağıda 7. Sınıf “Güneş sistemi ve ötesi ” kazanımlarına yönelik toplam 26 adet çoktan seçmeli soru yer almaktadır. Her soruyu dikkatlice okuyunuz ve 40 dakikalık zaman dilimi içinde, acele etmeden bu soruları cevaplayınız. Hepinize şimdiden teşekkür ederim.

- Gece gökyüzünü gözlemleyen dört öğrencinin yaptığı yorumlardan hangisi **doğrudur?**
  - Ayşe:** “Ben gökyüzünde ışıklı cisim hiç görmedim, bu nedenle uzayda hiç bir şey yoktur.”
  - Büşra:** “Bütün gök cisimleri aynı parlaklıkta görünür.”
  - Cem:** “ Gök cisimleri yaydıkları ışık şiddetine, renklerine ve konumlarına göre ayırt edilebilir”
  - Derin:** “ Gök cisimlerinin büyüklükleri bizim gördüğümüz büyüklüktedir.”
- Uzay hakkında yapılan aşağıdaki yorumlardan hangisi doğrudur?
  - Uzay kocaman bir boşluktur ve içinde hiçbir şey yoktur.
  - Uzay Evren’ den daha büyüktür.
  - Eski medeniyetlerin gök bilimiyle ilgili çalışmalarının şu andaki çalışmalara katkısı yoktur.
  - Uzay çalışmaları günlük hayatımızı kolaylaştıran teflon ve alüminyum folyo gibi araç gereçlerin üretilmesine katkı sağlamıştır.
- Aşağıdakilerden hangisi bir takımyıldızı değildir?
  - Büyükayı
  - Avcı
  - Küçükayı
  - Halley
- Güneş ile ilgili olarak aşağıdaki bilgilerden hangisi **yanlıştır?**
  - Kendi etrafındaki gezegenlerden daha büyüktür.
  - Dünya’ mıza en yakın yıldızdır.
  - Samanyolu gök adasında bulunur.
  - Mavi renktedir.
- I. Orta sıcaklıkta bir yıldızdır.  
II. Güneş sistemindeki en büyük gök cisimidir.  
III. Isı ve ışık kaynağıdır.  
Özellikleri verilen bu gök cismi aşağıdakilerden hangisidir?
  - Kutup yıldızı
  - Çobanyıldızı
  - Güneş
  - Venus
- Güneş ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır?**
  - Güneş’ in diğer yıldızlara göre daha parlak ve büyük görünmesinin nedeni Dünya’ ya diğer yıldızlardan daha yakın olmasıdır.
  - Güneş kendi etrafında döner.
  - Güneş Samanyolu galaksisi içinde de döner.
  - Güneş Dünya etrafında döner.

7. Işık yılı ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
- Güneş ile Dünya arası uzaklıktır.
  - Işığın bir yılda aldığı yoldur.
  - Güneş'in bir yılda aldığı yoldur.
  - Dünya'nın bir yılda aldığı yoldur.
8. Aşağıdakilerden hangisi ışık yılı ve astronomi birimi için ortaktır?
- Zaman birimidir
  - Uzaklık birimidir
  - Işığın bir yılda aldığı yoldur.
  - Güneş ile Dünya arasındaki mesafedir.
9. Halk arasında yıldız kayması da denilen doğa olayı; Akan yıldız ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?
- Gezegen
  - Gökada
  - Meteor
  - Uydu
10. Astronomi birimi ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
- Dünya ile Güneş arası uzaklık 1 AB'ye eşittir.
  - Güneş ile Merkür arası uzaklık 1 AB'ye eşittir
  - Plüton ile Merkür arası uzaklık 1 AB'ye eşittir
  - Gezegenler arası uzaklık 1 AB'ye eşittir
11. Gökadalar ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
- Sarmal yapıda olabilir.
  - Bazıları çıplak gözle gözlenebilir.
  - Samanyolu bir örneğidir.
  - Çok hızlı hareket ederler.
12. Aşağıdakilerden hangisi Gökada değildir?
- Andromeda
  - Samanyolu
  - Ejderha
  - Sombrero
13. Merkür'ün adresi hangi seçenekte doğru verilmiştir?
- Güneş sistemi, Güneşe en yakın 1. Gezegen
  - Andromeda gök adası, Güneş sistemi, güneşe en yakın 2. Gezegen
  - Samanyolu gök adası, Güneş sistemi, güneşe en yakın 1. Gezegen
  - Samanyolu gök adası, Güneş sistemi, güneşe en uzak 1. Gezegen
14. Dünyamızın uzaydaki yeri aşağıdaki ifadelerin hangisinde doğru olarak belirtilmiştir?
- Andromeda gök adası, Güneş sisteminde Güneş'e ikinci yakın gezegendir.
  - Samanyolu gök adası, Güneş sisteminde Güneş'e üçüncü yakın gezegendir.
  - Sombrero gök adası, Halley kuyruklu Yıldız sisteminde Güneş'e ikinci yakın gezegendir
  - Samanyolu gök adası, Güneş sisteminde Güneş'e ikinci yakın gezegendir
15. İstanbul'un enlem ve boylamlarını hesaplayan ve Ay'ın ilk haritasını çıkaran bilim insanı kimdir?
- Ali Kuşçu
  - Galile
  - Takiyyüddin
  - Kopernik

16. Teleskopların özellikleriyle ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

- a) Teleskoplar gök cisimlerini kendi boyutunda gösterir.
- b) Teleskoplar gök cisimlerini çok uzakta gösterir.
- c) Teleskoplarda mercek ve ayna bulunur.
- d) Gece gökyüzündeki gök cisimleri teleskopla gözlenemez.

17. Dört öğrencinin teleskopla ilgili sözlerinden hangisi **yanlıştır**?

- a) Teleskopların icadıyla gökyüzü araştırmaları gelişmiştir.
- b) Teleskoplar atmosferdeki hava olaylarından ve ışık kirliliğinden etkilenmezler.
- c) Gelişen teknoloji ile teleskoplar, yapay uydularla birlikte, Dünya etrafında daha kaliteli gözlem yaparlar.
- d) Teleskoplar daha iyi ölçüm yapabilmek için yüksek tepelere kurulurlar.

18. Uzay yolculukları sırasında astronotlar yaşamlarını sürdürebilmek için özel uzay giysileri kullanır. Aşağıdakilerden hangisi bu uzay giysilerine ait özelliklerden biri **değildir**?

- a) Basınç dengesini ayarlar.
- b) Vücut sıcaklığını korur.
- c) Sürtünmeyi azaltır.
- d) Oksijen ihtiyacını karşılar.

19. Uzay araştırmaları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Tekrar geri dönebilen uzay mekikleri roketlerle fırlatılır.
- II. Radyo teleskoplar uzaydan gelen gözle göremediğimiz ışınları inceler.
- III. İnsanlar Ay'dan sonra Mars'a ayak bastı.
- IV. Uzay hakkında bilinen gerçekler sınırlı olup yeni araştırmalarla değişebilmektedir.

- a) I ve II, IV
- b) II ve III
- c) I ve III, IV
- d) I, II ve III

20.



Aya ilk ayak basan astronot kimdir?

- a) Neil Armstrong
- b) Edwin Eugene Aldrin.
- c) Galileo
- d) Kopernik

21. Aşağıdakilerden hangisi uzay kirliliğine yol açmaz?

- a) Roket parçaları
- b) Yakıt tankları
- c) Yapay uydular
- d) Gözlem evleri

22. Yıldızların çift görünmesinin nedeni nedir?
- A) Dünya'ya göre hareketi
  - B) Güneş sistemine göre hareketi
  - C) Dünya atmosferindeki gazların hareketi
  - D) Gözlemciye göre değişen hareketi
23. Açık bir gecede gökyüzüne bakarak yıldızların hangi özelliklerini tahmin edebilirsiniz?
- A) Mesafe
  - B) Parlaklık
  - C) Yüzey sıcaklığı
  - D) Parlaklık ve yüzey sıcaklığı
24. Dünya'nın atmosferinin sıcak kalmasının temel nedeni nedir?
- A) Volkanlar
  - B) Güneş'ten yayılan ışınım
  - C) Sera etkisi
  - D) Karaların kayması
25. Hangi durumlarda Dünya, Güneş ve Ay aynı hizada olur?
- A) Dolunay'da,
  - B) İlk Dördün ve Son Dördün'de
  - C) Yeni Ay'da.
  - D) Hem Yeni Ay'da, hem Dolunay'da
26. Neden Merkür ve Ay atmosfere sahip değildir?
- A) Yüzeyindeki çekim azdır, bu nedenle gaz molekülleri gezegenden hızla uzaklaşabilir.
  - B) Yüzeyindeki sıcaklık yüksektir, bu nedenle gaz molekülleri gezegenden hızla uzaklaşabilir.
  - C) Kütle içinde az bulunan gaz molekülleri gezegenden hızla uzaklaşabilir.
  - D) Her ikisi de yüksek miktarda yansıtıcıdır.

## EK-6 BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ TESTİ

### BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ TESTİ

Öğrenci Adı:

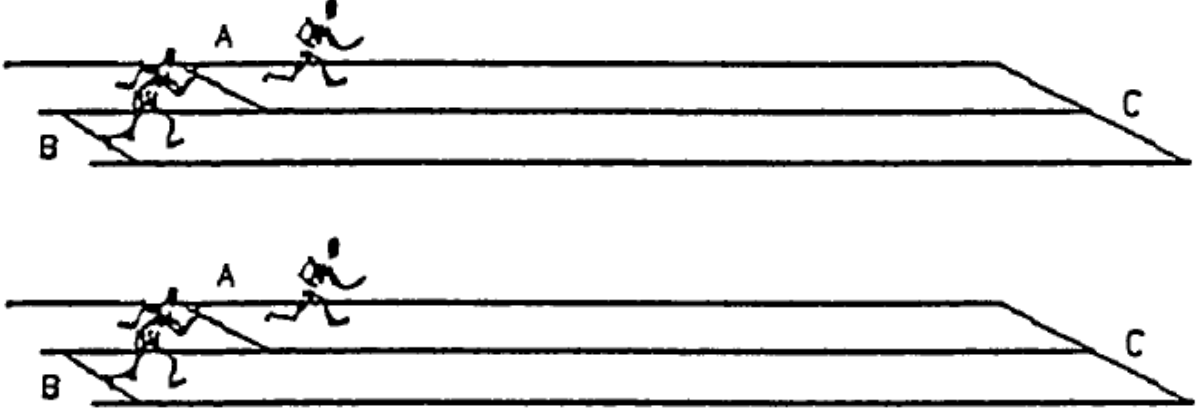
Öğrenci No:

Sevgili öğrenciler, aşağıda ilköğretim öğrencileri için, Bilimsel Süreç Becerilerini tespit etmeye yönelik 26 tane çoktan seçmeli soru yer almaktadır. Bu çalışmada amaç başarılı veya başarısız öğrencileri tespit etmek değildir. Bu nedenle puan ve başarı sıralaması yoktur. Her soruyu dikkatlice okuyunuz ve 40 dakikalık zaman dilimi içinde, acele etmeden bu soruları cevaplayınız. Her bir soru için size en uygun cevabı işaretleyiniz. Hepinize şimdiden teşekkür ederim

