

T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTA ÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

133664

FİZİK EĞİTİMİNDE BİLİMKURGU HİKAYELERİNİN KULLANILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

HATİCE ACAR

Y.Ö. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

133664

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. ZEYNEP GÜREL

İSTANBUL-2003

Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'nun, Fikri Haklar Bölümü'nün 22. maddesinde belirtilen çoğaltma hakkı esasına göre, tezdin ancak "referans vermek kaydıyla" alıntı yapılabilir.

T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTA ÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

**FİZİK EĞİTİMİNDE BİLİMKURGU HİKAYELERİNİN KULLANILMASI**

HATİCE ACAR

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. ZEYNEP GÜREL

Jüri Üyesi: Prof. Dr. M. ALİ ÇORLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. AYL A GÜRDAL

*[Handwritten signatures]*

Onay Tarihi: 06.../08.../2003...

Bu tez; Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün standartlarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Program Danışmanı: Prof. Dr. M. Ali Çorlu

*[Handwritten signature]*

Fizik Eğitimi Yüksek Lisans Tezi  
İSTANBUL-2003

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanması sırasında bana değerli fikirleri ile yol gösteren ve büyük motivasyon sağlayan sevgili hocam Zeynep GÜREL'e, destekleriyle ve güvenleriyle her zaman yanımda bulunan aileme, araştırmaya katılarak bana zaman ayıran öğrencilere ve araştırmanın okullarda yürütülmesinde bana yardımcı olan öğretmen arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Ağustos, 2003**

**Hatice ACAR**

## ÖZET

Bu araştırmada bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılmasının öğrenciler üzerindeki etkileri ve öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine karşı tutumları araştırılmıştır. Araştırma yapısalcı öğretim yaklaşımına dayalı olarak yürütüldüğünden öncelikle öğrencilerin yerçekimi ve ağırlıksızlıkla ilgili bazı fizik konularındaki ön kavramları araştırılmıştır. Bu amaçla bir Fen Lisesi, bir Anadolu Lisesi ve bir Süper Lisenin 9. sınıf ve 10. sınıflarında okuyan 353 öğrenciye bu konularla ilgili 5 açık uçlu sorudan oluşan Anket Formu uygulanmıştır. Anket Formu'ndaki sorular Jules Verne'ün "Ay'ın Çevresinde Seyahat" adlı bilimkurgu hikayesinde geçen olaylarla ilgilidir. Ayrıca anket formuyla birlikte öğrencilere bir de bilimkurgu hikayelerine karşı genel tutumlarına yönelik İlgi Testi uygulanmıştır. Anket formundan alınan sonuçlara göre öğrencilerin cevaplarındaki bilimsel ve alternatif görüşleri ortaya koyabilmek amacıyla öğrenci zihinsel modelleri oluşturulmuştur. Öğrencilerin ön kavramlarına yönelik bu çalışmalardan sonra üç 9. sınıf ve üç 10. sınıf olmak üzere toplam 6 öğrenci ile, seçilen bilimkurgu hikayesinin de kullanıldığı görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmelerde bilimkurgu hikayelerinin; öğrencilerin fizik konuları ile ilgili ön kavramlarını ortaya koymada, öğrencilerin kendi kavramlarını sorgulamalarını sağlamada ve fizik konularına karşı ilgi ve motivasyonlarını arttırmada etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Görüşmelerin sonunda, görüşmeye katılan öğrencilerin bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılmasının ne gibi etkileri olacağı konusundaki görüşleri alınmıştır.

Yapılan çalışmalar bilimkurgu hikayelerinin öğrencilerde fizik konularına karşı ilgi ve merak uyandırmada etkili olduğunu, öğrencilerin kendi kavramlarını sorgulamaya teşvik edici rolünün bulunduğunu ve öğrencilerdeki alternatif görüşleri ortaya koymada etkili olduğunu göstermiştir. Bütün bu araştırmalar sonucunda bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde öğrenci motivasyonunu sağlamak ve kavram gelişimini takip etmek için etkili bir araç olarak kullanılabileceği görülmüştür.

## SUMMARY

In this research how the use of science fiction stories in Physics lessons affects the students and students attitudes towards science fiction stories are investigated. As the research is conducted based on constructivist approach, firstly students' pre-conceptions related to some physics subjects about gravity and weightlessness are tried to be determined. For this aim, Questionnaire Form containing 5 open-ended questions based on this subjects were applied on 353, 9<sup>th</sup> grade and 10<sup>th</sup> grade students attending Science High School, Anatolian High School and Super High School. Questions asked in Questionnaire Form are about the events taking place in Jules Verne's story "From the Earth to the Moon" selected for this research. Moreover, with this Questionnaire Form, The Survey Test consisting of questions which are about students' general attitude towards science fiction stories was applied. According to replies taken from Questionnaire Form, mental models explaining students scientific and alternative views were tried to be constructed. After pre-conceptions had been searched, 3 students of 9<sup>th</sup> grade and 3 students of 10<sup>th</sup> grade total 6 students were interviewed about the chosen science fiction story. In this meetings, researches were made about whether science fiction stories were effective in bringing students' pre-conceptions related to physics subjects out, whether they had an effect on students' inquiring their concepts and whether they had an effect on increasing students' interest and motivation towards physics subjects. At the end of these interviews, students' views were taken about what sort of effects use of science fiction stories would have in physics lessons.

Studies in this research show that science fiction stories have an effect on arousing students' interest and curiosity, they also have a role encouraging students to inquire their own concepts and they are effective in making students' alternative views come out. At the end of these studies, it's observed that science fiction stories can be used in physics lessons as an effective tool to increase students' motivation and to follow the development of conception.

## YENİLİK BEYANI

Gelişmiş ülkelerde fen dersleri artık konu öğretiminden kavram öğretimine doğru yönelmektedir. Kavram öğretiminin bu derece önem kazandığı günümüzde öğrencilere fen kavramlarının en etkili hangi yollarla öğretilbileceği konusunda yapılan çalışmalar da giderek önem kazanmaktadır. Öğrencileri sıkmadan, eğlendirerek fen kavramlarını kazandırmanın yolları araştırılmaktadır. Bilimkurgu hikayeleri öğrencilerin var olan fen kavramlarının araştırılmasında ve yeni kavramlar oluşturulmasında kullanılabilir etkili bir kaynaktır. Bu araştırma Türkiye’de bilimkurgu hikayelerinin öğrencilerin kavram öğrenmeleri üzerindeki etkilerini ve öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine karşı tutumlarını araştıran ilk çalışmadır.

Çalışma sonuçları bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılmasının etkilerini ortaya koyduğundan fizik öğretmenlerine bilimkurgu hikayelerini derslerinde kullanmaları konusunda rehberlik etmesi bakımından yararlı olacaktır.

**Danışman**

**Ağustos, 2003**

**Yrd. Doç. Dr. Zeynep GÜREL**

**Hatice ACAR**

**İÇİNDEKİLER**

TEŞEKKÜR .....	III
ÖZET .....	VI
SUMMARY .....	V
YENİLİK BEYANI .....	VI
İÇİNDEKİLER .....	VII
TABLolar LİSTESİ .....	XII
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	XIV
KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ .....	XV
<b>I. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problem .....	1
1.2. Amaç .....	2
1.3. Önem .....	3
1.4. Sayıtlar .....	4
1.5. Sınırlılıklar .....	5
1.6. Evren ve Örneklem .....	5

<b>II. GENEL BİLGİLER</b> .....	6
<b>2.1. Öğretme ve Öğrenme Alanındaki Kuramlar</b> .....	6
2.1.1. Nesnelci (Objectivist) Öğrenme Yaklaşımı .....	7
2.1.1.1. Davranışçı Kuram .....	7
2.1.1.2. Bilişsel Kuram .....	8
2.1.2. Yapısalcı (Constructivist) Öğrenme Yaklaşımı .....	10
2.1.2.1. Radikal Yapısalcılık .....	14
2.1.2.2. Sosyal Yapısalcılık .....	15
<b>2.2. Öğrencilerin Uzay ve Yerçekimi Konularındaki Görüşleri Üzerine Yapılan Araştırmalar</b> .....	16
2.2.1. Öğrencilerin Dünya'nın Şekli ve Yerçekimi Hakkındaki Görüşleri .....	16
2.2.2. Öğrencilerin Ağırlık ve Serbest Düşme Hakkındaki Görüşleri .....	19
2.2.3. Öğrencilerin Ay'ın Evreleri Hakkındaki Görüşleri .....	21
2.2.4. Öğrencilerin Gece-Gündüz Olayı Hakkındaki Görüşleri .....	22
2.2.5. Öğrencilerin Mevsimlerin Oluşumu Hakkındaki Görüşleri .....	22
2.2.6. Öğrencilerin Güneş Sistemi ve Yıldızlar Hakkındaki Görüşleri .....	23
<b>2.3. Bilimkurgu ve Fizik Eğitimi</b> .....	26
2.3.1. Bilimkurgunun Tanımı ve Tarihiçesi .....	26
2.3.2. Bilimkurgunun Bilime Işık Tutan Yanları .....	30
2.3.3. Bilimkurgunun Eğitimde Kullanılması Hakkındaki Görüşler ..	35
2.3.3.1. Bilimkurgu Filmlerinin Fizik Eğitiminde Kullanılması .....	36
2.3.3.2. Bilimkurgu Hikayelerinin Fizik Eğitiminde Kullanılması .....	38

<b>III. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ</b> .....	40
<b>3.1. Bilimkurgu Hikayesinin Seçilmesi</b> .....	40
<b>3.2. Anket Formunun Hazırlanması</b> .....	41
<b>3.3. Anketin Pilot Çalışması</b> .....	42
<b>3.4. Anketin Örnekleme Uygulanması</b> .....	43
<b>3.5. Anketin Analizi</b> .....	43
<b>3.6. Öğrenci Zihinsel Modellerinin Oluşturulması</b> .....	44
<b>3.7. Görüşme Protokolünün Hazırlanması</b> .....	45
<b>3.8. Görüşmenin Yapılması ve Değerlendirilmesi</b> .....	46
<b>3.9. İlgili Testinin Hazırlanması ve Uygulanması</b> .....	47
<b>IV. BULGULAR</b> .....	48
<b>4.1. Anket Sorularından ve Anket Sorularıyla İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular</b> .....	48
<b>4.1.1. Birinci Sorudan Elde Edilen Bulgular</b> .....	49
<b>4.1.1.1. Birinci Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları</b> .....	49
<b>4.1.1.2. Birinci Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri</b> .....	53
<b>4.1.1.3. Birinci Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular</b> .....	56
<b>4.1.2. İkinci Sorudan Elde Edilen Bulgular</b> .....	71
<b>4.1.2.1. İkinci Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları</b> .....	71
<b>4.1.2.2. İkinci Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri</b> .....	74
<b>4.1.2.3. İkinci Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular</b> .....	78

4.1.3. Üçüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular .....	89
4.1.3.1. Üçüncü Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları ....	91
4.1.3.2. Üçüncü Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri .....	93
4.1.3.3. Üçüncü Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular .....	97
4.1.4. Dördüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular .....	113
4.1.4.1. Dördüncü Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları .....	113
4.1.4.2. Dördüncü Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri .....	117
4.1.4.3. Dördüncü Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular .....	121
4.1.5. Beşinci Sorudan Elde Edilen Bulgular .....	126
4.1.5.1. Beşinci Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları ..	126
4.1.5.2. Beşinci Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri .....	130
4.1.5.3. Beşinci Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular .....	133
<b>4.2. Bilimkurgu Hikayelerinin Fizik Derslerinde Kullanılması ile İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular .....</b>	<b>141</b>
4.2.1. Öğrencilerin Seçilen Bilimkurgu Hikayesindeki Fizikle İlgili Olaylar Hakkındaki Değerlendirmeleri .....	141
4.2.2. Bilimkurgu Hikayelerinin Fizik Derslerinde Kullanılması İle İlgili Öğrenci Görüşleri .....	147
<b>4.3. İlgili Testinden Elde Edilen Bulgular .....</b>	<b>157</b>

<b>V. SONUÇ, YORUM VE ÖNERİLER</b> .....	160
<b>5.1. Sonuç ve Yorum</b> .....	160
<b>5.2. Öneriler</b> .....	164
<b>KAYNAKLAR</b> .....	166
<b>EKLER</b> .....	173
<b>EK 1. Anket Formu</b> .....	173
<b>EK 2. Görüşme Protokolü</b> .....	176
<b>EK 2A. Görüşmelerden Önce Değerlendirmeleri İçin Öğrencilere</b> Verilen Bölüm .....	176
<b>EK 2B. Görüşmelerde Öğrencilere Yöneltilen Sorular</b> .....	179
<b>EK 3. İlgi Testi</b> .....	184
<b>EK 4. Jules Verne'ün "Ay'ın Çevresinde Seyahat" Adlı Hikayesindeki Fizik</b> Konuları ile İlişkilendirilebilecek Olaylar .....	185
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	198

## TABLOLAR LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> 5E Metoduna Göre Öğrenme Evreleri (5E-Learning Cycle) .....	13
<b>Tablo 2.</b> Araştırmacılar tarafından önerilen bazı bilimkurgu filmleri ve bu filmleri öneren araştırmacılar .....	37
<b>Tablo 3.</b> Öğrencilerin birinci soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri .....	50
<b>Tablo 4.</b> Öğrencilerin ikinci soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri .....	72
<b>Tablo 5.</b> Öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri .....	90
<b>Tablo 6.</b> Öğrencilerin dördüncü soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri .....	114
<b>Tablo 7.</b> Öğrencilerin beşinci soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri .....	127
<b>Tablo 8.</b> Ö1'in hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi .....	142
<b>Tablo 9.</b> Ö2'nin hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi .....	143

<b>Tablo 10.</b> Ö3'ün hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi .....	143
<b>Tablo 11.</b> Ö4'ün hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi .....	144
<b>Tablo 12.</b> Ö5'in hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi .....	144
<b>Tablo 13.</b> Ö6'nın hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi .....	145
<b>Tablo 14.</b> Öğrencilerin ilgi testindeki sorulara verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri .....	159

## ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1.** Davranışçı kurama göre öğrenmeyi açıklayan “kara kutu” benzetmesi ..... 8
- Şekil 2.** Bilişsel kurama göre öğrenmeyi açıklayan “bilgisayar” benzetmesi ..... 8
- Şekil 3.** Öğrencilerin Dünya’nın şekli hakkındaki çeşitli görüşleri ..... 16
- Şekil 4.** Öğrencilerin birinci soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı ..... 52
- Şekil 5.** Birinci sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri ..... 53
- Şekil 6.** Öğrencilerin ikinci soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı ..... 73
- Şekil 7.** İkinci sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri ..... 74
- Şekil 8.** Öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı ..... 92
- Şekil 9.** Üçüncü sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri ..... 93
- Şekil 10.** Öğrencilerin dördüncü soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı 116
- Şekil 11.** Dördüncü sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri .. 117
- Şekil 12.** Öğrencilerin beşinci soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı .. 129
- Şekil 13.** Beşinci sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri .... 130

# I. GİRİŞ

## 1.1. Problem

Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de öğrenciler fen derslerinde başarısızdırlar. Ayrıca öğrencilerde fen bilgisine karşı olumsuz bir tutum vardır ve öğrenciler fen bilgisinden, özellikle fizik derslerinden korkmaktadırlar.

Ülkemizde fen bilimleri derslerindeki başarısızlıklara etki eden faktörlerin neler olduğu tam olarak araştırılmamıştır ve bundan dolayı bu alandaki derslerin nasıl verilmesi gerektiği konusu açıklığa kavuşmamıştır. Gelişmiş ülkelerde fen derslerinin artık konu öğretiminden kavram öğretimine doğru yöneldiği bilinmektedir. Bu nedenle kavramların öğretilmesinde yeni öğretim tekniklerinin veya yaklaşımlarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Eryılmaz ve Tatlı, 2000, s: 94).

Öğrencilere; doğayı tanıtmak, etraflarında olup bitenleri gözlemelerini sağlamak ve mantık süzgecinden geçirip yorumlamalarına yardımcı olmak amacıyla bilim öğretiriz. Ancak bunu yaparken öğrencinin zihninin “boş levha (tabula rasa)” olmadığı unutulmamalıdır (Stannard, 2001, s: 33). Öğrencinin zihni zaten orada var olup olmadığına aldırmadan üzerine yeni bilgilerin yazılabileceği boş bir levha değildir, aksine çevreden duyup öğrendiği bir çok alternatif kavrama sahiptir. Öğrenciler sınıfa geldiklerinde öğretilcek kavramlar hakkında alternatif kavramlarla birlikte gelirler. Bu kavramlar geleneksel öğretim metodları ile çok fazla değiştirilememektedir.

Fiziğin göze çarpan en büyük özelliği uygulanabilir bir bilim oluşudur. Fizikte elde edilen sonuçların uygulanabilir oluşu, modern teknolojik çevremizin altyapısını oluşturmaktadır (Çorlu ve ark., 1991, s: 20). Öğrencilerdeki kavram yanlışlarının

giderilememesi öğrendikleri konuları uygulama alanına geçirebilmeleri konusunda engel teşkil etmektedir. Fiziğin uygulanabilirliğini sağlayabilmek için öğrencilerdeki kavram yanlışlarının tespit edilip aktif öğretim yöntemleriyle giderilmesi gerekmektedir.

Öğrencilerde kavram öğretiminin gerçekleştirilebilmesi için öğrencilerin günlük yaşantıları ile yakından ilişkili, onlarda ilgi ve merak uyandırabilecek yeni kaynakların kullanılması gerekmektedir. Bilimkurgu hikayeleri bu kaynaklardan biridir. Bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılmasının öğrencilerin kavram öğrenmeleri üzerindeki etkilerini araştırmak bu araştırmanın temel konusudur. Bu konu yapısalcı öğretim yaklaşımına dayalı olarak ele alındığından öncelikle öğrencilerin seçilen konularla ilgili ön kavramları araştırılmıştır. “Öğrencilerin yerçekimi ve ağırlıksızlıkla ilgili konulardaki ön kavramları nelerdir? Öğrencilerde bu konularla ilgili ortaya çıkan öğrenci zihinsel modelleri nelerdir? Bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılması öğrencilerin sahip oldukları ön kavramlara ne yönde etki eder? Öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine yaklaşımları nasıldır? Öğrencilerin derse ilgi ve motivasyonunun sağlamada bilimkurgu hikayeleri etkili midir?” sorularına cevap aramak araştırmamızın problem cümlesini oluşturmaktadır.

## **1.2. Amaç**

Araştırmanın amacı, 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinin yerçekimi ve ağırlıksızlık ile ilgili bazı fizik konularındaki ön kavramlarını tespit etmek, bu kavramların gelişiminde bilimkurgu hikayelerinin bir etkisi olup olmadığını araştırmak ve bilimkurgu hikayelerinin fizik öğretiminde öğrenciyi motive edici bir unsur olarak kullanılıp kullanılmayacağını araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

- 1- 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinin yerçekimi ve ağırlıksızlık ile ilgili fizik konularındaki ön kavramları nelerdir?
- 2- 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinin yerçekimi ve ağırlıksızlık ile ilgili fizik konularındaki zihinsel modelleri nelerdir?
- 3- Bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılması öğrencilerin yerçekimi ve ağırlıksızlık ile ilgili ön kavramlarına ne yönde etki etmektedir? Bu yolla aynı kalan ya da değişen kavramlar nelerdir?
- 4- Kullanılan bilimkurgu hikayesinde bahsedilen kavramlar ile öğrencilerin ön kavramları arasında paralellik var mıdır?
- 5- Fizik derslerinde bilimkurgu hikayelerinin kullanılması öğrencilerin derse ilgi ve motivasyonunun sağlamada etkili midir?
- 6- 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimkurgu hikayelerine yaklaşımları nasıldır?

### 1.3. Önem

Fizik öğretiminde öğrenci başarısını olumsuz etkileyen en önemli etkenlerden biri öğrencilerin öğretilen konular hakkında günlük yaşantılarından edindikleri hatalı kavramlara sahip olmalarıdır. Bunların çoğu öğrenci zihninde iyi yapılandırılmış kavramlar olduğu için değiştirilmesi oldukça zordur. Sağlıklı bir öğretimin gerçekleşebilmesi için öncelikle bu kavramların tespit edilip öğretimin ona göre planlanması gerekmektedir. Öğrencinin günlük yaşantısında yer kaplayan; televizyon, sinema, çizgi filmler, reklamlar, gazete, bilimkurgu gibi ders dışı kaynaklardaki fen

konuları ile ilgili içerikler öğrencilerde kavram oluşumunda oldukça etkilidir. Bu kaynakları fen derlerinde kullanmak onların fen kavramları ile ilgili düşüncelerini yeniden gözden geçirmelerini ve gerekli değişiklikleri yapmalarını sağlayabilir.

Bu araştırmada fizik öğretiminde kullanılacak etkili kaynaklardan biri olan bilimkurgu hikayelerinin öğrencilerde kavramsal gelişimi nasıl etkilediği ve öğrenci motivasyonuna katkıda bulunup bulunmadığı üzerine çalışmalar yapılmıştır. Araştırma; öğrencilerin yerçekimi ve ağırlıksızlık ile ilgili konulardaki ön kavramlarını ortaya koyması, bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılmasının öğrenciler üzerindeki etkilerini araştırması ve öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine karşı tutumlarını yansıtması bakımından önemlidir.

#### 1.4. Sayıtlar

Bu araştırmada;

- 1- Örneklemin evreni temsil ettiği,
- 2- Anket formunun öğrencilerin yerçekimi ve ağırlıksızlık ile ilgili fizik konularındaki ön kavramlarını ortaya koymada etkili olduğu,
- 3- İlgili testinin öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine yaklaşımlarını ortaya koymada etkili olduğu,
- 4- Kullanılan bilimkurgu hikayesinin kavram araştırmada etkili olduğu,
- 5- Araştırmaya katılan öğrencilerin kendilerine yöneltilen sorulara içten ve samimi bir şekilde cevap verdikleri varsayılmaktadır.

### 1.5. Sınırlılıklar

Bu araştırmada;

- 1- Araştırmanın yapıldığı yıl, 2002-2003 eğitim-öğretim yılı ile;
- 2- Araştırmaya katılan öğrenciler, İstanbul ili, Kadıköy ve Ümraniye ilçelerindeki bir Anadolu Lisesi, bir Fen Lisesi ve bir Süper Lisede okuyan toplam 353 öğrenci ile;
- 3- Araştırmaya katılan öğrencilerin düzeyi, 9. sınıf ve 10. sınıf düzeyi ile;
- 4- Araştıran konular, yerçekimi ve ağırlıksızlıkla ilgili fizik konuları ile;
- 5- Araştırmada kullanılan hikaye, Jules Verne'ün "Ay'ın Çevresinde Seyahat" adlı hikayesi ile;
- 6- Öğrencilerle yapılan görüşmelerin süresi, yaklaşık 3 saat ile;
- 7- Görüşme katılan öğrencilerin sayısı, 6 öğrenci ile;
- 8- Öğrencilerle yapılan görüşmelerin türü, yarı yapılandırılmış görüşme ile;
- 9- Araştırmada kullanılan öğretim yaklaşımı, yapısalcı öğretim yaklaşımı ile sınırlıdır.

### 1.6. Evren ve Örneklem

Araştırmamızın evrenini; İstanbul İlindeki Kadıköy ve Ümraniye İlçelerinin Fen Lisesi, Anadolu Lisesi ve Süper Liselerinde okuyan, 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencileri, örneklemine ise; bu ilçelerdeki bir Fen Lisesi, bir Anadolu Lisesi ve bir Süper Lisenin 9. sınıflarında okuyan 185 öğrenci ile 10. sınıflarında okuyan 168 öğrenci olmak üzere toplam 353 öğrenci oluşturmaktadır. Ayrıca görüşmelerin yürütüldüğü çalışma grubu 6 öğrenciden oluşmaktadır.

## II. GENEL BİLGİLER

Bu bölüm üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, öğretme ve öğrenme alanındaki kuramlar hakkında genel bilgiler yer almaktadır. Bu araştırma yapısalcı görüşe dayalı olarak yürütüldüğünden bu kısımda yapısalcı görüşe ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir. İkinci kısımda, öğrencilerin uzay ve yerçekimi hakkındaki görüşleri üzerine yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar bulunmaktadır. Üçüncü kısımda ise bilimkurgu filmlerinin ve bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanımı ile ilgili temel konulara ve eğitimcilerin bu kaynakların fizik derslerinde kullanılması hakkındaki görüşlerine yer verilmiştir.

### 2.1. ÖĞRETME VE ÖĞRENME ALANINDAKİ KURAMLAR

Etkili öğretim uygulamalarının temelinde çoğu zaman güçlü bir öğrenme kuramı yer almaktadır. Bir öğrenme kuramı, bir çok kapsamlı araştırma sonucuna dayalı olarak insanların nasıl öğrendiğini açıklamak üzere oluşturulmuş çeşitli genellemeleri ve ilkeleri içeren bir model ya da sistem olarak tanımlanabilir (Deryakulu, 2000, s: 53).

Öğretme ve öğrenme alanındaki kuramlar genel çizgileriyle incelendiğinde bunların nesnelci (objectivist) ve yapısalcı (constructivist) öğrenme yaklaşımları olarak sınıflandırılabilir. Geleneksel olarak nitelendirilen öğretim uygulamaları temelde nesnelci görüşe dayalıdır. Öte yandan yapısalcı görüş, geleneksel öğretim uygulamalarında karşılaşılan bir çok soruna çözüm getirebilecek bir seçenek olarak görülmektedir (Deryakulu, 2000, s: 54).

### 2.1.1. Nesnelci (Objectivist) Öğrenme Yaklaşımı

Nesnelci görüş, bilginin bireyden bağımsız olarak dış dünyada var olduğunu kabul eder. Bu görüşe göre her bireyin dünya ile etkileşimi sonucunda zihninde oluşturduğu anlam, zaten dünyada var olan bilgilerin zihne olduğu gibi aktarılmasından başka bir şey değildir (Duffy ve Bednar, 1991).

Nesnelci görüşe göre; **öğretim**, önceden belirlenmiş bilgilerin (içeriğin) öğrencilere aktarılmasıdır. **Öğrenme**, aktarılan bilgilerin öğrencilerin zihninde sunulduğu biçimiyle oluşması sürecidir. **Öğretimin hedefi**, bireyden bağımsız olarak dış dünyada var olan bilgilerin öğrencilere olabildiğince etkili bir biçimde aktarılmasıdır. **Öğretimin içeriği**, öğrencilerin öğretim süreci sonunda edinmeleri beklenen anlamlı bilgilerdir. **Öğretimin değerlendirilmesi**, neyin ne kadar öğrenildiğini saptamak amacı ile öğretimden ayrı olarak uygulanan ve öğrencinin edindiği bilgiyi ölçen standart sınavlarla yapılan değerlendirmedir (Bednar ve ark., 1995).

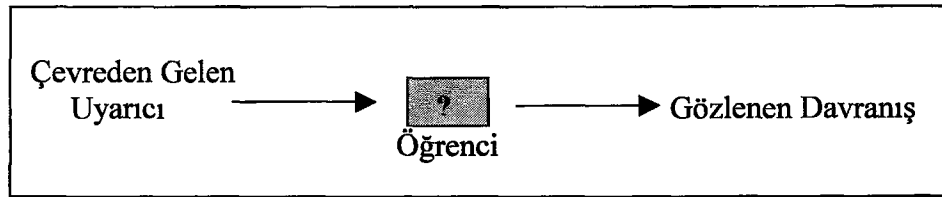
Nesnelci görüşe dayalı öğrenme kuramlarının en iyi bilinenleri *davranışçı* kuramlar ve *bilişsel* kuramlardır. Bu kuramlar öğrencinin iç dünyasına ya da bireysel farklılıklarına ağırlık vermezler. Öğretmen merkezli öğretime dayalıdır (Deryakulu,2000, s: 54).