#### Gözlem Yapma:

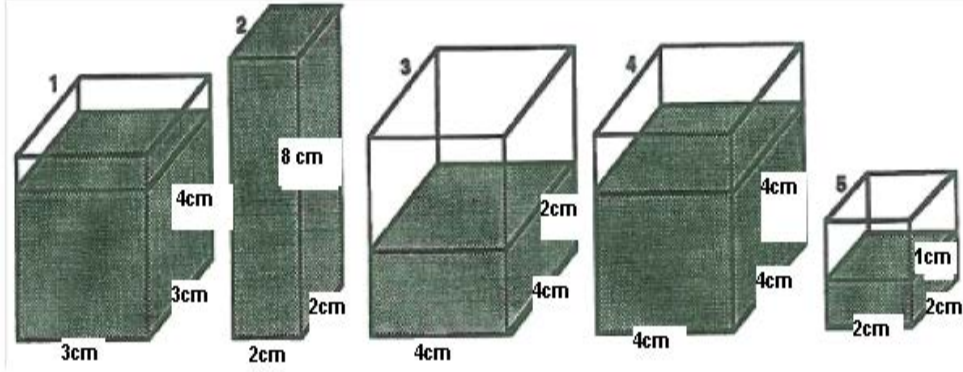
1. Aşağıda verilenlerden hangisi görme hissi ile gözlenebilir?
  - a) Hava sıcaklığındaki değişim
  - b) Bitkilerin boyundaki değişim
  - c) Yeni bir kimyasalın tadındaki değişim
  - d) Bir motorun sesindeki değişim

#### Uzay/Zaman İlişkilerini Kullanma:



2. A ve B noktalarından aynı anda koşmaya başlayan koşucular C noktasına aynı anda ulaşıyorlar. Kim daha hızlı koşmuştur?
  - a) A noktasından başlayan, B noktasından başlayandan daha hızlıdır.
  - b) B noktasından başlayan, A noktasından başlayandan daha hızlıdır.
  - c) A ve B noktalarından başlayanların her ikisi de aynı hızla yarışmıştır.
  - d) B noktasından başlayan, A noktasından başlayandan daha yavaştır.
3. Bir silindir kullanılarak hangi gölge şekli oluşturulamaz?
  - a) Daire
  - b) Kare
  - c) Dikdörtgen
  - d) Üçgen

4. Verilen diyagrama göre, hangi kaplarda eşit hacimde su bulunur?



- a) 1 ve 2      b) 2 ve 3      c) 3 ve 5      d) 2 ve 5

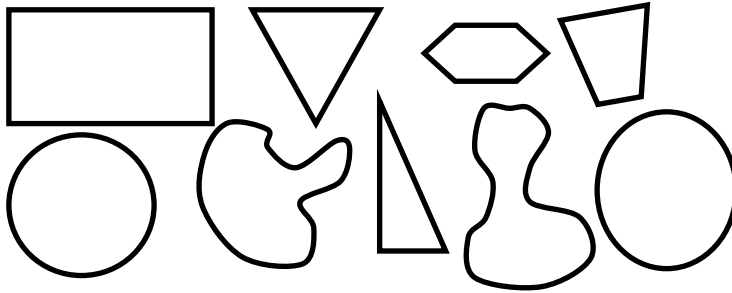
**Sınıflandırma:**

5. Bir İlköğretim okulundaki bazı öğrencilerin bilgileri verilmiştir. Verilen kategorilerden hangisi bu öğrencileri en az iki farklı grupta sınıflandırmayı sağlamaz?

1	2	3	4	5
İsim	Cinsiyet	Doğum Tarihi	Ülke	Okula Başlama Tarihi
M. John	Kız	Haziran 1990	Amerikan	1995
B. Thames	Erkek	Mart 1990	İngiliz	1995
A. Shirley	Erkek	Aralık 1989	Amerikan	1995
R. Thompson	Kız	Mayıs 1990	Amerikan	1995
R. Ali	Erkek	Ekim 1989	Endonezya	1995
B. Ghombal	Erkek	Ağustos 1989	Portekiz	1995

- a) Cinsiyet (Kız veya erkek)      b) Doğum tarihi  
b) c) Ülke      d) Okula başlama tarihi

6. Aşağıdaki nesnelere sınıflandırmada kullanılacak en iyi özellik ne olabilir?



- a) Kare-kare olmama      d) Kıvrımlı daire – Düz Köşe  
b) Düz kenar yok – 4 düz kenar      e) Tek sayıda kenar – Çift sayıda kenar  
c) Daire – Üçgen

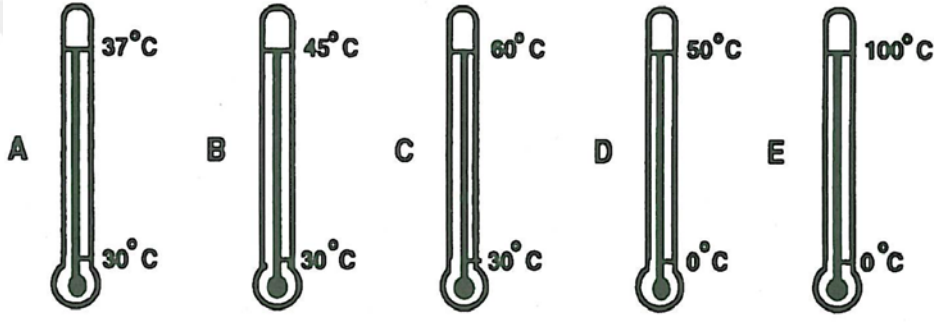


10. Dün hava sıcaklığı  $-5^{\circ}\text{C}$  iken bugün  $10^{\circ}\text{C}$ 'dir. Dün ve bugün arasındaki hava sıcaklığı farkı kaçtır?

- a)  $5^{\circ}\text{C}$  c)  $15^{\circ}\text{C}$   
b)  $10^{\circ}\text{C}$  d)  $20^{\circ}\text{C}$

**Ölçme:**

11. İnsan vücut sıcaklığı  $37^{\circ}\text{C}$ 'dir. Hasta bir kişide vücut sıcaklığı  $36^{\circ}\text{C}$ - $42^{\circ}\text{C}$  arasında değişir. İnsan vücut sıcaklığını ölçmek için hangi termometreyi kullanmak uygundur?



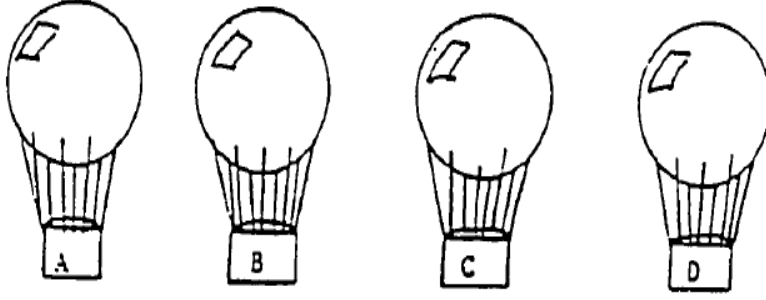
12. 4 öğrenciye bitki verilmiş ve bir dönem boyunca, 4 kez bitki boyunu ölçmeleri istenmiştir. Sonuçlara göre, hangi öğrenci en dikkatli ve kesin ölçüm yapmıştır?

Ölçüm Sayısı				
	1	2	3	4
Ali	3 cm	6 cm	10 cm	10 cm
Ayşe	4 cm	5 cm	5 cm	4 cm
Gül	2 cm	10 cm	4 cm	8 cm
Ahmet	8 cm	3 cm	2 cm	1 cm

- a) Ali c) Gül  
b) Ayşe d) Ahmet

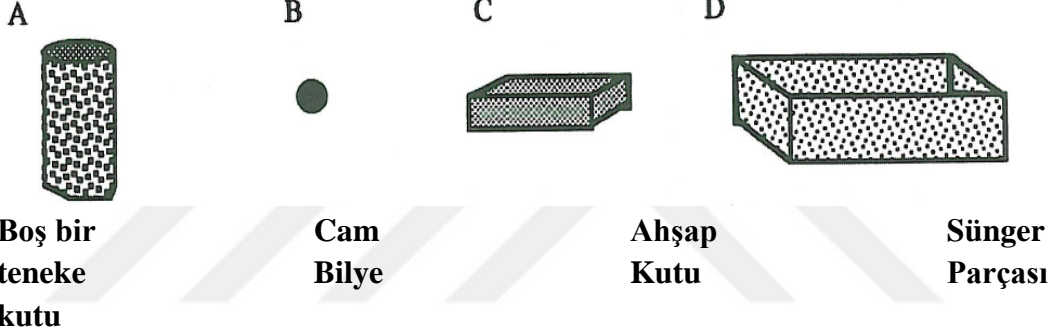


16. Aşağıdaki balonlarda eşit miktarda gaz vardır. Seçeneklerde verilen miktarda kütleler eklendiğinde, en hızlı hangi balon yükselir?



- A) 1000 kg   B) 800kg   C) 500kg   D) 200 kg

17. Verilen şekillerden hangisi suda en hızlı batar?



**Değişkenleri Kontrol Etme:**

18. Cem ve Ali, farklı üreticilerin ürettiği bisiklet tekerleklerinden beklenen mil uzaklığı arasında fark olup olmadığını öğrenmek istiyor. Her ikisi de farklı marka tekerlekler kullanıyor. Aşağıda verilen değişkenlerden hangisi bu deneyde kontrol edilmesi gereken **en önemli** değişkendir?

- Testin yapıldığı zaman
- Her bir tekerleğin aldığı mil sayısı
- Bisiklet sürücüsünün fiziksel kondisyonu
- Hava durumu
- Kullanılan bisikletin ağırlığı

19. Bir grup öğrenci, tohum çimlenmesi üzerine ısının etkisini belirlemek için bir deney gerçekleştirmiştir. Aşağıda verilen değişkenlerden hangisi, bu deneyde kontrol edilmesi gereken **en az önemli** değişkendir?

- a) Tohumların ısıtıldığı sıcaklık derecesi
- b) Tohumların ısıtıldığı süre
- c) Kullanılan toprak çeşidi
- d) Topraktaki nem miktarı
- e) Her bir tohumun büyümesi için kullanılan kabın büyüklüğü

**Verileri Yorumlama:**

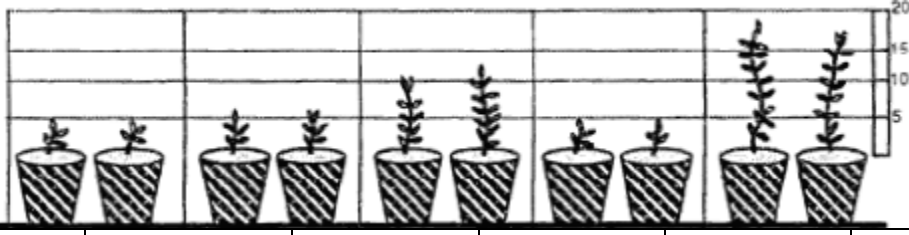
20. Aşağıdaki veriler bir deneyden alınmıştır.