#### 2.1.1.1. Davranışçı Kuram

Davranışçı kurama göre öğrenme, bireyin davranışlarındaki gözlemlenebilir bir değişimdir (Jonassen, 1991). Buna göre öğrencinin sunulan uyarıcıya karşı istenen tepkiyi göstermesi öğrenme olarak kabul edilir. Öğretim, genellikle öğrenci davranışlarını dışardan koşullama ya da biçimlendirme üzerinde odaklanmaktadır.

İstenen davranışı gösteren öğrenciye “aferin, pekiyi” gibi sözel pekiştireçler ya da iyi bir not verilerek bu davranışın gelecekte tekrar gösterilmesi sağlanabilir.

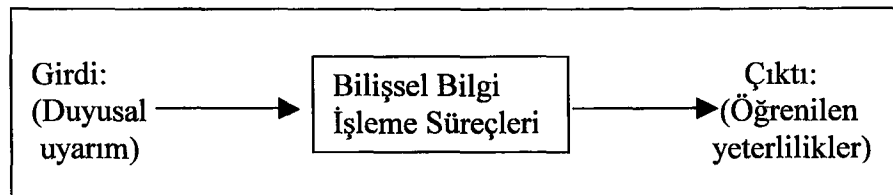
Davranışçı kuram öğrenmeyi açıklarken öğrencinin zihinsel etkinliklerine pek yer vermez. Buna gerekçe olarak da zihinsel etkinliklerin dışarıdan yeterince gözlemlenemiyor olmasını gösterir (Deryakulu, 2000, s: 56). Şekil 1’de davranışçı kuramın öğrenmeyi açıklayışı “kara kutu” benzetmesiyle temsil edilmektedir.



Şekil 1. Davranışçı kurama göre öğrenmeyi açıklayan “kara kutu” benzetmesi (Driscoll, 1994, s: 130).

#### 2.1.1.2. Bilişsel Kuram

Bilişsel kuram bilgi işlemeye dayalıdır. Bu kurama göre öğrenme, dış uyarıcıların zihinsel süreçlerle işlenmesi yoluyla oluşmaktadır. Dış çevreden duyu organları aracılığıyla algılanan bilgiler, zihinde tıpkı bir bilgisayarın verileri işlemesi gibi işlenmektedir. Şekil 2’de bilişsel kuramın öğrenmeyi açıklayışı “bilgisayar benzetmesi” ile temsil edilmektedir.



Şekil 2. Bilişsel kurama göre öğrenmeyi açıklayan bilgisayar benzetmesi (Driscoll, 1994, s: 130).

Bilişsel kurama göre; öğrenciler, öğretim sırasında kendilerine sunulan uyarıcılara edilgen biçimde tepki vermek yerine, etkin araçlarla sunulan bilgilere dikkatini verme, yeni bilgilerle ilgili olarak önceden edinilmiş bilgileri bellekten çağırma, yeni ve eski bilgileri ilişkilendirerek yapısal açıdan yeniden düzenleme ve daha sonraki öğrenmelerde tekrar kullanmak üzere bu yapıyı kendilerine özgü yöntemlerle belleğe kodlayarak öğrenmektedirler (Jonassen, 1988).

Bilişsel kuramı benimseyen öğretim uygulamalarında da nesnel bir gerçekliğin var olduğuna inanılmakta, bu nedenle davranışçı kuramda olduğu gibi amaç ve görev çözümlenmesi yoluyla öğrencilere öğrenmeleri gereken bilgiler aktarılmak üzere bu nesnel gerçeklik temel alınmaktadır (Jonassen, 1990).

Geleneksel öğretim uygulamaları olarak da bilinen nesnelci uygulamaların özelliklerine bakıldığında bazı noktalar dikkati çekmektedir. Bunlar arasında bilgi aktarmaya ağırlık veren öğretim anlayışı, ders kitaplarına aşırı bağımlılık, öğretmenin mutlak egemenliği, öğrencileri araştırmaya yöneltmeyip yalnızca dinleyen, izleyen konumunda tutarak zihinsel açıdan edilgenleştiren düzenlemeler, yaratıcı düşünmeye ya da kişisel görüşleri açıklamaya izin vermeyen sınıf iklimi, sunulan bilgileri anlamaya ya da farklı yorumlar yapmaya olanak tanımayan öğretim yöntemleri ilk göze çarpanlardır (Deryakulu, 2000, s: 53).

Eğitimciler, özellikle “en iyi öğrenme nasıl gerçekleşir?” sorusu üzerine çok sayıda araştırmalar yapmış ve kuramlar geliştirmişlerdir. Bu öğrenme kuramlarının son yıllarda üzerinde en çok durulandan birisi yapısalcı (constructivist) öğrenme yaklaşımıdır (Şahin, 2001, s: 27).

### 2.1.2. Yapısalcı (Constructivist) Öğrenme Yaklaşımı

Yapısalcı görüşün temelinde yer alan ve yapısalcılığa ait tüm düşüncelerin üzerinde köklendirildiği prensip; yapısalcı görüşün öncüsü olan Piaget tarafından oluşturulmuştur. Bu prensip şu şekilde özetlenebilir: “Bilgi öğrenci tarafından aktif olarak yapılandırılır, çevreden pasif olarak alınmaz”. Bu yönüyle yapısalcı görüş bilginin bir bireyden başka bir bireye iletildiğini iddia eden nesnelci görüşe aykırıdır (Dougiamas, 1998).

Bir öğrenme teorisi olan yapısalcı görüşe göre bilgi, öğrenciler tarafından doğal çevre, sosyokültürel içerik ve ön bilgi ile ilişkilendirme sonucu oluşturulur. Burada yaygın olan inanç, öğrencilerin kendi bilgilerini yaratmalarıdır. Bu görüşe göre bilgi bireyden bağımsız değildir, tam tersine bireyin zihninde bireyin kendisi tarafından aktif olarak yapılandırılır (Philips, 1995).

Yaşamının ilk günlerinden itibaren, bir çocuk etrafında olup biten şeyler hakkında fikirler geliştirir. Oyuncağını yuvarlar, yere düşürür, topa vurur, top zemin üzerinde yuvarlanarak ilerler. Başlangıçta birbirinden bağımsız olan bu olaylar çocukları tahminler yapmaya iter. Çocuk büyüdükçe tüm bu itme, çekme, kaldırma, fırlatma, hissetme, görme, gibi deneyimler genelleştirilmiş bir beklenti serisinin gelişimini ve tahminde bulunma yeteneğini sağlar. Çocuk sistemli bir fen eğitimine başlamadan çok önce çevresindeki doğal olaylarla ilgili kendince fikirlere sahip olmuştur (Driver, 1985).

Öğrenciler önceki bilgi ve yaşantıları üzerine yeni bir durumu uygulayarak yeni bir anlama düzeyi oluşturmak için, yeni bilgi ile önceden var olan zihinsel oluşumlarını birleştirirler. Bu yaklaşımda bilginin öğretmen tarafından asimile edilmesinden ziyade öğrencinin yeni bilgi inşa etmesi önemlidir. Öğrenciler bir olayı ya da kavramı kendi kendilerine keşfettiklerinde daha çok heyecan duyduklarından bilgiyi daha iyi hazmederler ve farklı yollardan kullanırlar (Tapscott, 1999).

Yapısalcı görüşe göre öğretmen ve öğrencinin rolü nesnelci görüşte olduğundan farklıdır. Öğrenci, öğrenme sürecinde yeni bilgileri zihninde yapılandırırken önceden edindiği bilgileri gözden geçirir. O konu hakkında neyi bilip neyi bilmediğini belirler. Yeni bilgiler edinme aşamasında gözlem, deney, uygulama, araştırma, inceleme vb. yaparak öğrenmeyi sürdürür. Öğretmen, kaynaklara ulaşabilmeleri için öğrencilere rehberlik eder. Bu süreçte araştırarak ulaştığı istatistikler, belgeler, filmler, bilimsel veriler, öğrencinin birincil bilgi kaynaklarını oluşturur. Öğretmen, ders kitabı ve öğretim yazılımları ise ikincil bilgi kaynaklarıdır.

Redish (1994); yapısalcı görüşün temel düşüncesini açıklarken öğretmenin rolünü şöyle dile getirmiştir: “Hiç kimseye hiçbir şeyi öğretemezsin. Bir öğretmen olarak yapabileceklerinin tümü öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmaktan ibarettir (Redish, 1994, s: 798).”

Yapısalcı görüşe göre anlamlı öğrenme, bilgiyi yorumlayabilme ve kullanabilme anlamına gelir. Öğrencinin zihni zaten orada var olup olmadığına aldırmadan üzerine yeni bilgilerin yazılabileceği boş bir levha (blank slate, tabula rasa) değildir. Eğer eğitimci öğrencinin yeni bilgiyi öncekilerle doğru bir şekilde birleştirebilme konusunda bilinçli bir şekilde rehberlik etmezse öğrencinin kendisi yeni bir düzenleme yapabilir ve bu durumda levhaya yazılan mesaj eğitimcinin vermeye niyetlendiği mesaj olmayabilir (McDermott, 1991, s: 305). Yapısalcı görüşün öncül ilkeleri şunlardır:

1. Bilgi yapılandırılır, transfer edilemez
2. Önceki bilgiler öğrenme sürecini etkiler
3. İlk algılama yereldir, küresel değildir
4. Yararlı bilgi yapıları oluşturmak gayretli ve amaçlı aktiviteler gerektirir.

Uygulanmakta olan fen bilimleri eğitiminin yetersizliğine dikkat çeken Yager (2000); yapısalcılığın bu alana aktif olarak adapte edilebilmesi için şu ilkeleri öne sürmüştür:

\* Dersleri ve öğretimin bütününe yönlendirmek için öğrenci sorularını, fikirlerini ve ilgi alanlarını kullanmak ve bu yönde planlamalar yapmak,

- \* Öğrencileri görüş belirtmeleri için teşvik etmek ve bu görüşlere saygı göstermek,
- \* Öğrencilerin belirttikleri görüşler doğrultusunda, kavram tartışmalarına ve beyin fırtınalarına zemin hazırlamak,
- \* Öğrencileri işbirliğine, takım (grup) çalışmasına ve araştırmaya teşvik etmek ve birlikte öğrenme stratejilerinden azami derecede faydalanmak,
- \* Öğrencileri değişik kaynakları araştırmaya ve uzmanlardan yararlanmaya teşvik etmek,
- \* Öğrencilerin, sorular ve yanıtları üzerine muhakeme yapmalarına olanak tanımak ve olayların sebep-sonuç ilişkilerini tahmin etmeleri için yönlendirmek,
- \* Öğrencilerin kendi fikirlerini kanıtlamaya yönelik araştırma yapma ve deneyim kazanma süreçlerini teşvik etmek ve süreçler sonunda yeni fikir düzenlemelerinin (kavram organizasyonlarının) gerçekleşmesini sağlamak,
- \* Öğrencileri, kendi yaşantıları esnasında karşılaştıkları gerçek sorunlar üzerine bilimsel araştırmalar yapmaya teşvik etmek,
- \* Eğitimin ders ve okul dışına da taşınmasını sağlamak,
- \* Öğrencilerin bilimin her birey için önemini farkına varmalarını sağlamak ve bilimin ders içi başarıdan ziyade, hayat için gerekliliğini ortaya koymak,
- \* Bilimin herkes için olduğunu vurgulamak ve “bilim öğrenimi için bilim adamlarının sahip oldukları özel yetenekler ve üstün zeka gerekir” şeklindeki yaklaşımlardan kaçınmak,
- \* Özellikle bilim ve teknoloji ile ilgili meslekleri tanıtmak ve öğrencileri bu alanlarla ilgili yeterli bilince ulaştırmak,
- \* Geleceğin dünyasını bilim ve teknolojinin belirleyeceğini öğrencilere kavratmak (Yager, 2000, s: 45).

Redish (1994); öğrencilerin fizik öğrenme düzeylerinin artırılabilmesi için onların nasıl öğrendikleri konusunda daha çok kafa yorulması gerektiğini söylemiştir ve bunu şu şekilde ifade etmiştir: “Eğer öğrencilerimizdeki fizik öğrenme düzeyini yeterli seviyeye ulaştırmak istiyorsak öğrencilerin nasıl öğrendikleri ve bizim öğretimimize nasıl tepkide buldukları üzerinde çok daha fazla kafa yormamız gerekir. Fizik öğretimi konusunu tıpkı bilimsel bir problem gibi ele almalıyız (Redish, 1994, s: 796).”

5E metodu olarak bilinen öğrenme aktiviteleri yapısalcı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak hazırlanan bir dersin yapılandırılmasında yararlanılabilecek bir yöntemdir. Bu metottaki öğrenme basamakları ve öğrenci fonksiyonları Tablo 1’de verilmiştir:

**Tablo 1.** 5E Metoduna Göre Öğrenme Evreleri (5E-Learning Cycle)  
(Gürdal ve ark., 2001).

Öğrenme Basamağı	Öğrenci Etkinliklerinin Mahiyeti ve Fonksiyonları
1- Girme (Engage)	Öğrenci karşılaştığı bir sorun veya gözlediği bir olayla ilgilenmeye başlar. Zihnen o konuya engaje olur.
2- Keşfetme (Explore)	Öğrenciler birlikte çalışarak, deneyerek, yaparak, sorunu çözme veya olayı açıklama yönünde düşünceler üretirler.
3- Açıklama (Explain)	Öğrenciler olayı açıklarlar veya problemi çözerler. Öğretmen gerekirse yeni kavramlar ekler, yeni beceriler geliştirmelerine yardımcı olur.
4- Derinleştirme (Elaborate)	Öğrenciler öğrendikleri açıklamayı veya problem çözüm yolunu yeni olaylara ve problemlere uygularlar.
5- Değerlendirme (Evaluate)	Öğrenciler yeni edindikleri bilgilerini, yeteneklerini, becerilerini değerlendirirler. Öğretmen öğrencilerinin başarılarını, bu basamaktaki öğrenme durumlarına bakarak değerlendirir.

Öğrenmenin, öğrencinin kendi ürünü olabilmesi için öğrencinin öğrenme etkinliğine katılması gerekir. Böylelikle öğrenciler bilgi ya da becerilerini yeni bir duruma transfer edebilirler. Bu yaklaşımı temel alan etkili bir öğrenmenin gerçekleşmesi için öğrenme süreci;

- Merak uyandırma ve plânlama,
- Araştırma ve keşfetme,
- Çözümleme ve derinleştirme,
- Paylaşma ve yaşantıya uygulama basamaklarını içermelidir.

Redish (1994); öğrenmede zihinsel modellerin rolü üzerinde de durmuş ve modellemeyi şu şekilde açıklamıştır: “İnsanlar deneyimlerini organize etme ve gözlemlerini zihinsel modellere oturtma eğilimindedirler. Zihinsel modeller bizim fizik öğretiminde farz ettiğimiz şeylerden farklı sonuçlar ortaya koyar. Biz genellikle öğrencilerimizin bir şeyi ya bildiğini ya da bilmediğini varsayırız. Fakat öğrenciler farkında olmadan zihinlerinde çelişkili fikirlere sahip olabilirler (Redish, 1994, s: 797).”

Kavramların insan zihnindeki oluşum süreçleri eğitim alanındaki pek çok araştırmayı yakından ilgilendiren bir konudur. Bu süreçler ise genel olarak 3 ana kısımda incelenmektedir (Sarıçayır, 2000):

1. Genelleme Süreci: Değişik örneklerdeki ortak özelliklerin gruplandırılıp, o gruba bir isim verilme sürecidir.
2. Ayırım Süreci: Genellemenin aksine, bu süreçte örneklerin sahip oldukları özellikler arasındaki farklar belirlenir.
3. Tanımlama Süreci: Kavramları sözcüklerle anlatmaya çalışma sürecidir.

#### **2.1.2.1. Radikal Yapısalcılık**

Radikal yapısalcı görüşe göre sınıfta bir öğrenci sayısız ve benzersiz yaşantılar geçirebilir. Öğrencinin yaşantıları kendi kültürü ve sosyal geçmişine göre oluşur. Her öğrenci olayları kendi anlamasına göre yorumlar ve kendi kişisel bilgisinin yaratıcısı olarak aktiftir (Philips, 1995).

### 2.1.2.2. Sosyal Yapısalcılık

Sosyal yapısalcılıkta öğrenme bireyler arasında fikirler paylaşılınca gerçekleşir düşüncesi vardır. Bilgi, sosyo-kültürel çevrede bireysel etkileşimler süresince oluşur. Bu nedenle grup tarafından oluşturulan fikirler önemlidir (Brooks ve Brooks, 1993)

Amerika Milli Fen Eğitimi Standartları'nda (NSES, 1996), fen eğitiminin hedeflerine ulaşan kişilerin özellikleri şu şekilde belirtilmektedir:

- 1- Günlük deneyimleri hakkında merak sonucu sorular soran, cevaplar bulan;
- 2- Doğa olaylarını tahmin ederek tarif eden, açıklayan;
- 3- Popüler basındaki makaleleri anlayarak okuyan, sonuçların geçerliliği hakkında sosyal tartışmalara katılan;
- 4- Bilimsel bilginin kalitesini, dayandığı kaynakları ve onu ortaya çıkaran metodları değerlendirebilen;
- 5- İpuçlarına dayanan tartışmaları değerlendirerek sonuçlar çıkarabilen kişiler fen eğitiminin hedeflerine ulaşmışlardır.

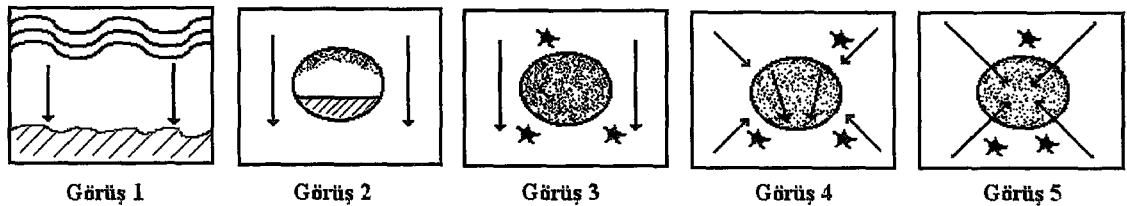
Geçmişte bilgili insan, her şeyi bilen ya da başkalarının ürettiği bilgileri kafasında depolayan kişiydi. Bu nedenle geçmiş yüzyıllarda eğitim daha çok var olan bilgi birikiminin, kültürel değerlerin ve yaşamsal becerilerin yeni yetişen kuşaklara aktarılması olarak görülmüştür. Bugün ise bilgili insan; bilginin farkında olan, bu bilgiye ulaşmanın yollarını bilen, ulaştığı bilgiyi anlamlandırarak öğrenen, öğrenmiş olduğu bilgilerden yeni bilgiler üretebilen ve ürettiği bilgileri sorun çözmede kullanabilen kişidir. Öyleyse insan beyni, öğrenilen bilgilerin yığılmacı biçimde depolandığı bir yer değil, tersine etkin bir strateji merkezi olmalıdır. Eğitim anlayışının değiştiği günümüzde, eğitim sistemlerinin değişimi de kaçınılmazdır. Ders kitaplarında sunulan bilgiyi ve onun aktarıcısı olan öğretmeni merkez alan eğitim anlayışları yerine; bilgiyi türlü kaynaklardan edinen ve sürekli gelişimin bir aracı olarak gören öğrenciyi merkez alan eğitim anlayışı yerleşmelidir.

## 2.2. ÖĞRENCİLERİN UZAY VE YERÇEKİMİ KONULARINDAKİ GÖRÜŞLERİ ÜZERİNE YAPILAN ARAŞTIRMALAR

Bir önceki bölümde de bahsedildiği gibi öğrencilerin öğrenmelerini etkileyen en büyük etkenlerden biri sahip oldukları ön kavramlardır. Bu yüzden bir derste hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın öncelikle öğrencilerin sahip oldukları ön kavramlar hakkında bilgi sahibi olmak gerekir. Bu araştırmada uzay ve yerçekimi ile ilgili bazı konular ele alındığından ve bilimkurgu hikayelerinde en çok rastlanan konular bu konular olduğundan aşağıda öğrencilerin uzay ve yerçekimi ile ilgili konulardaki algılamaları üzerine yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

### 2.2.1. Öğrencilerin Dünya'nın Şekli ve Yerçekimi Hakkındaki Görüşleri

Öğrencilerin Dünya'nın şekli hakkındaki algılamalarına dair ilk araştırma Nussbaum ve Novak (1976) tarafından yapılmıştır (Roald ve Mikalsen, 2000, s: 337). Nussbaum ve Novak (1976), öğrencilerin Dünya ile ilgili düşüncelerindeki ilerlemeyi inceleyen bir araştırma yöntemi geliştirmişler ve ilkokul öğrencileri ile yaptıkları bir dizi görüşme sonucunda öğrencilerin Dünya'nın şekli ve yerçekimi hakkında 5 farklı görüşe sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Bu görüşler Şekil 3'te gösterildiği gibidir:



**Şekil 3.** Öğrencilerin Dünya'nın şekli hakkındaki çeşitli görüşleri  
(Nussbaum ve Sharoni-Dagan, 1983, s: 101)

Görüş 1: Dünya düzdür ve kenarları sonsuza kadar uzanır. Gökyüzü yere paralel olarak uzanmış yatay bir yapıya sahiptir. “Aşağı” yönünü gösteren oklar Dünya’nın farklı noktalarında her zaman birbirine paralel olarak uzanırlar.

Görüş 2: Dünya iki yarı kürenin birleşiminden oluşan büyük bir top gibidir. Alttaki yarı küre katıdır ve temel olarak toprak ve kayadan yapılmıştır. Üstteki yarı küre katı değildir, hava veya gökyüzünden oluşmaktadır. Güneş, Ay ve yıldızlar topun iç yüzeyinde ya da dışında bulunabilirler. Dünya’nın dışında boş uzay vardır. Bu görüşe göre biz Dünya’nın içinde yaşarız. Aşağı yönü Görüş 1’de olduğu gibi farklı noktalarda birbirine paralel doğrultulardadır.

Görüş 3: Dünya; gökyüzü ve kozmik uzay tarafından çevrelenmiş büyük bir top gibidir. Biz Dünya’nın dış yüzeyinde yaşarız. Bununla birlikte Dünya üzerinde yaşayabilmenin ancak Görüş 1 ve Görüş 2’de belirtilen aşağı yönler doğrultusunda olduğu sürece mümkün olabildiği düşüncesi hala hüküm sürmektedir.

Görüş 4: Dünya üzerinde her yerde yaşamak mümkündür. Aşağı yönü her zaman yere doğrudur. Bununla birlikte Dünya’nın içinde yaşamamanın mümkün olduğu ve aşağı yönün Dünya’nın iç bölgesinde, kürenin dibine doğru olduğu düşünülmektedir.

Görüş 5: “Aşağı” yönü Dünya’nın merkezine doğrudur. Dünya, uzay ve aşağı yön kavramları bilimsel görüşe uygundur (Nussbaum ve Sharoni-Dagan, 1983, s: 100).

Dünya’nın şekli ve yerçekimi ile ilgili ortaya çıkan bu kavram yanılgıları Amerika’da ve diğer ülkelerde bulunan bir çok araştırmacı tarafından da doğrulanmıştır. Nussbaum’un (1979) bir sonraki çalışması bir çok öğrencinin bu kavram yanılgılarını sekizinci sınıf boyunca da devam ettirdiğini göstermiştir. Mali ve Howe (1979); Nepal’de benzer kavram yanılgılarıyla karşılaşmışlardır. Sneider ve Pulos (1983); Kaliforniya’daki öğrencilerde de aynı kavram yanılgılarını bularak çocukların Dünya’nın şeklini anlamasıyla yerçekimi kavramını anlaması arasında sanılanın aksine her zaman bir ilişki olmadığını ileriye sürmüşlerdir. Üç ülkedeki 741 öğrencinin görüşme sonuçları ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerinin büyük çoğunluğunun “düz Dünya” görüşüne sahip olduğunu gösterirken 4-6. sınıf öğrencileri çok çeşitli anlama düzeyleri sergilemişlerdir. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinde küresel Dünya ve yerçekimiyle ilgili gelişmiş kavramlara başvuran öğrenci çoğunluğu %39’dan (Sanfrancisco) %60’a (Jerusalem, İsrail) kadar uzanmıştır.

Vosniadou ve Brewer (1989); öğrencilerdeki yerçekimi kavramının, küresel Dünya kavramına bağlı olarak geliştiğini göstermişlerdir. Treagust ve Smith (1989); 10. sınıftan 24 öğrenci ile görüşmeler yapmışlardır ve bu görüşmelerin sonuçlarını kullanarak bir anket formu geliştirmişlerdir. Treagust ve Smith (1989); 113 öğrenciye uyguladıkları bu anket formundan elde ettikleri sonuçlarda; öğrencilerin yerçekiminin sıcaklığa bağlı olarak etki eden bir kuvvet olduğunu, ne zaman ve ne üzerinde etkili olacağı konusunda seçici davrandığını, ve uzak mesafelerdeki cisimleri geri itme konusunda daha güçlü olduğunu düşündüklerini ortaya koymuşlardır. Bunun yanında; öğrencilerin, yavaş dönen gezegenlerin daha az gravitasyona sahip olduklarını ve gezegenlerin Güneş'ten uzaklıklarına göre çekimlerinin azaldığını düşündüklerini de göstermişlerdir. Bu gerçekler Osborne ve Gilbert (1980)'in çalışmalarında da doğrulanmıştır. Philips (1991); öğrencilerin yerçekiminin var olabilmesi için hava gerektiğini düşündüklerini ortaya koymuştur. Bu düşünce başka çalışmalarda da ortaya çıkmıştır (Nussbaum, 1979; Mali ve Howe, 1979; Sneider ve Pulos, 1983; Baxter 1989).

Baxter (1989); 9-16 yaş grubundaki öğrencilerle yaptığı görüşmelerde öğrencilerin Dünya'nın şekli ile ilgili düşüncelerini ortaya koyabilmek için onlara kendilerini bir uzay aracının içinde Dünya'dan uzaklaşırken hayal etmelerini ve bir gün boyunca yolculuk ettikten sonra pencereden dışarıya baktıklarında Dünya'yı nasıl göreceklarını düşündüklerini çizmelerini istemiştir. Öğrenciler bunu yaptıktan sonra çizdikleri şekle Dünya üzerinde yaşayan insanları, bulutları ve bulutlardan düşen yağmur damlalarını da yerleştirmişlerdir. Öğrencilerin çizimlerinden Nussbaum (1979)'un çalışmasındaki sonuçları destekleyen dört farklı görüş ortaya çıkmıştır. Bu öğrenciler arasında en yaygın olan ve yaşa göre artan görüş Dünya'nın yuvarlak olduğu fakat insanların ve düşen yağmur damlalarının düşey doğrultuda aşağıya doğru gösterildiği model olmuştur.

Vosniadou ve Brewer (1987); öğrencilerin Dünya'nın şekli ve yerçekimi ile ilgili fikirlerinin, astronomi ile ilgili olaylar (gece-gündüz, mevsimler gibi) konusundaki açıklamaları ile benzerlik gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmaya göre bu kavram yanlışları basit ve tutarsız bir şekilde organize edilmiş fikirler değil, çocukların Dünya hakkındaki kişisel teorileridir.