Ortalama Sıcaklık	Tohum Ağırlığı (gram)	Tüketilen Su Miktarı (ml/gün)	Işık alma süresi (dk./gün)	Bitki boyu (cm/ 20 gün)
20 °C	2.2	10	20	20.2
50 °C	2.3	10	20	20.3
30 °C	2.3	10	20	20.2
25 °C	2.1	10	20	20.3
25 °C	2.3	10	30	21.9
25 °C	2.2	10	40	22.8
20 °C	2.2	10	30	21.8
20 °C	2.1	20	30	21.9
20 °C	2.2	30	30	22.0

Üstteki verilere göre; **bitki büyüme hızını etkileyen** sizce nedir?

- a) Bitkinin büyütüldüğü sıcaklık
- b) Günlük tüketilen su miktarı
- c) Bitkinin ışık alma süresi
- d) Tohum ağırlığı

21. Aşağıdaki deneyde, fıstık bitkisinin 20 günde büyüme miktarı verilmiştir.



Zaman	20 Gün	20 Gün	20 Gün	20 Gün	20 Gün
Verilen gübre miktarı	2 gram	2 gram	2 gram	2 gram	2 gram
Sulama miktarı (günlük)	50 ml.	75 ml.	100 ml.	60 ml.	150 ml.

Üstte verilen **grafiğe göre** bu deneyden hangi **sonuçlar** çıkarılabilir?

- a) Bitkiye ne kadar gübre verilirse, bitki o kadar hızlı büyür.
- b) Belirli miktar gübre ile birlikte ne kadar çok su verilirse bitki o kadar hızlı büyür.
- c) Belirli miktar gübre ile birlikte ne kadar çok su verilirse bitki o kadar yavaş büyür.
- d) Belirli miktar su ile birlikte ne kadar çok gübre verilirse bitki o kadar yavaş büyür.

**Hipotez Kurma:**

22. Aylin, içinde su ve şeker bulunan ağzı açık iki kase ile bir deney düzenlemiştir.

Birisini karanlığa diğeri ışıklı ortama koymuştur. Bu deneyde farklı olan değişken nedir?

- a) Işık alma
- b) Kasenin şekli
- c) Hava alma
- d) Her bir kasedeki şeker miktarı

23. Verilen ifadelerden hangisi bir hipotezi en iyi açıklar?

- a) Bir mıknatıs 12 ataşı topladı.
- b) 20 dakikada şişedeki süt dondu.
- c) Ev bitkisi çok fazla sulanmaktan ölmüş olmalı.
- d) Ağaçtaki yaprakların tamamı kırmızıya dönüyor.
- e) Bu hızla, havuz 10 dakikada doldu.

24. Aşağıda verilen veri tablosunu inceleyin. Su sıcaklığı ile çözünme süresi arasındaki ilişkiyle en uygun hipotezi seçin.

	Ortalama Çözünme Süresi (Saniye)			
	20 °C de su	40 °C de su	50 °C de su	60 °C de su
20 g şeker	80	40	20	5
20g tuz	60	30	16	3

- Su sıcaklığına bağlı olarak maddelerin çözünme süresi farklı değildir.
- Su sıcaklığı ne kadar az ise, maddelerin çözünme süresi o kadar kısa olur.
- Su sıcaklığı ne kadar fazla ise, maddelerin çözünme süresi o kadar kısa olur.
- Tabloda verilen bilgilerle bir hipotez kurulamaz.

### İşlemsel Tanımlama:

25. Aşağıda verilenlerden hangisi *işlem tanımlama* olarak yazılabilir?
- Yağın yoğunluğu sudan daha düşük olduğu için, yağ su ile karıştırıldığında, yağ suyun üzerinde yüzecektir.
  - Supersonic jet in sürati, ses dalgalarının süratine yakındır.
  - Arabanı saatte 30 km süratle kullandığında, durmayı planladığın noktadan 30 m önce fren pedalını itmek zorundasın.
  - Bir arabanın sürati sağa veya sola dönerken azalacaktır.
26. Bir öğrenci, kumaşın renginin soğurulan ısı miktarına etkisini test etmek istiyor. Eşit miktarda su bulunan 2 bardak ve 2 farklı renk kumaş kullanarak bir deney düzenler. Bardağın birisi yeşil, diğeri sarı kumaş ile kaplanır. Güneş ışığına bırakılan her iki bardaktaki sıcaklık değişimini gözlemek için bardaklara termometre koyulur. Araştırmayı geliştirmek için ne önerirsin?
- Kumaş ile kaplanacak bardak sayısını artırmalı.
  - Her bir bardaktaki su miktarını azaltmalı
  - Her biri farklı renk kumaşla kaplı daha fazla kap hazırlamalı.
  - Bardağı kaplamak için kullandığı kumaşı 2 kat artırmalı.

<b>Kategoriler</b>	<b>Sorular</b>
<b>Gözlem Yapma:</b>	1
<b>Uzay/Zaman İlişkilerini Kullanma:</b>	2, 3, 4
<b>Sınıflandırma:</b>	5,6,7
<b>Sayı İlişkilerini Kullanma:</b>	8, 9, 10
<b>Ölçme:</b>	11, 12, 13
<b>İlişki Kurma:</b>	14
<b>Tahmin Etme:</b>	15, 16, 17
<b>Değişkenleri Kontrol Etme:</b>	18,19
<b>Verileri Yorumlama:</b>	20, 21
<b>Hipotez Kurma:</b>	22,23,24
<b>İşlemsel Tanımlama:</b>	25,26



## EK-7: GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ ÜNİTESİ ZİHİNSEL MODELLERİ DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Evren nedir? Evren’ de ne tür gök cisimleri vardır? Çizerek açıklayınız.
2. Uzay nedir? Evren ile uzay arasındaki farkı çizerek açıklayınız.
3. Ayşe Gece gökyüzü gözlemi sırasında yıldızların hareket ettiğini görmekte ve bunun nedenini araştırmaktadır. Ayşe’ye bu durumun gerçekte nasıl olduğunu çizerek açıklayınız.
4. Takımyıldızı nedir? Bir örnek vererek çizimle açıklayınız.
5. Güneş sistemimiz hangi galakside, neresinde bulunur? Çizerek açıklayınız.
6. Güneş sistemini, gezegenlerin sırasını da çizerek açıklayınız.
7. Güneş Dünya’nın etrafında döner mi?
8. Dünya’dan Ay’ın daima aynı yüzü görülür. Bu durumun nedenini çizerek açıklayınız.
9. Dünya üzerinde suların gün içinde iki defa yükselip iki defa alçalmasına “Gelgit Olayı” denir. Gelgit olayının oluşmasında hangi gök cismi etkilidir? Bu olayı çizerek açıklayınız.
10. Basit bir teleskop modelinin çalışmasını çizerek açıklayınız.

## EK-8: ZMDÖ SORULARI ÇİZİM VE DEĞERLENDİRME ÖRNEKLERİ TABLOSU




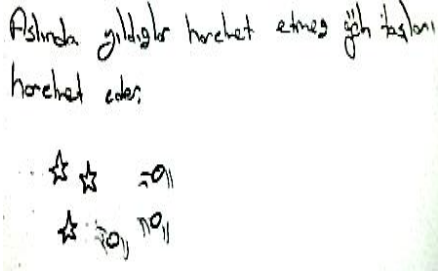
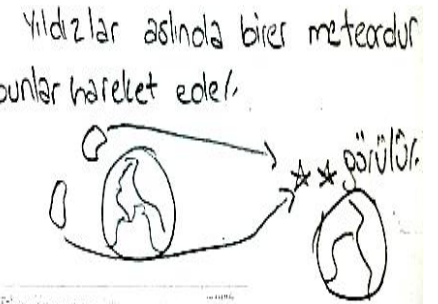
### ZMDÖ 2. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

(2. Uzay nedir? Evren ile uzay arasındaki farkı çizerek açıklayınız.)

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	“Evren, tüm gök cisimlerini kapsar. Dünya dışında kalan bölümüne ‘Uzay’ denir.”	
3	“Uzayda Dünya yoktur. Evrende Dünya vardır.”	
2	“Dünya dışındaki her yer Uzay, ama içine alırsak Evren olur.”	
1	“Uzay, gezegenlerin olduğu insanların gittiği yer.”	
0	“Uzaya yeryüzünden yüksek denir.”	

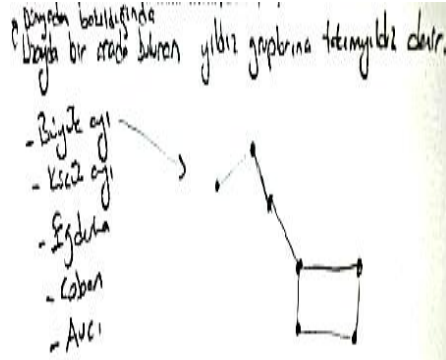
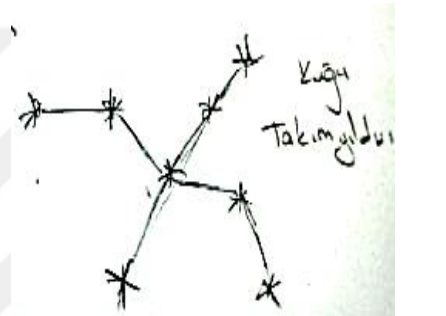
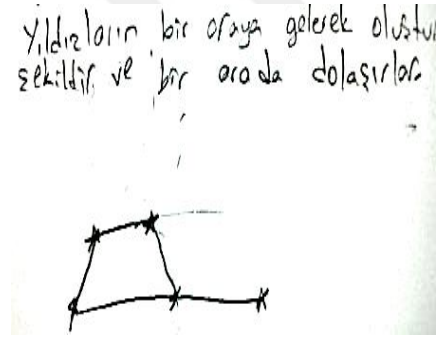
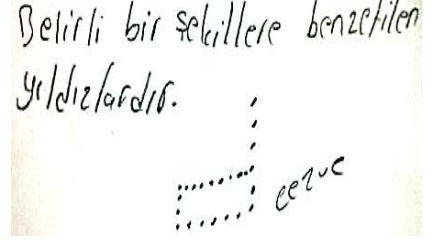
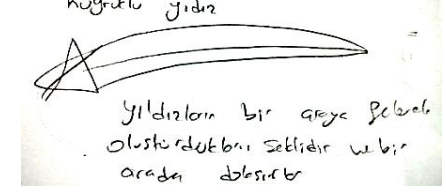
### ZMDÖ 3. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

(3. Ayşe Gece gökyüzü gözlemi sırasında yıldızların hareket ettiğini görmektedir ve bunun nedenini araştırmaktadır. Ayşe'ye bu durumun gerçekte nasıl olduğunu çizerek açıklayınız.)