## 2.2.2. Öğrencilerin Ağırlık ve Serbest Düşme Hakkındaki Görüşleri

Bar ve ark. (1994); 4-13 yaş arasındaki öğrencilerin, cisimlerin neden düştükleri ya da düşmedikleri hakkındaki fikirlerini ortaya koyabilmek için birkaç grup çalışması yapmışlardır. Öğrencilere; bulutlar ve uçak neden düşmez diye sorulduğunda, 13 yaş öğrencilerinin yaygın olarak “bulutlar düşmez çünkü onlar Dünya’nın çekim etkisinin ötesindedir (%40), uçak düşmez çünkü motorun kuvveti onu destekler (%35)” cevabını verdikleri görülmüştür. Bazı öğrenciler; Güneş ve Ay’ın düşmemesini atmosferin ötesinde olmaları ile açıklamışlardır. Yine bazıları, Ay’da hava olmadığı için yerçekiminin Ay üzerinde etkili olmadığını ve bu yüzden Ay’ın düşmeden kalabildiğini söylemişlerdir. Bu görüşler yerçekiminin ancak onu iletecek bir ortam olduğunda var olabileceği yaygın düşüncesine dayalıdır. Bu çalışmadan, 13 yaş öğrencilerinin çoğunun (%70) cisimlerin düşmesinin temel sebebinin Dünya’nın çekimi olduğunun farkında oldukları görülmüştür. Bu öğrenciler arasında bulutların Dünya’nın çekiminin ötesinde olduğu düşüncesi “common sense” teorisiyle tutarlıdır. 4-5 yaş öğrencileri ise cisimlerin düşmek zorunda oldukları için düştüklerini, Güneş ve Ay’ın ışık vermek zorunda oldukları için düşmediklerini, bulutların yağmur yağdırmak zorunda oldukları için düşmediklerini söylemişlerdir.

Osborne (1984); öğrencilerin düşmeyi “tüm cisimler düşer, ağır şeyler daha hızlı düşer ve bariyerler cisimlerin düşmesini engeller” şeklinde tanımladıklarını ortaya koymuştur. Selman ve ark. (1982) da yine öğrencilerin, ağırlığın düşmeye sebep olduğu fikrine sahip olduklarını 105 öğrenci ile yaptıkları çalışmada göstermişlerdir.

Ruggiero ve ark. (1985); 12-13 yaş grubundaki öğrencilerin düşmeyle ilgili şu açıklamaları yaptıklarını ortaya koymuşlardır:

- \* Cismin ağırlığına sebep olan yerçekimi düşmeyi sağlar.
- \* Yerçekimi ve ağırlık cisme ayrı ayrı etkiyerek düşmeyi sağlar.
- \* Düşme herhangi bir destek olmadığına oluşan doğal harekettir.

Watts (1982); ortaokul öğrencilerinin yerçekiminin cisim yere düşmeye başladığı anda etki etmeye başladığını, yere düştüğünde ise yerçekimi etkisinin durduğunu düşündüklerini ortaya koymuştur. Yerçekimini sabit bir kuvvet olarak kabul eden öğrenciler, havaya atılan topu düşmeye ve yerçekimine karşı gelmeye çalışan bir cisim olarak değerlendirmişlerdir. Bazı öğrenciler ise cisimlerin yerçekiminin etkisinin üstesinden gelecek bir kuvvetle yukarı atıldığını ve bu kuvvet tükenince de cismin yeryüzüne düşmeye başlayacağını söylemişlerdir.

Twigger ve ark. (1994)'nın yaptıkları araştırmada ise havaya atılan bir topun hareketini açıklarken öğrencilerin hepsi aşağı yöndeki yerçekimi ivmesinden bahsetmişlerdir. Yerçekiminin yalnızca top düşerken etki ettiği düşüncesinin yanında öğrencilerin %88'i yerçekiminin topa her zaman etki ettiğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin %50'si havaya atılan topun yere düşme sebebini enerji tükenmesine bağlarken, %32'si ise kuvvetin tükenmesi şeklinde açıklamıştır. Havaya atılan topta enerji olup olmadığı da başka bir fikir olarak ortaya çıkmıştır. Öğrenciler, topun içindeki kuvvet yerçekiminden büyük olduğunda topun yükseleceğini, bu kuvvet azaldığında ise topun yerçekiminin etkisiyle düşmeye başlayacağını ifade etmişlerdir. Havanın etkisi de bazı açıklamalarda yer almıştır (%17). Öğrencilerin bir kısmı havayı yukarı yöndeki harekette yavaşlatma sebebi olarak görürken, bir kısmı ise hem aşağı hem de yukarı yöndeki harekete karşı geldiğini ifade etmişlerdir.

Gürel ve Gürdal (2002); 7-11. sınıf öğrencilerinin, yerçekimi kuvvetinin olması için hava gerektiği, Ay'daki yerçekiminin cisimleri yere düşüremeyeceği ve yerçekimi kuvvetinin sadece cisim düşerken ettiği görüşlerine sahip olduklarını göstermişlerdir. Yine aynı konuda yapılan başka bir çalışmada Kafa (2002); 9-11. sınıf öğrencilerinin, ağır cisimlerin daha hızlı düştüğü, yerçekimi için hava gerektiği, Dünya yüzeyindeki küçük yükseklik farklarının yerçekimini büyük ölçüde etkilediği ve yerçekiminin cisim yere düşmeye başladığı anda etki etmeye başladığı fikirlerine sahip olduklarını ortaya koymuştur.

### 2.2.3. Öğrencilerin Ay'ın Evreleri Hakkındaki Görüşleri

Ay'ın evreleri genel olarak öğrencilerin anlamakta zorlandıkları bir konudur. Sadler (1992); öğrencilerin Ay'ın evreleri hakkında yer merkezli düşünce yapısına sahip olduklarını göstermiştir. Örneğin; öğrenciler Ay'ın evrelerindeki farklılığın genellikle bulutlar sebebiyle olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca; öğrenciler yer merkezli düşündüklerinden gece boyunca yıldızların hareket etmesini de anlayamamaktadırlar.

Baxter (1989); öğrencilerin, genellikle Ay'ın evrelerinin Dünya'nın gölgesi sebebiyle oluştuğunu düşündüklerini bulmuştur. Baxter (1989); öğrencilerden gökyüzünde Ay'ı hangi şekillerde gördüklerini çizmelerini istemiştir ve bu şekillerin değişiminde bir düzenlilik olup olmadığını sormuştur. Öğrencilerden plastik küreler kullanarak Ay'ın şeklinin nasıl değişebildiğini açıklamalarını istemiştir. Öğrenciler; Ay'ın farklı şekillerde görünmesini, Ay'ın bulutların arkasında kalması, Ay üzerine gezegenlerin gölgelerinin düşmesi, Güneş'in gölgesinin Ay üzerine düşmesi, Dünya'nın gölgesinin Ay üzerine düşmesi, Ay'ın sadece bir yüzünün Dünya'dan görülebilmesi gibi sebeplerle açıklamışlardır. Bunlar arasında en yaygın olanı bütün yaş gruplarında Dünya'nın gölgesinin Ay üzerine düştüğü görüşü olmuştur.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Bisard ve ark. (1994)'nın orta okul öğrencilerinden üniversite mezunlarına kadar olan geniş bir grup üzerine yaptıkları kavram araştırmasında katılımcıların %40'ı, Ay'ın evrelerinin Güneş ışığının yansımaları nedeniyle oluştuğunu doğru bir şekilde belirtmişlerdir. Yaklaşık %60'ının ise Ay'ın evrelerinin oluşmasında bir şekilde Dünya'nın etkili olduğu görüşüne sahip oldukları görülmüştür. Bunlar arasında; Dünya'nın gölgesinin Ay üzerine düşmesi, Güneş ışığının Dünya ya da bulutlar tarafından yansıtılması gibi görüşler de vardır. Bu sonuçlar artan eğitim derecesine rağmen yer merkezli düşüncenin etkisini sürdürdüğünü göstermektedir. Ay'ın evrelerinin temelinde Güneş'ten çok Dünya'nın etkisinin olduğu düşüncesinin yaygın olması bunu göstermektedir. Bisard ve ark. (1994, s: 40); bu çalışmada orta okul öğrencilerinin yanlış cevap oranı ile ilkökul öğretmen adaylarının yanlış cevap oranlarının birbirine çok yakın olduklarını görmüşlerdir ve bunu geleceğin ilkökul

öğretmenlerinin bir çok kavram yanılgısında orta okul öğrencileri ile aynı şekilde düşündükleri şeklinde yorumlamışlardır.

#### 2.2.4. Öğrencilerin Gece-Gündüz Olayı Hakkındaki Görüşleri

Sadler (1992); lise öğrencilerinin çoğunun gece-gündüz olayıyla ilgili çoktan seçmeli sorulara doğru bir şekilde cevap veremediklerini bulmuştur. Rollins ve ark. (1983)'nın yaptıkları araştırmada Texas Lisesi öğrencilerinin sadece %79'u gece-gündüz kavramları ile ilgili soruları yeterli bir şekilde cevaplayabilmiştir.

Baxter (1989); öğrencilerden gecenin niçin karanlık olduğunu model kullanarak açıklamalarını istemiştir. Öğrenciler bunu şu altı olayla açıklamaya çalışmışlardır: 1- Güneş tepelerin arkasına gider, 2-Bulutlar Güneş'i kapatır, 3- Ay Güneş'i kapatır, 4- Güneş günde bir defa Dünya'nın etrafında döner, 5- Dünya günde bir defa Güneş'in etrafında döner, 6- Dünya kendi eksenini etrafında bir defa döner. Öğrencilerde yaş arttıkça bu olayı, Güneş'in bulutlar ya da tepeler tarafından örtülmüş olması gibi doğrudan gözlemlenen olaylarla açıklama oranının yavaş yavaş azaldığı görülmüş ve gök cisimlerinin hareketlerini içeren açıklamaların daha sıklıkla görüldüğü ortaya çıkmıştır.

#### 2.2.5. Öğrencilerin Mevsimlerin Oluşumu Hakkındaki Görüşleri

Schneps (1987)'in Harvard Üniversitesi mezunu 23 yetişkinle yaptığı görüşmelerden oluşan ve "Private Universe" adıyla bilinen projesi ünlüdür. Schneps'in bu çalışmasında görüşme yaptığı 23 kişiden sadece 2'si yaz mevsiminin kış mevsiminden daha sıcak olmasının sebebini yeterli bir şekilde açıklayabilmiştir. Bu

konuda Dünya'nın Güneş'e yakınlığından dolayı yazların sıcak olduğu düşüncesinin yaygın olduğu görülmüştür.

Atwood ve Atwood (1996)'un yaptıkları araştırmada 49 ilkokul öğretmeni adayından 38'i mevsimlerin oluşmasının sebebini yeterli bir şekilde açıklayamamıştır. 49 öğretmen adayından 18'inde mevsimlerin oluşumunda Güneş'ten uzaklığın etkili olduğu düşüncesinin yerleşmiş olduğu, 10'unda kuzey yarımkürenin Dünya'nın eksen eğikliği nedeniyle Güneş'e güney yarımküreden daha yakın olduğundan Dünya üzerinde aynı anda farklı mevsimler görülebildiğini düşündükleri ve geriye kalanların da Dünya'nın dönmesiyle ya da başka şeylerle alakalı görüşler ileri sürdükleri görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada 49 öğretmen adayından 42'sinin mevsimlerin sebebini model kullanarak açıklayamadıkları görülmüştür.

Baxter (1989); öğrencilere dört mevsimin isimlerini sorduktan sonra kış mevsiminin soğuk oluşunun sebebini açıklamalarını istemiştir. Öğrenciler bunu; kışın ağır bulutların Güneş'ten gelen ısıyı önledikleri, kış mevsiminde Güneş'in Dünya'dan daha uzakta olduğu, kışın Güneş'in Dünya'nın diğer tarafında yaşayan insanlara yaz mevsimini yaşatmak için diğer tarafa gittiği, Dünya'nın ekseni ile Güneş'in arasındaki açının farklılaştığı gibi sebeplerle açıklamışlardır. Bunlar arasında en yaygın olan görüş kışın Güneş'in Dünya'dan daha uzak olması görüşüdür.

## 2.2.6. Öğrencilerin Güneş Sistemi ve Yıldızlar Hakkındaki Görüşleri

Öğrencilerin Güneş Sistemi hakkındaki düşüncelerini araştıran birkaç çalışma vardır. Bu çalışmalar, öğrencilerin ve yetişkinlerin genellikle Güneş Sisteminin büyüklüğünü ve uzanımını kavramada zorlandıklarını göstermektedir. Slater (1993); öğrencilerin, Güneş Sisteminde yüzlerce yıldız olduğunu, Güneşimizin ilerde bir kara delik olacağını, asteroit kuşağının çok yoğun olduğunu, her hafta Ay'a uzay aracı

gönderildiğini, kuyruklu yıldızların ve meteorların gökyüzünde aynı şekilde görüldüğünü düşündüklerini göstermiştir.

Vosniadou (1991); öğrencilerin, “Güneşimiz sıcaktır fakat bizim Güneşimiz bir yıldız değildir” düşüncesini kolayca kabul ettiklerini göstermiştir ve Güneş’i doğrudan bir yıldız gibi gözleme deneyimini yaşayamamaları nedeniyle öğrencilerin böyle bir düşünceye kapıldıklarını söylemiştir. Vosniadou (1991); gerçekte öğrencilerin, gökyüzünde gece gördükleri Ay gibi cisimleri Güneş’ten daha çok yıldız olarak değerlendirdiklerini göstermiştir.

Philips (1991); yetişkinlerin evren hakkındaki görüşlerini araştırmıştır. Philips (1991); yetişkinlerin evrenin durgun olduğunu ve sadece bizim Güneş Sistemimizdeki gezegenleri içerdiğini düşündüklerini göstermiştir.

Uzay ve yerçekimi konuları ile ilgili kavram araştırmaları bu sonuçları ortaya koyarken bir yandan astronomi eğitiminde kaliteyi arttırmak için müfredat geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. 1996 yılında, ABD’de hazırlanan NSES (1996)’da (National Science Education Standards – Ulusal Fen Eğitimi Standartları) astronomi eğitiminin amaçları yaşlara göre ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir. Adams ve Slater (2000); bu programa göre astronomi eğitiminin amaçlarını ilköğretim düzeyinden üniversite düzeyine kadar şu şekilde özetlemişlerdir:

**K-4 Düzeyinde (İlköğretim 4. sınıf, yaş 10)**

**Amaç:** Gökcisimlerini ve bu cisimlerin gökyüzündeki hareketlerini tanımlayabilme

- 1- Gökcisimleri; konum ve hareket gibi gözlemlenebilir ve tanımlanabilir özelliklere sahiptir.
- 2- Güneş; yeryüzünün sıcaklığını korumak için gerekli ısıyı ve ışığı sağlar
- 3- Gökyüzündeki cisimlerin hareketlerinin belli özellikleri vardır. Örneğin Güneş, gökyüzünde her gün aynı yolla hareket ediyormuş gibi görünür, fakat onun yolu mevsimler boyunca yavaş yavaş değişir. Ay’ın, gökyüzündeki günlük hareketi Güneşin günlük hareketine çok benzer. Ay’ın gözlemlenen şekli yaklaşık bir ay süren bir devirle günden güne değişir.

**K-5,8 Düzeyinde (İlköğretim 5. sınıftan 8. sınıfa kadar, yaş 11-14 )**

**Amaç:** Güneş sisteminin ve yerçekiminin özelliklerini kavrama.

- 1- Dünya; Güneş sistemindeki üçüncü gezegendir. Güneş sistemi; Ay, Güneş, diğer sekiz gezegen ve bunların uyduları, asteroid ve kuyruklu yıldızlar gibi daha küçük cisimleri de içerir. Güneş; ortalama bir yıldızdır, Güneş sisteminin merkezindedir ve Güneş sistemindeki en büyük cisimdir.
- 2- Güneş sistemindeki bir çok cisim düzenli ve tanımlanabilir hareketlere sahiptir. Bu hareketler; gün, yıl, tutulmalar ve Ay'ın halleri gibi olayları açıklar.
- 3- Gravitasyon; Güneş etrafındaki gezegenleri yörüngede tutan ve Güneş sistemindeki diğer tüm hareketleri yöneten bir kuvvettir. Gravitasyon bizi Dünya'nın yüzeyinde tutar ve med-cezir gibi hareketlerin açıklanmasını sağlar.
- 4- Güneş; Dünya'da bitkilerin yetişmesi, rüzgarlar, okyanuslardaki akıntılar ve suyun dolanımı gibi olayların gerçekleşmesini sağlayan büyük bir enerji kaynağıdır. Mevsimler; Dünya'nın ekseninin eğikliği nedeniyle yeryüzünde Güneş enerjisinin farklı miktarlarda tutulması sonucu gerçekleşir.

**K-9,12 Düzeyinde (Lise 1. sınıftan 4. sınıfa kadar, yaş 15-18)**

**Amaç:** Yıldızlar, galaksiler ve evrenin kökeni ve gelişimi hakkında bilgi sahibi olma

- 1- Güneş, Dünya ve Güneş sistemindeki diğer cisimler 4,5 milyar yıl önce gaz ve toz bulutu olan nebulalardan oluşmuştur. Dünya'nın ilk hali bugün yaşadığımız Dünya'dan çok farklıydı.
- 2- Evrenin kökeninin ne olduğu sorusu bugün bilimin çözemediği en büyük problemlerden biridir. Big bang (büyük patlama) teorisi, evrenin 10 milyar ya da 20 milyar yıl önce büyük bir patlama ile oluştuğunu ve başlangıçta çok sıcak ve yoğun bir madde olduğunu söyler. Bu teoriye göre evren her saniye genişlemektedir.
- 3- Evrenin tarihinin ilk zamanlarında; madde, hidrojen ve helyum gazlarının ışık tanecikleri gravitasyonel çekimin etkisiyle bir araya gelmiş ve trilyonlarca yıldızları oluşturmuşlardır. Milyarlarca galaksinin her biri milyonlarca yıldız içermektedir.
- 4- Yıldızlar aslında hidrojenin helyuma dönüşümü ile gerçekleşen nükleer reaksiyonlar sonucunda enerji üretirler.

## 2.3. BİLİMKURGU VE FİZİK EĞİTİMİ

### 2.3.1. Bilimkurgunun Tanımı ve Tarihçesi

The World Book Encyclopedia (Dünya Kitabı Ansiklopedisi) (1999)'a göre bilimkurgu; bilim ve teknolojiadaki gerçek ya da hayali gelişmelere dayalı eserlerdir. Bilimkurgunun içeriği zamanda yolculuk, uzayda yolculuk, harika icatlar ve keşifler, diğer gezegenlerdeki hayatlar, Dünya'nın uzaylılar tarafından işgali gibi konulardır (Shaw, 2000, s: 27).

Fransız yazar Michel Butor bilimkurguyu; bilimin izin verdiği oranda olasılıkları kullanan, gerçekçilikle sınırlandırılmış bir düşümlük olarak tanımlamıştır (Yelkenli, 2000, s: 11).

Ünlü bilimkurgu yazarı İsaac Asimov'a göre ise modern bilimkurgu; insanlığın değişen yüzünü tutarlı bir şekilde gözler önüne seren, olası sonuçları ve çözüm yollarını ortaya koyan bir yazın türüdür. Bu yazın türü, insanlığın bilimsel gelişmesiyle yakından ilişkilidir (Idier, 2000, s: 258).

Bu tanımlarla anlatılan bilimkurgu; tarih boyunca insanlığın gelişimine katkıda bulunmuştur ve bulunmaya devam edecektir. Bilime öncülük etmesi bakımından değerli bir kaynak olan bilimkurgu aynı zamanda öğrencilere bilim öğretmede de etkili bir kaynaktır. İleriki bölümlerde de bahsedileceği gibi bir çok eğitimci bilimkurgunun öğrencilerde bilime karşı olumlu tutum geliştirmede, ilgi ve merak uyandırmada etkili olacağını düşünmektedir.

Bilimkurgu yazınının kökeni M.S. ikinci yüzyılın ortalarında yaşayan Lukianos'a kadar dayanmaktadır. İlk bilimkurgu öyküsü bugünkü adı Adıyaman olan Samsat'lı Lukianos'un (M.S. 120-180) "*Icaroménipte*" adlı diyalogudur. Nurullah Ataç'ın 1949 yılında "*Olmuş Bir Öykü*" diye Türkçeye çevirdiği eserin ana dili Süryanice'dir. Lukianos, bu öyküyü Heredotos ve Homeros'la dalga geçmek için yazmıştır. Yazar öyküde Ay'a ve başka gezegenlere yapılan düşsel bir geziyi dile getirmektedir. "*Olmuş Bir Öykü*"de olayın kahramanı bir gemiyle Cebelitarık boğazından okyanusa açılır. Orada yakalandıkları bir fırtına onları Ay'a fırlatır. Ay'da, Aylılar ve Güneşlilerin savaşlarına tanıklık eder. Başka gezegenlerde yaşayanların öykülerini dinler, çeşitli serüvenler geçirdikten sonra yeryüzüne iner. Lukianos bu yapıtıyla, ilk kez bir uzay yolculuğu düşleyen yazar olmuştur (Duru, 1973). Bu öykünün giriş cümlesi şöyledir: "Bir gün Herakles Direkleri'nden (Cebelitarık Boğazı) bir gemiye bindik, dümeni Hesperia (Atlantik) Okyanusu'na doğru kırdık; yel dilediğimizce esiyordu." Öykü okuyucuyu kısa bir süre sonra müthiş bir serüvenin içine çekiyor: "Daha önce olmamıştı, adayı da gözden daha yeni yitirmiştik, birdenbire bir bora çıktı, gemimizi bir topaç gibi döndürdü, kaldırdı, bir daha denize bırakmadı; artık havada uçuyorduk, yel de yelkenlerimizi doldurup şişirmişti." Rüzgarın Cebelitarık Boğazı'ndan Ay'a fırlattığı gemi; rüzgarın ve fırtınanın tepkili bir füze olarak kullanılmasıyla hareket etmektedir. Lukianos bu öyküde Ay insanları ile Güneş insanları arasındaki savaşları anlatmaktadır. Yine başka bir öyküsü olan "*Gerçek Tarih (Histoire Vèritable)*" adlı eser Ay'a yapılan başka bir geziyi anlatmaktadır. Samsatlı Lukianos bu öyküleriyle bir çok yazara esin kaynağı olurken, edebiyatta da yeni bir türün doğmasına öncülük etmiştir (Yelkenli, 2000, s: 13).

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Lukianos'tan yüzyıllar sonra; ünlü astronom Kepler, 1634 yılında yazdığı "*Somnium*" adlı eserinde cinlerin ve şeytanların ittiği bir araçla Ay'da yapılan bir geziyi anlatır. Yine aynı yıllarda (1638) İngiliz papazı Badwin, "*Man in The Moon (Ay'da İnsan)*" adlı öyküsünde bir Ay gezisini konu alır. Olayın kahramanı bu kez yaban kuğularının çektiği bir salla Ay'a gider. Fransız yazar Cyrano Bergerec'in 1657 yılında yazdığı "*Voyage dans la Lune (Ay'da Seyahat)*" adlı eserinde ise kahraman, fişeklere bağlı bir arabayla Ay'a ulaşır. Cyrano; aynı yapıtında gramofon, paraşüt gibi buluşları da önceden haber vermiştir (Duru, 1973).

1752 yılında Voltaire'ın "*Micromega*"sı okura sunulur. Voltaire bu yapıtında Güneş sistemi dışında uzaylı bir yaratığın insanlarla yaptığı konuşmayı ele alır. Voltaire uzaylılardan bahseden ilk yazardır (Yelkenli, 2000, s: 15).

Ortaçağın feodal dönemini eleştirirken, daha insancıl bir düzenin ipuçlarını vermeye çalışan ve içinde bilimkurgusal öğeler barındıran ütopyik düşüncelerin ilki Thomas More'ın "*Utopia*"sı (1516) dır. Bu dönemde ağırlıklı olarak ütopyik bilimkurgu örnekleri görülmektedir. Mary W. Shelley'in "*Frankenstein*"ıyla (1816) bilimkurgu çocuksuluğunu bir tarafa itmiş gerçek niteliğine kavuşmuştur. Elektriği kullanarak ölü bir vücuda yaşam vermeye çalışan çılgın bir doktorun çabalarını anlatan bu roman kısa zamanda klasikler arasına girmiştir. Bu eser aynı zamanda bir çok yazar ve sinemacıya esin kaynağı olmuştur (Yelkenli, 2000, s: 16).

Herbert George Wells (1866-1946), Edgar Allan Poe (1809-1849) ve Jules Verne (1828-1905) modern bilimkurgunun öncüleridirler. Bilimkurguya bilimsellik ve teknolojik öğelerin yanısıra yazınsal kişilik kazandırmışlardır. Artık bilimkurgu fantezi sınırlarını aşmış, bilimle tanışarak onun gelişimine katkıda bulunan bir edebiyat türü olmuştur (Yelkenli, 2000, s: 17).

Yazar H.G. Wells'in 1987 yılında yayımlanan bilimkurgu romanı "*The War of the Worlds (Dünyalar Savaşı)*" Marslıların Dünya'ya büyük bir saldırı düzenleyerek, Dünyalıları köleleştirmesini konu almıştır. Bu senaryo insanları öylesine derinden etkilemiştir ki, 1938 yılında Orson Welles'in radyo piyesi olarak uyarladığı hikaye Amerika'da panik yaşanmasına ve binlerce insanın şehri terk etmesine neden olmuştur (Griffiths, 2003, s: 228; Yelkenli, 2000, s: 18). 30 Ekim 1938 yılında CBS radyosunda müzik yayını kesen spiker, hayali yer adlarını Amerikan kentleriyle değiştirerek "Merih gezegeninden gelen orduların öncüleri New Jersey kentine inmektedir" diye anons edince halkta bir tedirginlik başlamasına yol açmıştır. Daha sonra içişleri Bakanı'nın sesiyle Merihlilerin kitleler halinde Amerikalıları öldürdüğü, binaların yıkıldığı anlatılınca tedirginlik korkuya dönüşmüş, halk büyük bir panik içinde dağlara koşmaya başlamıştır. Skecin başında bunun bir öykü olduğunun belirtilmesine rağmen radyolarını geç açanların paniği bütün kenti sarmış, bu kargaşalık içinde yaralananlar

olmuştur. Korku nedeniyle erken doğum yapan kadınlara rastlanmıştır. Halk 24 saat sonra ancak sakinleşebilmiştir (Yelkenli, 2001, s: 11).

Hugo Gernsback, 1911 yılında “*Modern Electrics*” adlı dergide “*Ralph 124 C41+*” romanını yayınlamıştır. Bu roman daha sonra 1925 yılında kitap olarak basılmıştır. Hugo Gernsback aynı zamanda bilimkurgunun isim babasıdır. Yurtdışında bilimkurgu üzerine yayımlanan antolojiler modern bilimkurgunun başlangıcı olarak Hugo Gernsback tarafından yayınlanan ve ilk bilimkurgu dergisi olan “*Amazing Stories (Şaşırtıcı Öyküler)*” dergisini esas alırlar. Hugo Gernsback’ın en büyük başarısı 1926 yılında çıkardığı “*Amazing Stories*” ile türü betimleyen “science fiction (scientifiction: bilimsel kurgu terimi daha sonra science fiction: bilimkurgu olarak dönüşür)” terimini kazandırmış olmasıdır (Tok, 1996, s: 38; Yelkenli, 2000, s: 19). Bir diğer yazar Robert Heinlein “speculative fiction” adını önermiştir. Bunun yanısıra “science fantasy”, “imagination” veya “anticipation” gibi deyimlerle de bu edebiyat türü adlandırılmaya çalışılmıştır (Yelkenli, 2000, s: 19). Hugo Gernsback, tüm okurların sevgisini kazandığı için her yıl bilimkurgunun en iyi yazar ve çizerlerine “Hugo” ödülleri verilmektedir.