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	"Yıldızların konumu sabittir. Dünya, kendi etrafında döndüğü için yıldızlar hareketli gibi algılanır."	 <p>Yıldızların konumu sabittir. Dünya, kendi etrafında döndüğü için yıldızlar hareketli gibi algılanır.</p>
3	"Yıldızlar değil, dünyamız kendi etrafında döndüğü için yıldızlar hareket edermiş gibi görünür."	 <p>Yıldızlar değil, dünyamız kendi etrafında döndüğü için yıldızlar hareket edermiş gibi görünür.</p>
2	"Dünya Güneş etrafında ve kendi etrafında dönmektedir."	 <p>Dünya Güneş etrafında ve kendi etrafında dönmektedir.</p>
1	"Aslında yıldızlar hareket etmez, gök taşları hareket eder"	 <p>Aslında yıldızlar hareket etmez, gök taşları hareket eder.</p>
0	"Yıldızlar aslında birer meteoruttur, bunlar hareket eder."	 <p>Yıldızlar aslında birer meteoruttur, bunlar hareket eder.</p>

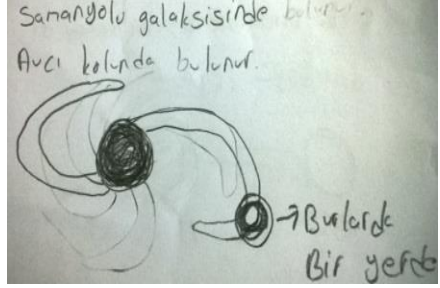
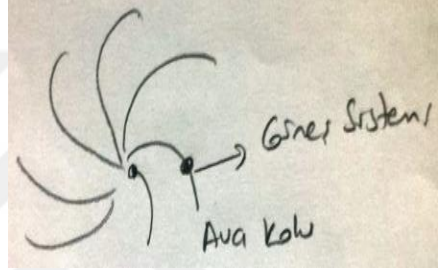
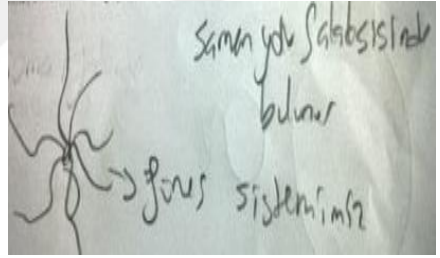
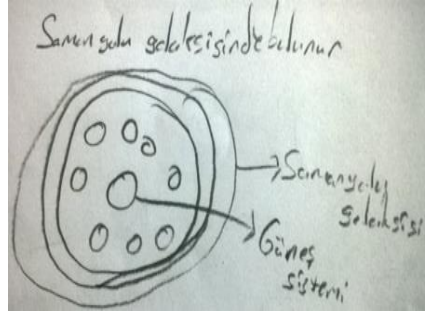
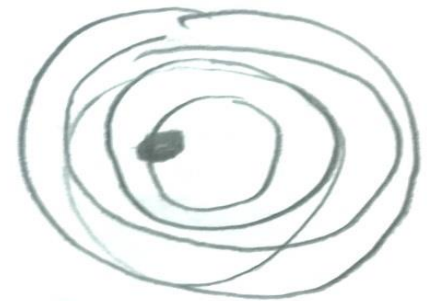
## ZMDÖ 4. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

(4. Takımyıldızı nedir? Bir örnek vererek çizimle açıklayınız.)

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	<p>“Dünyadan bakıldığında Uzayda bir arada bulunan yıldız gruplarına <u>takımyıldız</u> denir. Örneğin; Büyükayı, Küçükayı, Ejderha, Çoban, Avcı...”</p>	
3	<p>“Takımyıldızı; yıldızların takım halinde bulunmasıdır. Örneğin, ‘Kuğu Takımyıldızı’...”</p>	
2	<p>“Yıldızların bir araya gelerek oluşturduğu şekildir ve bir arada dolaşırlar.”</p>	
1	<p>“Belirli bir şekillere benzetilen yıldızlardır.”</p>	
0	<p>“Yıldızların bir araya gelerek oluşturdukları şeklidir ve bir arada dolaşırlar.”</p>	

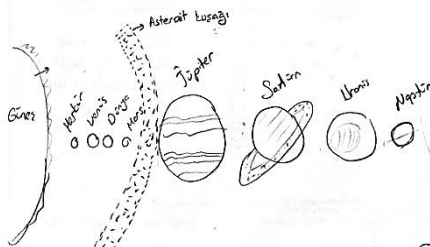
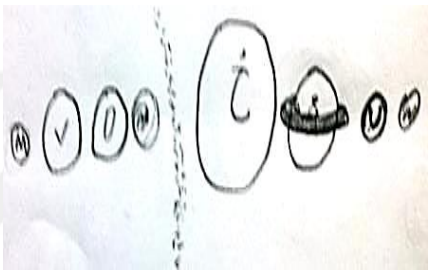
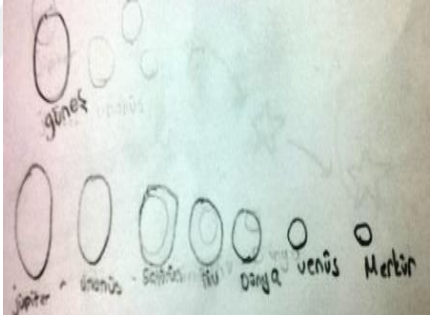
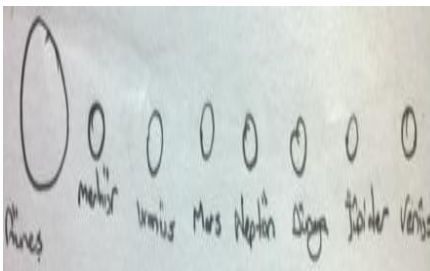
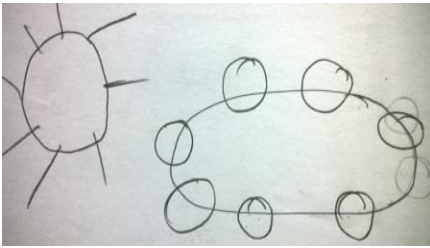
### ZMDÖ 5. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

(5. Güneş sistemimiz hangi galakside, neresinde bulunur? Çizerek açıklayınız.)

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	"Saman yolu galaksisinde Avcı kolunda bulunur."	
3	"Güneş sistemi Avcı kolundadır."	
2	"Saman yolu galaksisinde bulunur."	
1	"Saman yolu galaksisinde dir."	
0	Açıklama yok.	

## ZMDÖ 6. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

(6. Güneş sistemini, gezegenlerin sırasını da çizerek açıklayınız.)

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	"Güneş sisteminde 8 gezegen vardır. İlk dördü, karasal gezegenler, diğer dördü gaz ve toz yapıda olan gezegenlerdir. Ortalarında, asteroit kuşağı vardır."	
3	"Güneş sisteminde 8 gezegen vardır. Bir de asteroit kuşağı bulunur."	
2	"Güneş sisteminde 8 gezegen vardır."	
1	"Güneş sisteminde 8 gezegen vardır."	
0	Açıklama yok.	

## ZMDÖ 7. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

(7. Güneş Dünya'nın etrafında döner mi? Çizerek açıklayınız.)

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	"Hayır, Dünya Güneş'in etrafında döner. Hem kendi eksenini etrafında, hem de Güneş'in etrafında döner. Bu dönüşünü 365 gün 6 saatte tamamlar."	
3	"Hayır, Dünya Güneş'in etrafında döner."	
2	"Hayır dönmez, Dünya Güneş'in etrafında döner."	
1	"Evet döner."	
0	"Döner."	

### ZMDÖ 8. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

(8. Dünya'dan Ay'ın daima aynı yüzü görülür. Bu durumun nedenini çizerek açıklayınız.)

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	"Ay'ın kendi etrafındaki ve Dünya etrafındaki dönüş süresi eşit olduğu için aynı yüzü görülür. (29 gün)"	
3	"Ay, Dünya ile birlikte aynı hızda döndüğü için ayın hep aynı yüzü görülür."	
2	Açıklama yok.	
1	Açıklama yok.	
0	Açıklama yok.	

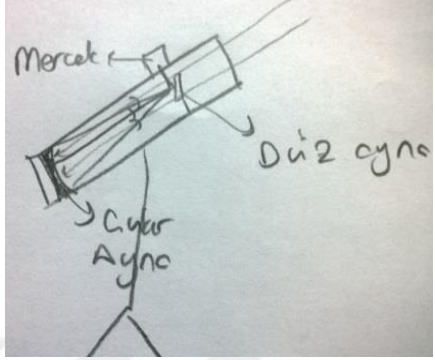

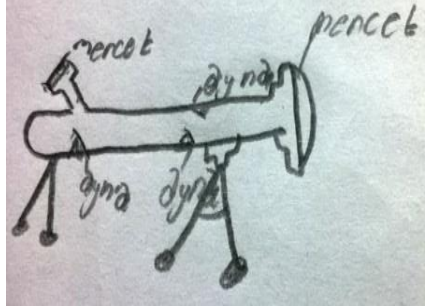
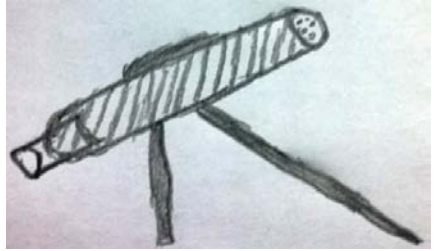
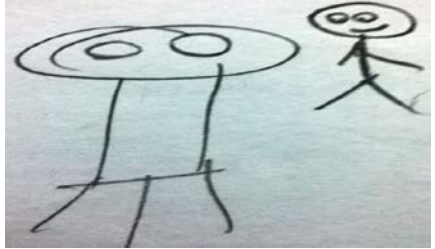
### ZMDÖ 9. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

(9. Dünya üzerinde suların gün içinde iki defa yükselip iki defa alçalmasına gelgit olayı denir. Gelgit olayının oluşmasında hangi gök cismi etkilidir? Bu olayı çizerek açıklayınız.)

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	“Dünya üzerindeki suların gün içinde yükselmesine, Ay’ın ve Dünya’nın çekim kuvveti etki eder.”	
3	“Dünya üzerindeki suların gün içinde yükselmesine, Ay’ın ve Dünya’nın çekim kuvveti etki eder.”	
2	“Ay Dünya’ya uzakken sular alçak, yakinken sular yüksektir.”	
1	“Ay’ın çekim kuvveti suların yükselmesinde etkilidir.”	
0	“Güneşin batmasıyla oluşan duruma gelgit olayı denir. Çekim kuvvetiyle oluşan duruma denir.”	

## ZMDÖ 10. Soru Çizim ve Değerlendirme Örnekleri Tablosu

(10. Basit bir teleskop modelinin çalışmasını çizerek açıklayınız.)

Puan	Öğrenci Açıklamaları	Öğrenci Çizimleri
4	<p>“Teleskopta, çukur ayna, düz ayna ve mercek bulunur. Çukur ayna gelen ışınları toplayarak, düz aynaya gönderir. Buradan yansıyan ışınlar mercekte büyütülerek gözümüze ulaşır.”</p>	
3	<p>“Teleskopun yapısında, görüntüyü büyüten mercekler bulunur. Lazer ışığı hedefi bulmamıza yardımcı olur”</p>	
2	<p>“Mercek ve aynalardan oluşur.”</p>	
1	<p>“Resimdeki gibi bir borudan oluşur.”</p>	
0	<p>Açıklama yok.</p>	

## EK-9: ÇALIŞMA YAPRAKLARINDAN ÖRNEKLER

### ETKİNLİK- 1: “GÖKYÜZÜNDE NELER OLUYOR?” ETKİNLİĞİ

#### ETKİNLİK: GÖKYÜZÜNDE NELER OLUYOR?

Sevgili öğrenciler; “Gök Cisimlerini Tanıyalım” konusu ile ilgili hazırlanan bu etkinlikte önce aşağıda verilen soruları cevaplayınız ve şekillerini çizin. Konunun sunulmasının ardından ve arkadaşımızla da görüşerek aynı soruları tekrar yanıtlayınız.

Adı Soyadı:-No:

Tarih:

SORULAR (1.Aşama)	
1. Gece gökyüzüne baktığınızda neler görürsünüz?	
<b>MODELİMİ OLUŞTURUYORUM:</b> Gördüğünüz cisimlerin şekillerini çizin.	
2. Gökyüzünde ne kadar uzağı görebiliyorsunuz?	
3. Gökyüzünde neler oluyor?	
<b>MODELİMİ GÖZDEN GEÇİRİYORUM:</b> Etkinlikten sonra, modelimi şöyle yenilemek istiyorum:	
Gördüğünüz cisimlerin şekillerini çizin.	
<b>Yeniden yaptığım değişiklikler, şu yeni anlamalarıma dayanmaktadır:</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gece gökyüzüne baktığımda neler görüyorum?</li><li>• Gökyüzünde ne kadar uzağı görebiliyorum?</li><li>• Gökyüzünde neler oluyor?</li></ul>	



SORULAR (2.Aşama)		
1. Yıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız.		
2. Takımyıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız.		
3. Kuyruklu yıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız.		
<b>MODELİMİ OLUŞTURUYORUM:</b> Gördüğünüz cisimlerin şekillerini çizin.		
YILDIZ	TAKIMYILDIZ	KUYRUKLU YILDIZ
<b>MODELİMİ GÖZDEN GEÇİRİYORUM</b> Etkinlikten sonra, modelimi şöyle yenilemek istiyorum:		
YILDIZ	TAKIMYILDIZ	KUYRUKLU YILDIZ
Yıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız.	Takımyıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız.	Kuyruklu yıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız.
<b>Yeniden yaptığım değişiklikler, şu yeni anlamalarıma dayanmaktadır:</b>		

## ETKİNLİK- 2: “YILDIZLAR NIÇİN HAREKET EDER?” ETKİNLİĞİ

Modelleme Etkinlik 2. Yıldızlar niçin hareket eder? (Süre: 20 dk)

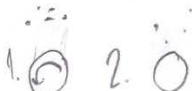
Ön Aşama: Hazırlık	Sorulara cevap veriniz.	
Aşama 1: Zihinsel modellere odaklanma	Sorulara cevap veriniz.	
Aşama 2: Zihinsel model kurma ve eleştirme	Sonuca ulaşım	
Aşama 3: Problem çözmede zihinsel modelleri kullanma	Sonuca ulaşım	
Aşama 4: Derin düşünme	Sorulara cevap veriniz.	

Hazırlık:

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Yıldızlar hareket eder mi? Neden?

Hareket etmez çünkü dünyanın dönmesi ile yıldızlar farklı yerlerde görünür.



### 1. Aşama:

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. İnsan figürü Yıldızları ilk gördüğünde, hangi yıldızları görebilir?

Bütününü görebilir.

2. Şu anda figür ilk bakışta bütün yıldızları görebilir mi?

Hayır herde etrafında ipse.

3. Gözlemcinin hareketine göre yıldızların nasıl görünür?

Farklı şekillerde görünür.

### 2. Aşama

Çizimlerle sonuca ulaşalım.

1. Küre döndükçe, gözlemci, gökyüzünün farklı bir perspektifine ulaşır.
2. Gözlemci, batıdan doğuya döndüğü için, bütün yıldızlar, doğudan batıya hareket ediyormuş gibi görünür.

### 3. Aşama

Çizimlerle sonuca ulaşalım.

1. Eğer gözlemci Kuzey kutbunda oturuyorsa, yıldızlar eşmerkezli bir halka da hareket ediyor gibi görünür.
2. Eğer gözlemci ekvatorda oturuyorsa, yıldızlar doğudan batıya düz bir çizgide gidiyor gibi görünür.
3. Dünya, 24 saatte 1 dönüşünü tamamlar. Sonuç olarak yıldızlar, her gece aynı saatte aynı yerde görünür.
4. Gerçekte Dünya 23 saat 56 dakikada döner.
5. Eğer Güneş gündüz ışıklarını ulaştırmasaydı, yıldızları her zaman görebilirdik. Yıldızlar her zaman gökyüzündedir.
6. Yıldızlar çok uzakta oldukları için durgun/hareketsiz görünür, fakat bütün gök cisimleri sabit bir hareket içindedir.
7. Yıldızlar Dünya'ya göre farklı uzaklıktadırlar, fakat hepsi aynı uzaklıkta görünür.
8. Yıldızlar Güneş ile aynı yönde "Doğu'dan Batı'ya" hareket ediyor gibi görünür.

### 4. Aşama

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. 1 yıldız ve 1 gezegen arasındaki farklılık nedir?

Yıldız hareketleriz gezegen hareketleriz

2. Güneş bir yıldız mıdır?

Yıldızdır, hepimiz yazar.

3. Güneş hareket eder mi?

Bardaki etrafında döner gezegenler gibi yazar

## ETKİNLİK- 3: “TAKIMYILDIZLARI BULABİLİR MİSİNİZ?” ETKİNLİĞİ

### Takımyıldızları Bulabilir misiniz?

Gökyüzü yıldızlarla dolu. Hepsi de birbirine benziyor. Bu nedenle bir gördüğümüz yıldız bir daha bulmamız çok zor. Neyse ki, bir zamanlar biliminsanları yıldızları gruplara ayırarak, bunlara “takımyıldız” adını vermişler. Takımyıldızlar yan yanaymış gibi görülen, aslında birbirinden çok uzaklarda olan bir sürü yıldızdan oluşuyor. Biçimlerini de çevremizdeki varlıklara benzetebiliyoruz.

Yıldızlarla dolu bu gökyüzü resminde, yaz takımyıldızlarından birkaçı gizli. Sizden istediğimiz, bu takımyıldızları bulup kalemle çizerek göstermeniz. Bu takımyıldızların aşağıdaki resimlerini ipucu olarak kullanabilirsiniz.

Takımyıldızları, bu resim üzerinde bulduktan sonra gökyüzünde de bulabilirsiniz. Gökyüzü, 29 Temmuz, saat 21.40’da tam da bu resimdeki gibi görünecek.

Coban Takımyıldızı

Colgı Takımyıldızı

Küçükoyu Takımyıldızı

Kugu Takımyıldızı

Büyükoyu Takımyıldızı

Herkül Takımyıldızı

Kartal Takımyıldızı

Barca Permak

## ETKİNLİK- 4: “GÖKYÜZÜ GÖZLEMİ” ETKİNLİĞİ.

### ETKİNLİK: GÖKYÜZÜ GÖZLEMİ

**Araştırma Sorunuz:** Gök cisimlerini çıplak gözle gözlemleyerek özelliklerini belirleyebilir misiniz?

**Araç ve Gereçler:** Kâğıt, kalem, hava şartlarına uygun kıyafetler.

#### Bunları Yapınız

1. Bulutsuz bir gecede, bir büyüğünüzün eşliğinde şehir ışıklarından uzak bir yere gidiniz. Hava şartlarına uygun kıyafetler giymeye özen gösteriniz.
2. Gökyüzüne çıplak gözle en az 20 dakika bakarak görebildiğiniz gök cisimlerini gözlemleyiniz.
3. Gözlemediğiniz gök cisimlerinin fiziksel özelliklerini çizelgeye kaydediniz.
4. Gözlem sonuçlarınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız. Gözlem sonuçlarınızdaki farklılıkları tartışınız.

Gözlemcinin Adı-Soyadı:			
Gözlem Yeri, Saati, Tarihi:			
Gök Cisminin Şekli	Gök Cisminin Farklı Özelliği		
	Renği	Parlaklığı	Işığın Titreşip Titreşmemesi

#### Verilerinizi Değerlendiriniz

1. Tüm gök cisimleri aynı parlaklıkta, renkte ve büyüklükte midir?
2. Gök cisimleri yaydıkları ışıkların parlaklığına, rengine ve titreşip titreşmemesine göre ayırt edilebilir mi?
3. Gözlemediğiniz alanda kaç gök cismi olduğunu belirleyebilir misiniz?

#### Sonuca Varınız

1. Gözlemediğiniz gök cisimlerinin çıplak gözle gözlemlenebilir fiziksel özellikleri hangileridir?

## ETKİNLİK -5 : “DÜNYA’MIZIN ADRESİ NEDİR?”.

### ETKİNLİK: Dünya’mızın Adresi Nedir?

#### Bunları Yapınız

1. Evren, uzay ve gök ada terimlerini farklı kaynaklardan araştırınız.
2. Güneş sistemimizin içinde bulunduğu gök adanın ismini, özelliklerini ve resimlerini çeşitli kaynaklardan bulunuz.
3. Güneş sistemimizin içinde bulunduğu gök ada dışında başka gök adalar olup olmadığını araştırınız.
4. Dünya ve diğer gezegenlerin adreslerini gök ada, yıldız sistemi ve Güneş’e olan yakınlığa göre belirterek defterinize yazınız.

#### Sonuca Varınız

1. Evren ve uzay kavramları ne ifade etmektedir?
2. Gök adamızın ismi nedir?
3. Güneş sistemimizin içinde bulunduğu gök ada dışındaki gök adalara örnek veriniz

## ETKİNLİK -6 : METEOR VE GÖKTAŞI

## ETKİNLİK- 7: “GÜNEŞ SİSTEMİNİ MODELLİYORUM”

### ETKİNLİK: GÜNEŞ SİSTEMİNİ MODELLİYORUM

Sevgili öğrenciler; “Güneş sistemi ve Uzay” konusu ile ilgili hazırlanan bu etkinlikte önce aşağıda verilen soruları cevaplayınız ve şekillerini çizin. Konunun sunulmasının ardından ve arkadaşlarınızla da görüşerek aynı soruları tekrar yanıtlayınız.

Adı Soyadı:-No:

Tarih:

#### SORULAR (1.Aşama)

Güneş sistemini çizin. Şekillen üzerine çizdiğiniz gök cisimlerinin ismini yazınız.

#### MODELİMİ OLUŞTURUYORUM.

Güneş Sisteminde Neler var?

### MODELİMİ GÖZDEN GEÇİRİYORUM:

(2.Aşama)

Etkinlikten sonra, modelimi şöyle yenilemek istiyorum:

Güneş sistemini çizin. Şekillerin üzerine gök cisimlerinin ismini yazınız.

Güneş Sisteminde Neler var?