Bilime ışık tutan bilimkurgu yazarlarının en önemlilerinden biri de şüphesiz Konstantin Tsiolkovski’dir. 1875-1935 yılları arasında yaşayan matematik ve fizik öğretmeni, havacılık ve uzay bilimleri alanındaki çalışmalarıyla tanınan Konstantin Tsiolkovski’nin 1885’de yazdığı yapay uydularla ilgili kitabı ilgiyle karşılanmıştır. 1903 yılında yazdığı “*Dünya’nın Ötesinde*” adlı romanında ise, sıvı oksijen ve sıvı hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı roketlerle uzaya insan taşınabileceğini betimlemiştir (Yelkenli, 2000, s: 21). “Gezegeneğimiz insanlığın beşiğidir ama insan ömrü boyunca beşikte kalmaz” diyen Tsiolkovski; (Prantzoz, 2001, s: 19) bu romanında dünya yörüngesindeki uzay istasyonlarını ve orada yaşayan insanları anlatmaktadır.

Tsiolkovski, günümüzde uzay roketlerinin babası olarak anılır. Tsiolkovski uzay yolculuklarını gerçekleştirebilmek için gerekli uzay uçuşu planlarını ayrıntılarıyla fantastik öykülerinde anlatmıştır. Tsiolkovski, ilk bilimkurgu hikayesi olan “*On The Moon (Ay’da)*”u 1892’de Moskova’da bir dergide yayınlamıştır. Bu çalışma daha sonra modern roket teknolojisinin temeli olmuştur (Griffiths, 2003, s: 229).

Tsiolkovski, kendisinden sonra gelen bilim adamlarına esin kaynağı olmuştur. Sovyet mühendisleri kısa bir süre sonra 1930'larda roketler üzerine çalışmaya başlamışlardır. 1957'de Ruslar tarafından dünyanın ilk yapay uydusu *Sputnik* yörüngeye yerleştirilmiştir. 1961'de yine bir Rus olan Yuri Gagarin; Baykonur'dan fırlatılan *Vostok* uzay aracı ile uzaya giden ilk insan olmuştur. 1969'da ABD, Ay'a ilk insanı indirmiştir. 1971 yılında *Salyut* uzay istasyonunu uzaya fırlatarak Sovyetler, Tsiolkovski'nin düşlerini gerçekleştirmiştir (Yelkenli, 2000, s: 21)

Yine 1944'te II. Dünya Savaşı'nın en kızgın günlerinde Amerika atom bombası üzerinde çalışmalarını sürdürürken, o sıralarda "*Astounding Science Fiction*" adlı bilimkurgu dergisinde çıkan bir öyküde atom bombasının nasıl yapılacağına neredeyse gerçeğe yakın bir biçimde anlatılması FBI'ı çok telaşlandırmıştır. Öykü yazarı Cleve Curtmill, derginin sahibi ve hazırlayıcısının casus diye tutuklanmasından sonra derginin ve öykü yazarının böyle bir deneyden haberdar olmadıkları anlaşılmıştır (Yelkenli, 2000, s: 22).

Bilgisayarlarla ilgili ilk öykü denemesi John W. Campbell'e aittir. 1930 yılında yazdığı "*When the Atoms Failed (Atomlar Başarısızlığa Uğradığında)*" adlı ilk yayınlanan öyküsü, bilimkurgu edebiyatında bilgisayardan ilk söz eden öykü unvanını alır (Yelkenli, 2000, s: 22).

### 2.3.2. Bilimkurgunun Bilime Işık Tutan Yanları

Bilim; bilginin sınırlarını zorlamaya doğru hızla yol alırken ona en çok gerekli olan şey hayal gücüdür. Bilimkurgu yazarı düşler, düş kurar; bilim adamı bu düşlerin gerçeğe nasıl geçirilebileceğini düşünür (Tok, 1999, s: 58). Bu deyiş abartılı gibi görünse de gerçeklik payı olduğu yadsınamaz. Ay'a gidiş, tepkili füzeler, denizaltılar, atomla işleyen makineler, lazerler ve uydular gibi her biri olağanüstü düş ürünü olan bu şeyler önceleri bilimkurgu yazarlarının kitaplarında kullandıkları uçuk ve

gerçekleştirilmeleri olanaksız unsurlardı. Geçmişte insanların hayal bile edemeyeceği şeyler bugün günlük yaşantımızın en sıradan alışkanlıkları haline gelmiştir. Bu, Jules Verne'den Isaac Asimov'a kadar bir çok bilimkurgu yazarının düş gücü sayesinde olmuştur.

Fransız yazar Cyrano de Bergerac'ın 1657 yılında "*Ayda Seyahat (Voyage dans la Lune)*" adlı kitabı Ay'da seyahat, paraşüt, gramofon, çok katlı roketler gibi buluşları önceden haber vermiştir. Yine aynı yazar, 1662'de yayınlanan "*Güneş İmparatorluğu Devletlerinin Komik Tarihi*" adlı kitabında yerçekiminden kurtulma fikrini öne atmıştır. Bundan ilk kez yerçekimini bulan Newton'dan önce söz etmesi ilginç karşılanır. Önerdiği yerçekiminden kurtulma yöntemlerinden birini şöyle betimler: "Oturun tepsiye; mıknaatısı boyuna göğe savurun. Her fırlatışınızda tepsi peşinizden gider. Böylece çıkarsınız mıknaatısla beraber (Tok, 1996, s: 35; Yelkenli, 2000, s: 15)!" Bir başka metot olarak da sabahları güneşe doğru ortadan kaybolan şişedeki çiğ tanelerini kullanmıştır. Ve son olarak da etrafına çeşitli roketler bağlanmış bir kutu. Cyrano farkında olmadan sırrı çözmüştü: reaksiyon (Adams, 1998).

H.G. Wells'in zamanla ilgili kurgusu bilimkurgu edebiyatı içerisinde bir ilktir. Son derece paradoksal öykülere öncülük edecek olan "*Zaman Makinesi (The Time Machine, 1895)*" aynı zamanda ünlü fizikçi Einstein'den çok önce, zamanın bir boyut olabileceği konusunda ipuçları vermesiyle de ilginçtir. Zamanda yolculuk yapmanın bilimsel olarak henüz gerçekleştirilememiş olmasına rağmen, zaman bir boyut olarak kabul edilmektedir (Yelkenli, 2000, s: 17).

Jules Verne'in "*Denizler Altında 20.000 Fersah*" (1870) adlı romanında atomla işleyen denizaltılar anlatılır. *Arganaute* adlı kendi yaptığı denizaltısıyla ilk kez denizin diplerine inen Amerikalı Simon Lake, denizlere dalma düşüncesinde Jules Verne'in bu romanında sözü edilen Nautilus'tan esinlendiğini söylemiştir (Yelkenli, 2000, s: 20). Jules Verne'in kitaplarında yazdığı, kendi dönemine göre bir çok olağanüstü kurmaca, bundan yıllar önce gerçekleştirilmiştir. Jules Verne'ün 1865 yılında yazdığı "*Ay'a Seyahat*" o günlerde uçuk bir öykü olarak görülürken bugün Ay'a yolculuk

gerçekleştirilmiştir. Arthur C. Clarke; Verne'in öngörülerinin tutarlılığı ve teknolojik harikaları yüzyıl öncesinden kestirmesinin öyle her babayığidin harcı olmadığını söyler.

Hugo Gernsback'ın radyo ve televizyon konularında öne sürdüğü tahminler gerçekleşmiştir. Ayrıca eserlerinde füzeleri, flüoresanları, x ışınlarının etkisiyle mutanlaşmayı yazmış; radarın işleyiş biçimini ortaya atmıştır. Transistörün bulunmasından beş yıl önce üç elektrotlu lambayı dergilerde anlatmıştır.

Arthur C. Clarke'ın dünyada iletişimin uydularla sağlanabileceğine dair 1945 tarihli teorisi, teoriyi ortaya attıktan 20 yıl sonra gerçekleşmiştir. Arthur C. Clarke belli bir yörüngede belli bir düzen içinde yerleştirilmiş uydularla tüm dünyayla iletişimin sağlanabileceğini öneren ilk kişidir (Brunner, 1971, s: 390; Fraknoi, 2003, s: 114). Uydu iletişimi; Arthur C Clarke'ın 1945 de yayınladığı "*Wireless World*" adlı kitabında anlattığı fikirler sayesinde gerçekleşmiştir. Günümüzde iletişim uydularının bulunduğu bu yörüngeye Clarke Yörüngesi adı verilir. Arthur Clarke, yeryüzüne göre hareketsiz uydularla ilgili yaptığı bir açıklamada, 24 saatlik yörüngenin önemini vurgulayarak, dünyadan ayarlanmış bir noktadan ekvatordaki merkezin denetiminin uydu aracılığıyla sağlanabileceğini belirtmiştir. Eşit aralıklarla ekvatorun 35.800 km yükseklikteki üç uydunun aynı anda değişik bölgelere yayın yapabileceğini de göstermiştir. Günümüzde gerçekleştirilen haberleşme ağının temeli bu olaya dayanmaktadır.

Gece niçin aydınlık değildir? Kesin olarak ancak 130 yıl sonra cevabı bulunan bu kozmolojik bilmecenin çözümüne 1845 yılında "*Eureka*" dergisinde Edgar Allan Poe adlı bilimkurgu yazarı bir başlangıç yapmıştır (Ortoli, 1987, s: 30).

Olbers Paradoksu ya da Karanlıklar Bilmecesi olarak bilinen soruya ilk eğilen kişi İmparator II. Radolphe'un matematikçisi olan Kepler olmuştur. Fakat ileri sürdüğü çözüm yanlıştır. Galile'ye yazdığı bir mektupta bu konuda geliştirdiği açıklamalardan şöyle söz etmektedir: "Tereddütsüz olarak kabul ettiğiniz gibi 10.000'den fazla gözle görünen yıldız vardır. Yıldızlar sayıca ne kadar fazla ve yakın kabul edilirse sonsuz bir evrene karşı kanıtlarım o kadar güç kazanacaktır. Eğer Güneşimize benzer yıldızlarla dopdolu olan evren sonsuza kadar uzansaydı gök kubbenin Güneşin yüzü gibi ışıklı

görünmesi gerekirdi.” Kepler bununla sonlu evren tezinin karşıtlarını savunmasız bıraktığını düşünüyordu. Fakat bu tezin hemen sonrasında Newton bilim dünyasında sonsuz bir evren kavramına arka çıkmıştır. Böylece çözülmüş gibi görünen paradoks yeniden ortaya çıkmıştır (Ortoli, 1987, s: 30).

Kendi adıyla anılan kuyruklu yıldızın kaşifi Edmund Halley de bir çözüm ileri sürme girişiminde bulunmuştur. Halley, uzak yıldızların ışıklarının çıplak gözle algılanabilmesi için çok zayıf olduğunu açıklamıştır (Ortoli, 1987, s: 31).

Bu olaydan birkaç yıl sonra genç bir İsviçreli astronom olan Jean Philippe Loys de Chesseaux gece karanlığının, yıldızların ışığının uzayda yayılan bir akışkan tarafından soğurulmasından ileri geldiğini öne sürmüştür. 1823’de Alman fizikçi Henrich Olbers benzeri bir çözüm önermiştir: Yıldızlar ormanı yalnız yakın yıldızları belli eden bir sis tarafından karartılmıştır (Ortoli, 1987, s: 31).

1848 yılında John Herschel, yıldızların ışığını soğuran bir akışkanın ışığı daha da arttıracaklarını kanıtlamıştır. Paradoksun çözümü için birbiri içindeki evrenler halinde tasarlanan “Kant” düşüncesini önermiştir. İç içe olduğu varsayılan evrenlerden, içten dışa gidildikçe yıldız sıklığı hızlı bir biçimde azalır, görüş alan sınırı sonsuz olur ve gecenin niçin karanlık olduğu anlaşılmış olur. Fakat yine de temel aldığı ilke tatmin edici değildir (Ortoli, 1987, s: 31).

Herschel’in çalışmalarını açıkladığı sırada Edgar Allan Poe da “Eureka”da bu konuda yayınladığı bir makalede çerçeve içine alarak tasarladığı bir evren kavramını; “Eğer yıldızların ard arda sıralanması sınırsızsa, galaksinin sergilediği gibi, gökyüzünün arka düzleminin bütün ve tekdüze bir ışıklık arz etmesi gerekir, çünkü bütün bu görünen arka uzay düzleminde yıldız bulunmayan kesinlikle hiçbir nokta bulunmayacaktır. Bu durumda teleskoplarımız tarafından her yönde algılanan boş bölgeleri açıklamanın tek yolu, söz konusu izafi arka düzlemi, bize hiçbir ışığın ulaşamayacağı kadar olağanüstü uzak varsaymaktan ibarettir,” şeklinde açıklamıştır. Bütün konu şu idi: Sınırlı bir ışık hızı ve yıldızların yaşı (Ortoli, 1987, s: 31).

Yapay zekanın kurucu babası Marvin L. Minsky, yapay zeka üzerinde araştırma yaparken bilgisayar bilimi, robot bilimi, matematik, nöroloji, psikoloji, felsefe ve hatta bilimkurgudan yararlandığını söylemekten çekinmemiştir. Bilimkurgunun bilim adamlarını motive ettiği ve yadsınmayan bir olgu olduğu açıkça söylenmektedir (Yelkenli, 2000, s: 21).

Hugo Gernsback'ın 1911'de "*Modern Electrics*" adlı dergide yayınladığı ünlü romanı "*Ralph 124C 41+*"da bahsettiği ve nasıl çalıştığını anlattığı "aktinoskop" (telefon, bilgisayar, tarayıcı ve yazıcı karışımı bir cihaz) bildiğimiz radardır. Gerçeğinin gerçekleştirilmesi ise ancak İkinci Dünya Savaşı'nda olmuştur (Akkoç, 2001, s: 10).