Yeniden yaptığım değişiklikler, şu yeni anlamalarımı dayanmaktadır:



## ETKİNLİK- 9: “GEZEĞEN KARTLARI”

### GEZEĞEN KARTLARI



Merkur

Güneş'e uzaklık:	
Büyüklük:	
Uydu sayısı:	
1 yıl (Dünya günü):	
1 gün:	
Halka durumu:	



Jüpiter

Güneş'e uzaklık:	
Büyüklük:	
Uydu sayısı:	
1 yıl (Dünya günü):	
1 gün:	
Halka durumu:	



Venüs

Güneş'e uzaklık:	
Büyüklük:	
Uydu sayısı:	
1 yıl (Dünya günü):	
1 gün:	
Halka durumu:	



Satürn

Güneş'e uzaklık:	
Büyüklük:	
Uydu sayısı:	
1 yıl (Dünya günü):	
1 gün:	
Halka durumu:	



Dünya

Güneş'e uzaklık:	
Büyüklük:	
Uydu sayısı:	
1 yıl (Dünya günü):	
1 gün:	
Halka durumu:	



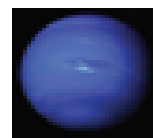
Uranüs

Güneş'e uzaklık:	
Büyüklük:	
Uydu sayısı:	
1 yıl (Dünya günü):	
1 gün:	
Halka durumu:	



Mars

Güneş'e uzaklık:	
Büyüklük:	
Uydu sayısı:	
1 yıl (Dünya günü):	
1 gün:	
Halka durumu:	



Neptün



Güneş'e uzaklık:	
Büyüklük:	
Uydu sayısı:	
1 yıl (Dünya günü):	
1 gün:	
Halka durumu:	

## ETKİNLİK- 10: “EV ÖDEVİ”

Ev Ödevi: Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Gezegenlerin *Güneş’e olan uzaklıklarına göre* sıralaması;

1	2	3	4	5	6	7	8

Gezegenlerin *sıcaklıklarına göre* sıralaması;

1	2	3	4	5	6	7	8

Gezegenlerin *büyükliklerine göre* sıralaması;

1	2	3	4	5	6	7	8

Gezegenler	Merkür	Venüs	Dünya	Mars	Jüpiter	Satürn	Uranüs	Neptün
Büyüklik sıralaması								
Yakınlık (Güneşe yakınlık sırası)								
Sıcaklık								
Uydu								
Halka								
Uzaklık (AB)								

## ETKİNLİK-11: “GÜNEŞ SİSTEMİ MODELİM”

### ETKİNLİK: Güneş Sistemi Modelim

**Araştırma Sorunuz:** Güneş sistemini ve gezegenlerin hareketlerini temsil eden bir model oluşturabilir misiniz?

**Araç ve Gereçler:** Renkli oyun hamurları, bakır tel, köpük strafor, kâğıt, makas, demir ya da tahta çubuk.

#### Bunları Yapınız

1. Renkli oyun hamurları kullanarak gezegenlerin birer modelini oluşturunuz. Modellerinizi hazırlarken gezegenlerin belirgin renklerini ve birbirlerine göre büyüklüklerini dikkate alınız. Halkaları bulunan gezegenlerin halkalarını göstermek için daire şeklinde kestiğiniz kâğıtları kullanabilirsiniz.
2. Sarı renkli oyun hamurundan Güneş modeli oluşturarak köpük strafor üzerine bir çubuk ile yerleştiriniz.
3. Güneş modelinin çevresine gezegenlerin yörüngelerini oluşturacak 8 adet farklı uzunlukta bakır teli yukarıdaki gibi güneş modelinin ayağına bağlayınız.
4. Gezegen modellerini Güneş’e olan yakınlıklarına göre yörüngeleri temsil eden bakır teller üzerine sabitleyiniz.
5. Oluşturduğunuz Güneş sistemi modelini sergileyiniz.

#### Sonuca Varınız

Oluşturduğunuz modellerin olumlu ve olumsuz yönlerini tartışınız.

## ETKİNLİK-12: “UZAY ARAŞTIRMALARININ TARİHİ”

### ETKİNLİK: Uzay Araştırmalarının Tarihi

**Araştırma Sorunuz:** Eski medeniyetlerden bugüne ünlü gök bilimciler kimlerdir? Bu gök bilimciler ne gibi çalışmalar yapmışlardır? Türk bilim insanlarının gök bilimine katkıları nelerdir?

**Araç ve Gereçler:** Gazete, dergi, kitap, ansiklopedi, İnternet gibi kaynaklar, beyaz karton, renkli kalemler, ünlü gök bilimcilerin resimleri, yapıştırıcı, makas.

#### Bunları Yapınız

1. Eski medeniyetlerin gök bilimiyle ilgili nasıl çalışmalar yaptığını ve bu çalışmalara Türk bilim insanlarının katkısını ansiklopediler, kitaplar, dergi er, İnternet vb. kaynaklardan araştırınız. Araştırmalarınız sırasında iş bölümü yapınız ve grup içindeki sorumluluğunuzu yerine getiriniz.
2. Tarihteki ünlü gök bilimcilerin resimlerini temin ediniz.
3. Araştırma sonuçlarınızı tarih sırasına göre düzenleyiniz. Beyaz kartonları uygun şekillerde keserek uç uca ekleyip bir tarih şeridi hazırlayınız.
4. Tarih şeridinde ünlü bilim insanlarının ve geliştirilen uzay araçlarının resimlerini kullanabilirsiniz.
5. Hazırladığınız tarih şeridinden faydalanarak araştırma sonuçlarınızı sınıf arkadaşlarınıza sununuz.

#### Sonuca Varınız

1. Gök bilimi ile uğraşmış eski medeniyetler hangileridir? Bu medeniyetler gök biliminde nasıl veri toplar, kaydeder ve bunları hangi amaçla nasıl kullanırlardı?
2. Gök bilimi ve gök bilimci terimlerini kendi cümlelerinizle nasıl tanımlarsınız?
3. Gök bilimi ile ilgili çalışmalar tarih içinde hangi araçların keşfedilmesi ile hız kazanmıştır.
4. Ünlü Türk gök bilimciler kimlerdir? Bu bilim insanlarının çalışmalarına örnekler veriniz.

## ETKİNLİK-13: “UYDU MODELİ TASARLIYORUM”

### ETKİNLİK: Uydu Modeli Tasarlıyorum

Aşağıda verilen adımları sırasıyla izleyerek Ay’ın Dünya çevresindeki hareketini gösteren bir model oluşturunuz.

1. Adım: Ay’ın Dünya’nın uydusu olduğunu gösteren bir modeli nasıl oluşturabileceğini tasarla.
2. Adım: İki kişilik gruplar oluştur ve grup içinde iş bölümü yap.
3. Adım: Ay’ın özellikleri, şekil ve hareketleri ile ilgili bilgilerini kullan.
  - Tasarım için olası çözümler öner.
  - Gerekli olabilecek malzemeleri belirle.
  - En uygun çözümü seç ve bunun için hangi yolun izleneceğine karar ver.
  - Seçilen çözümü çizerek somutlaştır.
  - Güvenlik ve çevreyi rahatsız etmemek için önlem al.
4. Adım: Bir model ile ön uygulama yap.
5. Adım: Ön uygulamayı sına, sonuçları değerlendir ve karar ver.
6. Adım: Rapor ve/veya sunu hazırla.
7. Adım: Hazırladığınız modeli arkadaşlarınızla paylaş, modelin olumlu ve olumsuz yönlerini tartış.

## ETKİNLİK-14:

## EK-10: ÖĞRENCİ ÇALIŞMA YAPRAKLARINDAN ÖRNEKLER

### ETKİNLİK : GÜNEŞ, DÜNYA VE AY SİSTEMİNİ MODELİYORUM (1)

Sevgili öğrenciler; "Güneş sistemi ve Uzay" konusu ile ilgili hazırlanan bu etkinlikte önce aşağıda verilen soruları cevaplayınız ve şekillerini çiziniz. Konunun sunulmasının ardından ve arkadaşımızla da görüşerek aynı soruları tekrar yanıtlayınız.

Adı Soyadı:-No: Selen Karapınar - 246

Tarih:

SORULAR (1.Aşama)	
Güneş, Dünya ve Ay'ı bir arada gösteren resim çiziniz.	
Resminizde, Güneş, Dünya ve Ay'ın size göre nasıl hareket ettiğini gösteriniz. Çizdiğiniz gök cisimlerinin üzerine isimlerini yazınız.	
MODELİMİ OLUŞTURUYORUM:	
Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş süresi: <u>1 gün</u>	Dünya'nın güneş etrafındaki dönüş süresi: <u>365 gün 6 saat (Bir yıl)</u>
Ay'ın kendi etrafındaki dönüş süresi: <u>27 gün 8 saat</u>	Ay'ın Dünya etrafındaki dönüş süresi: <u>mevsim</u>
Dünya'dan bakıldığında Ay'ın neden hep aynı yüzünü gösterir?	

(2)

MODELİMİ GÖZDEN GEÇİRİYORUM:	
Etkinlikten sonra, modelimi şöyle yenilemek istiyorum:	
Yeniden yaptığım değişiklikler, şu yeni anlamalarıma dayanmaktadır: <u>Herşeyi tam bilmiyorum.</u>	
Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş süresi: <u>1 gün</u>	Dünya'nın güneş etrafındaki dönüş süresi: <u>1 yıl</u>
Ay'ın kendi etrafındaki dönüş süresi: <u>27 gün 8 saat</u>	Ay'ın Dünya etrafındaki dönüş süresi: <u>27 gün 8 saat</u>
Dünya'dan bakıldığında Ay'ın neden hep aynı yüzünü gösterir?	

### ETKİNLİK: GÜNEŞ SİSTEMİNİ MODELİYORUM (1)

Sevgili öğrenciler; "Güneş sistemi ve Uzay" konusu ile ilgili hazırlanan bu etkinlikte önce aşağıda verilen soruları cevaplayınız ve şekillerini çiziniz. Konunun sunulmasının ardından ve arkadaşımızla da görüşerek aynı soruları tekrar yanıtlayınız.

Adı Soyadı:-No: Sökymen Ayhan

Tarih:

SORULAR (1.Aşama)	
Güneş sistemini çiziniz. Şekillerin üzerine çizdiğiniz gök cisimlerinin ismini yazınız.	
MODELİMİ OLUŞTURUYORUM:	
Güneş	Satürn
Merkür	Uranüs
Venüs	Neptün
Dünya	
Mars	
Jüpiter	
Güneş Sisteminde Neler var?	

(2)


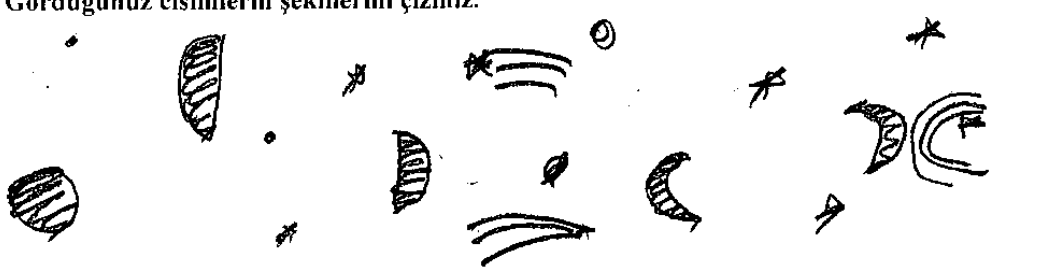
MODELİMİ GÖZDEN GEÇİRİYORUM:	
Etkinlikten sonra, modelimi şöyle yenilemek istiyorum:	
Güneş sistemini çiziniz. Şekillerin üzerine gök cisimlerinin ismini yazınız.	
Güneş Sisteminde Neler var? <u>Kuyruklu yıldız, meteor, Güneş, Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün</u>	
Yeniden yaptığım değişiklikler, şu yeni anlamalarıma dayanmaktadır:	

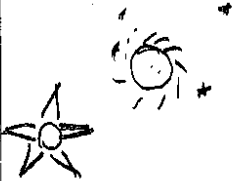
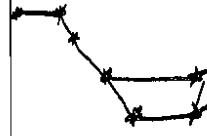



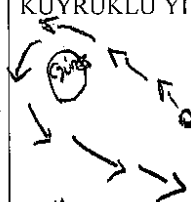
## ETKİNLİK: GÖKYÜZÜNDE NELER OLUYOR?

Sevgili öğrenciler; "Gök Cisimlerini Tanıyalım" konusu ile ilgili hazırlanan bu etkinlikte önce aşağıda verilen soruları cevaplayınız ve şekillerini çiziniz. Konunun sunulmasının ardından ve arkadaşınızla da görüşerek aynı soruları tekrar yanıtlayınız.

Adı Soyadı:-No: Ayşe ABAY / 912

Tarih:

SORULAR (1.Aşama)	
1. Gece gökyüzüne baktığınızda neler görürsünüz?	Yıldızlar, ay, gezegenler, kuyruklu yıldız, sönük yıldız, ...
MODELİMİ OLUŞTURUYORUM: Gördüğünüz cisimlerin şekillerini çiziniz.	
	
2. Gökyüzünde ne kadar uzağı görebiliyorsunuz?	Görebildiğimiz yere kadar.
3. Gökyüzünde neler oluyor?	Cisimler ışıklarını saçıyor, hareket ediyor.
MODELİMİ GÖZDEN GEÇİRİYORUM: Etkinlikten sonra, modelimi şöyle yenilemek istiyorum: Gördüğünüz cisimlerin şekillerini çiziniz.	
	
Yeniden yaptığım değişiklikler, şu yeni anlamalarıma dayanmaktadır:	
• Gece gökyüzüne baktığımda neler görüyorum?	Yıldızlar, sönük yıldız, ay, bulutsular, galaksiler, kuyruklu yıldızlar, meteorlar, yarıyıldızlar
• Gökyüzünde ne kadar uzağı görebiliyorum?	Teleskopla görebilene, ışıklı mesafesini
• Gökyüzünde neler oluyor?	Cisimler ışık saçıyor, hareket ediyor, parlıyor, ısı kaybediyor, ısınıyor,

SORULAR (2.Aşama)		
1. 'Yıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız.		Bulutsulardan gaz toz taneliklerinin oluşan cisim
2. Takımyıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız.		Yıldızların hep birlikte takım olarak bulunması
3. Kuyruklu yıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız.		Yıldızın hareket halinde iz bırakması ile kuyruk görünümü oluşuyor.
<b>MODELİMİ OLUŞTURUYORUM:</b> Gördüğümüz cisimlerin şekillerini çiziniz.		
YILDIZ	TAKIMYILDIZ	KUYRUKLU YILDIZ
		
<b>MODELİMİ GÖZDEN GEÇİRİYORUM</b> Etkinlikten sonra, modelimi şöyle yenilemek istiyorum:		
YILDIZ	TAKIMYILDIZ	KUYRUKLU YILDIZ
		
'Yıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız. Sıcaklığı yüksek, bulutsuların sıkışmasıyla oluşan cisimdir.	Takımyıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız. Dünyeden bakıldığında bir arada görülen yıldız desenidir.	Kuyruklu yıldız nedir? Bildiklerinizi yazınız. Gaz ve tozlardan oluşmuştur. Isık kaynağı etrafıdır. Güneş çevresinde döner.
Yeniden yaptığım değişiklikler, şu yeni anlamalarıma dayanmaktadır: cisimlerin sekilleri, büyüklükleri, sıcakları ısıkları.		



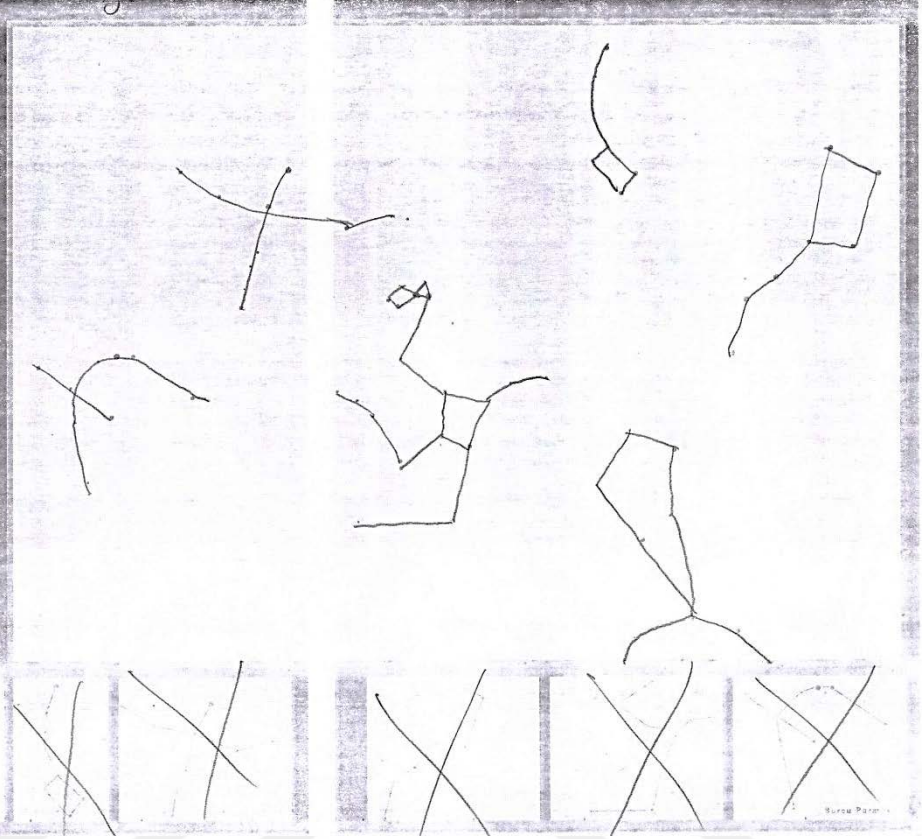
Dışe HİSAY

## Takımyıldızları Bulabilir misiniz?

Gökyüzü yıldızlarla dolu. Hepsi de birbirine benziyor. Bu nedenle bir gördüğümüz yıldızı bir daha bulmamız çok zordur. Neyse ki, bir zamanlar biliminsanları yıldızları gruplara ayırarak, bunlara "takımyıldız" adını vermişler. Takımyıldızlar yan yanaymış gibi görülen, aslında birbirinden çok uzaklarda olan bir sürü yıldızdan oluşuyor. Biçimlerini de çevremizdeki varlıklara benzetebiliyoruz.

Yıldızlarla dolu bu gökyüzü resminde yaz takımyıldızlarından birkaçı gizli. Sizden istediğimiz, bu takımyıldızları bulup kalemle çizerek göstermeniz. Bu takımyıldızların aşağıdaki resimlerini ipucu olarak kullanabilirsiniz.

Takımyıldızları bu resim üzerinde bulduktan sonra gökyüzümüzde de bulabilirsiniz. Gökyüzü, 29 Temmuz saat 21-40'da tam da bu resimdeki gibi görünecektir.



## EK-11: ÇALIŞMA ORTAMI İLE İLGİLİ RESİMLER

Güneş sistemini ve gezegenlerin uzaklıklarını modelleme etkinliği



Gözlem evi ziyareti ve takımyıldızlarını gök atlası yardımı ile bulma etkinliği



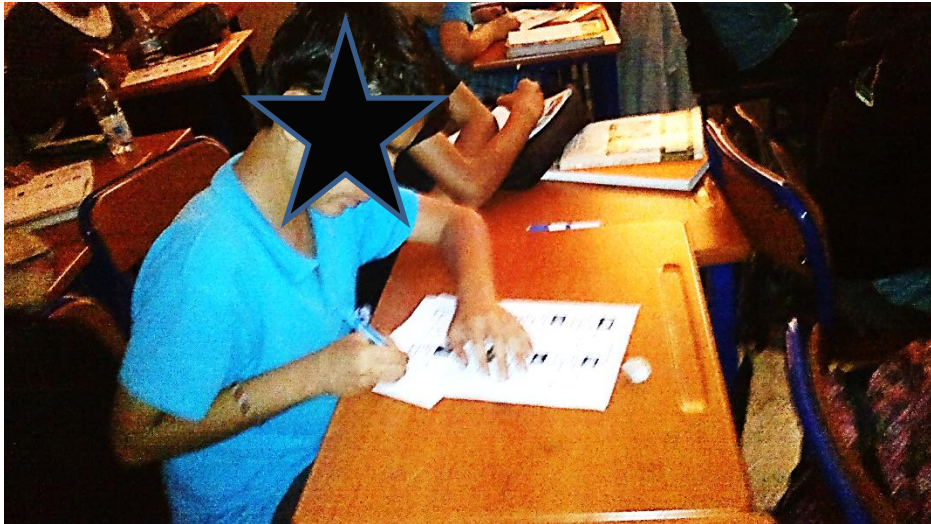
## El feneri ile planetaryum yapımı etkinliği görüntüleri

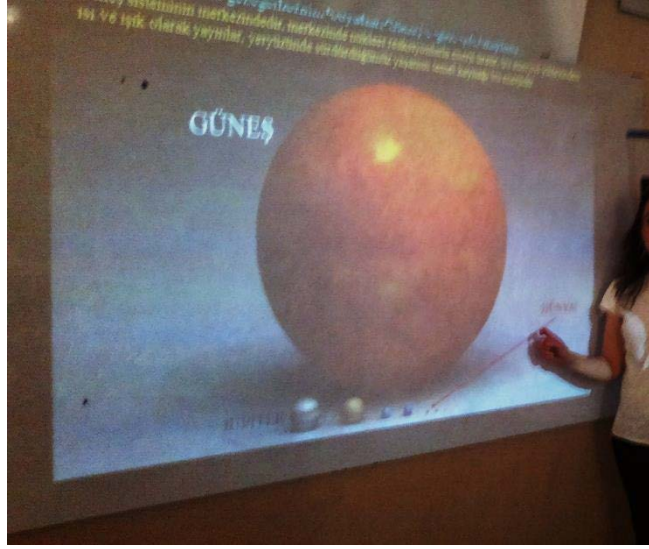


## Güneş, Dünya ve Ay hareketlerini modelleme etkinliği



## Takımyıldızlarını modelleme etkinliği





## EK-12: ÇALIŞMADA KULLANILAN POWERPOINT SUNUMU (1.KONU)

**GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ:  
UZAY BİLMECESİ**

7A/ 7B  
Semra DEMİRÇALI

**1. GÖK CİSİMLERİNİ TANIYALIM**



Bulutsuz bir gecede gök yüzünü gözlemediğimizde irili ufaklı pek çok cisim fark ederiz. Bunların her birine **gök cismi** adı verilir.

**YILDIZLAR**



Sıcaklığı yüksek gaz ve toz parçalarının (bulutsu) bir araya gelip sıkışmaları sonucu oluşur.

**Yıldızların:**

- Farklı renkleri vardır
- Bu, onların farklı sıcaklıklarda olduklarını gösterir

Daha sıcak yıldızlar, ömürlerini daha hızlı tüketirler.

**İÇİNDEKİLER**

1. GÖK CİSİMLERİNİ TANIYALIM
2. GÜNEŞ SİSTEMİMİZ
3. UZAY ARAŞTIRMALARI

Gece gökyüzüne baktığımızda:


- Yıldızlar
- Takımyıldızlar
- Gezegenler
- Ay
- Bulutsular
- Galaksiler
- Kuyruklu Yıldızlar
- Meteorlar
- Yapay Uydular

görebiliriz.



Geceyi yıldızın Ay'ın yanında birer nokta büyüklüğünde görürüz. Oysa yıldızlar, Ay'dan, Dünya'mızdan ve diğer gezegenlerden çok daha büyük gök cisimleridir.

Geceyi'nin gökyüzünde gözlemediğimiz yıldızlar Dünya'mızdan çok uzaktadır. Bizimden çok küçük görülmektedirler.



- Sıcak yıldızlar **mavi** veya beyaz olarak algılanırken orta sıcaklıktaki yıldızlar **sarı**, soğuk yıldızlar ise **kırmızı** renkte gözlemlenir

Bulutsuz bir gecede gökyüzünü hiç incelediniz mi? Gökyüzünde gördüğünüz cisimlerin hangilerini tanıyor sunuz? Bu cisimlerin görünümleri birbirinden farklı mıdır? Gökyüzünde yanıp sönen ya da arkasında parlak bir iz bırakarak kaybolan cisimlerin ne olduğunu hiç merak ettiniz mi?

**GÖK CİSİMLERİ**

- Yıldızlar,
- Kuyruklu yıldızlar
- Takımyıldızlar
- Gezegenler ve bunların uyduları,
- Meteorlar,
- Gök taşları

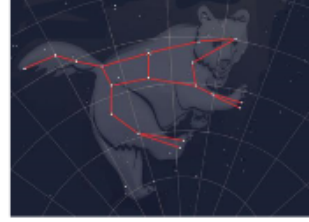
- Yıldızların belirli bir ömrü vardır. Ömrü tükenmemiş yıldızlar belirli yaşlarda ısı ve ışık yayar.
- Daha parlak görünen yıldızlar ya Dünya'ya daha yakındır ya da diğer yıldızlara göre daha büyüktür.
- Tüm yıldızlar, Güneş gibi ısı ve ışık kaynağıdır.

- Geceleri yıldızları Ay'ın yanında birer nokta büyüklüğünde görürüz.
- Oysa yıldızlar, Ay'dan, Dünya'mızdan ve diğer gezegenlerden çok daha büyük gök cisimleridir.
- Yıldızlar Dünya'mızdan çok uzakta olduklarından çok küçük görülmektedirler.
- Yıldızların şekli bayrağımızın üzerinde bulunan "★" sembolü gibi değil, küreseldir.



- Dünyamıza en yakın yıldız Güneş'tir.
- Diğer yıldızlardan bazıları;
  - ✓ Proxima,
  - ✓ Anteras,
  - ✓ Vega,
  - ✓ Epsilon

### Büyük Ayı Takım Yıldızı



### Takımyıldızların en bilinenleri;

- Büyükay,ı,
- Küçükay,ı,
- Ejderha,
- Çoban,
- Kuzey Tacı,
- Avcı,
- Kanatlı at,
- Kahraman
- Kuğu

### Kuyruklu Yıldızlar

- Kuyruklu yıldızlar, Güneş çevresinde dolanan gök cisimleridir.
- Donmuş gaz ve tozardan oluşmuşlardır.
- Kuyruklu yıldızlar ısı ve ışık kaynağı değildirler.
- Oldukça küçük olmalarına rağmen görülebilmelerini kuyruklarına borçludurlar. Güneş'e yaklaştıkça donmuş gazlar eriyerek parlak bir kuyruk oluştururlar.



### Küçük Ayı Takım Yıldızı



### Kutup Yıldızı

- Büyükay,ı takımyıldızının bir bölümü Büyük Cezve takımyıldızdır.
- Büyük Cezve takımyıldızının bulunmasıyla Kutup Yıldızı'nın yeri kolaylıkla saptanabilir.
- Kutup Yıldızı, Küçükay,ı takımyıldızının en parlak yıldızıdır.
- Kutup Yıldızı kuzeyi gösterir ve geceleyin yön bulmamızı sağlar. Yüzümüzü Kutup Yıldızı'na döndüğümüzde arkamız güney, sağımız doğu, solumuz da batıdır.

### Kuyruklu yıldız örnekleri;

- Halley kuyruklu yıldızı 76 yıl ara ile görünen bu kuyruklu yıldız, 2063 yılında yine Dünya'mıza yakın geçecek ve izlenebilecektir.
- SL 9 (Shoemaker-Levy) 1994 yazında Jüpiter'e çarpmıştır.
- Hale-Bopp 1997 yılın da çıplak gözle gözlemlenmiştir.
- İkaye-Zhang kuyruklu yıldızı 2002 yılında görülmüştür.
- Pan Stars Kuyruklu yıldızı

### TAKIMYILDIZLAR

- Gökyüzü ile ilgilenen eski insanlar yıldızları gruplara ayırmışlardır.
- Dünyadan bakıldığında bir arada görülen yıldız desenlerine denir
- Birbirine yakın olan yıldızların şeklini bazı hayvanlara, nesnelere veya mitolojik kahramanlara benzeterek isimler vermişlerdir. Bu gruplara **takımyıldızlar** denir.
- Takımların şekli ile isimleri arasında bir ilişki görmek mümkün değildir.

- Takımyıldızı oluşturan yıldızlar ortak özellikleri veya ilişkileri nedeniyle değil, Dünya'dan bakıldığında birlikte sergiledikleri görünüm nedeniyle ortak bir adla anılır.
- Eski Yunanlılar ve Romalılar takımyıldızların bu görüntülerini çeşitli hayvanlara ve nesnelere benzeterek adlandırmışlardır.
- Bugün astronomlarca belirlenmiş 88 takımyıldız vardır. Her hangi bir gecede bunlardan sadece 40 tanesi bizim görüş alanımızda yer alır.



### Meteorlar ve Gök Taşları

Bir kuyruklu yıldızdan gelen küçük gök cisimleri Dünya atmosferine girdiğinde sürtünme etkisiyle ısınır ve arkasında ışıklı bir iz bırakır. Gökyüzünde ışıktan bir çizgi olarak görülen gök cisimleri **meteor** dur.



Bazen atmosfere çok sayıda meteor kısa bir sürede girerek güzel bir görüntü oluşturur. Bu olaya **meteor yağmuru** denir.

### Meteorlar ve Gök Taşları

- Yeryüzüne ulaşan meteorlara **gök taşı**, bunların Dünya üzerine düşmeleriyle açtıkları çukura ise **gök taşı çukuru** adı verilir. Gök taşları düştükleri yere çok büyük zararlar da verebilir.
- Meteorların Ay yüzeyinde oluşturduğu çukurlara **meteor çukuru** denir.



### Gezegenler

- Güneş çevresinde Dünya ve kuyruklu yıldızlar gibi dolanan gök cisimlerine **gezegen** adı verilir.
- Gezegenler, yıldızlar gibi ısı ve ışık kaynağı değildir.
- Yıldızlardan çok daha küçük ve soğuktur.
- Bunlar, yıldızlardan aldığı ışığı yansıtan küresel gök cisimleridir.
- Yıldızlar, gökyüzündeki yerlerini değiştirmezler. Oysa gezegenlerin konumları gecedan geceye bile farklılık gösterir. Çünkü gezegenler, Güneş çevresinde dolanan gök cisimleridir.

- Güneş'in Ay'dan çok daha büyük olmasına rağmen Dünya'dan bakıldığında hemen hemen eşit büyüklükte görülmelerinin sebebinin Güneş'in Ay'a göre Dünya'mızdan çok uzak olmasıdır.
- Diğer yıldızlar Dünya'mızdan çok daha uzaktadır ve bu nedenle çok küçük görünürler.

- Işığın 1 saniyede aldığı yol 300.000 km ise 1 yılda ne kadardır?

- Bunu kolayca hesaplayabiliriz:

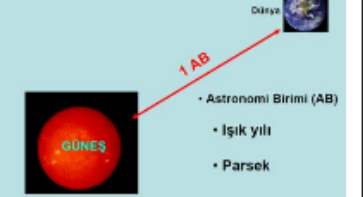
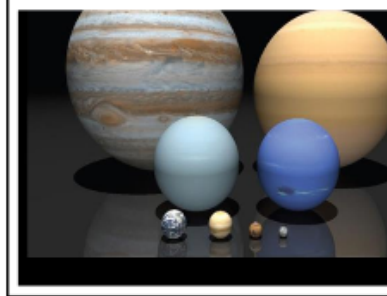
$$365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 300.000 = 9.470.000.000.000 \text{ kilometre}$$

- İşte bu uzaklığa "Işık Yılı" denir. Bu sayıyı kısaca  $9,47 \times 10^{12}$  diye yazabiliriz.



Arizona'da gök taşı çukuru Yeryüzüne düşen bir gök taşı

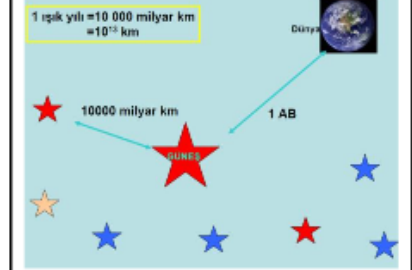
- Yıldızların ışığı kesikli, azalıp çoğalır gibi gelir.
- Gezegenler ise Dünya'mıza **yıldızlardan çok daha yakın olmaları nedeniyle** ışıkları kesintisiz ve parlaktır.



- Dünya'mıza en yakın yıldız Güneş'tir. Güneş, gündüz görebildiğimiz tek yıldızdır.
- Güneş'in Dünya'mıza ısı ve ışık şeklinde ulaşan enerjisi Dünya'daki yaşamın da kaynağıdır.
- 

### Işık yılı

- Gök cisimleri arasındaki mesafeleri ifade etmek için "**ışık yılı**" kavramı kullanılır.
- Işık yılı, içinde geçen yıl sözcüğünün çağrıştırdığı gibi bir zaman birimi değildir.
- Işık yılı, ışığın boşlukta bir yılda aldığı yol olarak tanımlanabilir. Işık yılı yaklaşık  $9.46 \times 10^{12}$  km'dir.





*GAZİ GELECEKTİR...*