Bilimkurgu tarihinde ışın silahına ilk defa H.G. Wells'in "*The War of The Worlds (Dünyalar Savaşı)*" adlı eserinde rastlanmıştır. Üç dalga yeşil duman, derin uğultulu ses ve parlayan alevler bir bakıma lazerlerin ilk kaba örneğini andırmaktadır (Yelkenli, 2001, s: 11).

Edgar Allan Poe; Eureka'nın başına şunu yazmıştır: "Bu kitabı düşlerin tek gerçeklik olduğuna inananlara adıyorum." Onlar düşlerin tek gerçeklik olduğuna inandılar ve düşleriyle bilime ışık tuttular. Bundan sonra da bilimkurgu bilime ışık tutmaya devam edecektir. Isaac Asimov'un da dediği gibi bilimkurgu henüz gençtir. Çünkü yarının edebiyatı olmakla bilimkurgu hiçbir zaman yaşlanmayacaktır; zamanın her yarın diliminde yine de yarını betimleyecek, anlatacaktır (Yelkenli, 2000, s: 23). Bilimkurgu insanlık için gereklidir. Bilimkurgu gereklidir, çünkü bilimkurgu bilimle ilgilenen bir insan için en gerekli şey olan hayal gücünü içerir, bunu açığa çıkarır ve dürtükler. Gereklidir çünkü bir şeyin var olmasından önce o şeyin olması fikri zihinlerde belirir. Ve eğer bir şeyin tasarısı yoksa kendisinin var olması çok büyük rastlantılara bağlıdır (Tok, 1996, s: 43).

### 2.3.3. Bilimkurgunun Eğitimde Kullanılması Hakkındaki Görüşler

Öğrenciler bilimsel gerçekleri ve prensipleri ders içi kaynaklardan öğrendikleri kadar ders dışı kaynaklardan da öğrenirler. Shaw (2000); ders dışı bu kaynakları; filmler, reklamlar, televizyon programları gibi *görsel medya araçları* ile gazete, dergi, kitap gibi *yazılı medya araçları* olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Bazen bu okul dışı eğitim okul müfredatını destekleyebilir, bazen de müfredat ile çelişebilir. Eğer öğretmenler her iki öğrenme arasındaki bağı planlarsa öğrencilerin bilim öğrenme kalitesi artmış olur (Shaw, 2000, s: 22).

Öğretmenler bu kaynakların eğlenceli yönlerinden faydalanabilecekleri gibi öğrencilere eleştirel düşünce kazandırmak amacıyla hatalı yönlerinden de faydalanabilirler (Shaw, 2000, s: 22). Bu durum; fizik öğretmenlerine derslerini zenginleştirme, öğrencileri derse motive etme ve öğrencilerin bu tür kaynaklardan kontrolsüzce yanlış bilgiler edinmelerini önleme amacıyla bu kaynakları derslerinde kullanma imkanı sağlamaktadır (Gürel ve Acar, 2001, s: 371).

Bilimkurgu; Uzay Yolu'ndan Yıldız Savaşları'na kadar oldukça popülerdir ve elbette öğrenciler onlarda iyi ve kötü fizikle karşılaşır. Fakat bunun gerçekten farkındalar mı? Kitaplarda ve filmlerde geçen fizik kavramlarını tartışmak öğrencilerin fizikle ilgilenmesini sağlamak için iyi bir yol olabilir (Allday, 2003, s: 27).

Akridge (1990); çizgi filmlerin derslerde kullanımı ile ilgili kendi dersinde denediği bir yöntemden bahsetmektedir. Akridge; çizgi filmleri, yıl boyunca öğretilen konuları yıl sonunda pekiştirmek amacıyla kullanmıştır. Akridge; öğrencilere yıl boyunca gördükleri konuları içeren bir çizgi film izletmiş ve her bir öğrenciden bu çizgi filmde çiğnenen fizik yasalarını, yasanın çiğnendiği sahneden ve yasayı çiğneyen karakterlerden kısaca bahsederek listelemelerini istemiştir. Öğrencilerin bunu yaparken fizik bilgilerinin gözden geçirmek zorunda kaldıkları, fizik yasalarının bozulduğu durumlarda komik olayların ortaya çıkmasıyla çok eğlendikleri ve derse karşı ilgilerinin arttığı gözlemlenmiştir. Öğrenciler harika vakit geçirdikleri için her öğrencinin bu

sıradışı aktiviteye katıldığı görülmüştür. Akridge, böyle bir aktivitenin öğrencileri gruplara ayırarak da yapılabileceğini önermiştir.

### 2.3.3.1. Bilimkurgu Filmlerinin Fizik Eğitiminde Kullanılması

Bilinmeyen, tuhaf şeyler insanları büyüler. Bilimkurgu filmlerinden elde edilen hasılatlar bilinmeyene olan bu hayranlığı ispat etmektedir. Bilimkurgu; olması mümkün olan ya da gelecekte olması beklenen bilgiler içerdiğinden, öğrencilere eğlenceli bir şekilde bilimsel prensipleri anlatmak için kullanılabilir. Bilimkurgudaki doğru ya da yanlış bu bilgilerin eleştirel analizi faydalı olabilir. Bilimkurgu filmleri öğrencilere günümüz teknolojisi hakkında ne bildiğimizi göstererek bu teknoloji ile gelecekte neler yapabileceğimizi tahmin etmelerini sağlayabilir. Bu filmler bilime aykırılıklar da gösterebilir. Öğretmenler bilimkurguyu öğrencilerine bilimsel gerçek ve kurguları keşfettirmek için kullanabilirler. Örneğin; film yapımcıları uzay gemilerinin dış tarafında etkileyici seslere yer veririler. Ama sesin hareketi için havanın yokluğundan dolayı bu mümkün değildir (Shaw, 2000, s: 24).

Bilimkurgu filmleri; fizik derslerinde çeşitli konuların öğretiminde kullanılabilir. Al-Kahalili (2003), bilimkurgu filmlerinin elektromanyetizma, termodinamik, genel görelilik, özel görelilik ve zamanda yolculuk gibi konuların öğretiminde etkili bir araç olacağını söylemiştir.

Sharp (1996), 42 öğrenci ile yaptığı görüşmelerle, öğrencilerin öğrenmelerinde hangi kaynakların etkili olduğunu araştırmış ve öğrencilerin %60'ının video, televizyon, haberler ve filmler gibi kaynaklar belirttiklerini ortaya koymuştur.

Yapılan araştırmalar bilimkurgu filmlerinin fen öğretiminde etkili bir araç olarak kullanılabilceğini göstermiştir. Öğrenciler bu yolla bilimsel bilgi süreçlerini daha iyi kavrayabilir ve bilime karşı olumlu tutum geliştirebilirler (Dubeck ve ark., 1993, s: 47).

Araştırmacılar tarafından derslerde kullanılması yararlı görülen bazı bilimkurgu filmleri ve bu filmleri öneren araştırmacılar Tablo 2’de gösterilmiştir:

**Tablo 2.** Araştırmacılar tarafından önerilen bazı bilimkurgu filmleri ve bu filmleri öneren araştırmacılar

Bilimkurgu Filmi	Önerenler
<i>2001: A Space Odyssey</i>	Borgwald ve Schreiner, 1993, s: 406; Dubeck ve ark., 1990, s: 316; Dubeck ve ark., 1993, s: 48; Fisher, 2001, s: 36; Fraknoi, 2003, s: 114; Neves ve ark., 2000, s: 92.
<i>Aliens</i>	Dubeck ve ark., 1995, s: 50; Ellenstein, 1990, s: 246.
<i>Apollo 13</i>	Allday, 2003, s: 29.
<i>Back to Future</i>	Al-Khalili, 2003, s: 14; Ellenstein, 1990, s: 246.
<i>Contact</i>	Fraknoi, 2003, s: 114.
<i>E.T.</i>	Dubeck ve ark., 1990, s: 316; Dubeck ve ark, 1995, s: 50.
<i>Fantastik Voyage</i>	Dubeck ve ark., 1993, s: 48; Dubeck ve ark., 1995, s: 50.
<i>Forbidden Planet</i>	Dubeck ve ark., 1990, s: 316; Dubeck ve ark., 1993, s: 48; Dubeck ve ark., 1995, s: 50.
<i>Mission to Mars</i>	Perales-Palacios ve Vílchez-González, 2002, s: 402.
<i>Red Planet</i>	Perales-Palacios ve Vílchez-González, 2002, s: 402.
<i>Star Trek</i>	Allday, 2003, s: 27; Dubeck ve ark., 1990, s: 316; Dubeck ve ark., 1995, s: 48; Ellenstein, 1990, s: 246; Hendershot, 2001, s: 145; Neves ve ark., 2000, s: 92.
<i>Star Wars</i>	Allday, 2003, s: 27; Dubeck, 1981, s: 111; Dubeck ve ark., 1990, s: 316; Dubeck ve ark., 1993, s: 48; Dubeck, ve ark., 1995, s: 50; Ellenstein, 1990, s: 246; Neves ve ark., 2000, s: 92.
<i>Superman</i>	Ellenstein, 1990, s: 246; Park, 1992, s: 257.
<i>Terminator</i>	Al-Khalili, 2003, s: 14; Dubeck ve ark., 1995, s: 50.
<i>The Time Machine</i>	Al-Khalili, 2003, s: 14; Dubeck ve ark., 1993, s: 48; Dubeck ve ark., 1995, s: 50.

### 2.3.3.2. Bilimkurgu Hikayelerinin Fizik Eğitiminde Kullanılması

Yüzyıllardır hikaye anlatmak bir mesajı iletmenin en iyi yoludur. Eskiden beri süregelen bu hikaye anlatma alışkanlığı modern bilimsel bilgilerin iletilmesinde de kullanılabilir. Bu yaklaşım öğrencileri düşünmeye sevk etmede bilinen fizik öğretimi metodlarından daha etkili olabilir (Stannard, 2001, s: 30).

Bilimkurgu hikayeleri, fizik ve kimya öğretiminde sınıfta motivasyona yardımcı strateji olarak kullanılabilir. Öğrenilecek konular öğrencilere yararlı ve etkili bir yolla gösterildiği zaman, bu konulara daha fazla ilgi duydukları görülmüştür. Bu açıdan bilimkurgu öğretmenler tarafından öğrencilerin bilime olan ilgilerini arttırmak için etkili bir yöntem olarak kullanılabilir (Martin-Diaz ve ark., 1992, s: 18).

Bilimkurgu hikayelerinin sınıfta kullanılmasıyla ilgili çeşitli yöntemler tanımlanmıştır. Bu tanımlara göre iki yol mümkün görülmektedir (Martin-Diaz ve ark., 1992, s: 18). Bunlar:

*1. Öğrenciler tarafından yazılmış bilimkurgu hikayeleri:* Böyle bir durumda öğrenciler gerçek dünyada algıladıklarının ötesinde fizik durumlarıyla karşılaşır. Bu yüzden öğrenciler, kendi fizik kavramlarının bu tür durumlarda nasıl işlediğini ispat etmek durumunda kalırlar ve belki de sonuçta savundukları fikirden memnun olmayabilirler. Bu durum; öğrencilerde kavramsal değişikliği gerçekleştirebilmek için gerekli olan ilk adımdır. Bu hikayeler, öğrencilerin alternatif düşüncelerini ortaya çıkarmada çok yararlı olabilir ve öğrencileri bilimsel fikirlerini tekrar düşünmeleri için teşvik edebilir.

*2. Tanınmış yazarlar tarafından yazılmış bilim kurgu hikayeleri:* Bu durumda öğrenciler; yazarlar tarafından kullanılan verilerin ya da fizik kavramlarının doğru olup olmadığını kontrol etmek zorunda kalırlar. Çünkü bu veriler ve kavramlar hatalı olabilir. Bu hataların bazıları çok tanınmıştır. Örneğin bazı yazarlar uzayda hava

olmadığını görmezlikten gelmekte ve bu yüzden ışığın dağılamayacağını ya da bu ışıktaki helikopterin kullanılamayacağını unutmaktadırlar (Martin-Diaz ve ark., 1992, s: 18).

Bilimkurgu hikayeleri fen eğitiminin amaçlarını gerçekleştirebilmek için etkili bir araçtır. Öğrencilerin derse karşı ilgisini ve motivasyonunu arttırmada, bilime karşı pozitif düşünce geliştirmelerini sağlamada, öğrencilerde yaratıcılığı geliştirmede, öğrencileri eleştirel düşünceye sevk etmede bilimkurgu hikayelerinden yararlanılabilir (Martin-Diaz ve ark., 1992, s: 22).

Stannard (2001); fiziğin kuantum, rölativite gibi öğrenilmesi zor konularında bile hikayeler yazılarak küçük yaştaki çocuklara ulaşılabileceğini ve bu sayede onların fiziğe karşı olumlu tutum geliştirmelerinin sağlanabileceği söylemiştir. Stannard (2001); içinde Einstein kelimesi geçen şeylerin çok zor ve sadece zekası yüksek olan kişiler için anlaşılabilir şeyler olduğuna dair inanışa karşı; bu tip konuların hikayeler yardımıyla genç yaşta öğrenilmesinin kolaylaştırılabileceğini savunmuştur. Stannard (2001)'e göre; bu konuları içeren hikayeler genellikle fiziğin popülerliğini artırıyor ve çocuklar büyüyünce fiziğe yöneliyorlar. Hikayeler; değişken ve açık fikirli bilim adamlarının yetişmesi için ortam hazırlamak ve bu sayede kalıplaşmış fikirlerden kurtulabilecek yeni buluşlara gidebilmek için yararlanılabilecek kaynaklardır.

## III. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu araştırmada yapılan çalışmalar üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm; öğrencilerin yerçekimi ve ağırlıksızlıkla ilgili fizik konularındaki ön kavramları üzerine yapılan çalışmaları içermektedir. Bu bölümde; öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevaplar, bu cevaplara göre oluşturulan öğrenci zihinsel modelleri ve öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler bulunmaktadır. İkinci bölümde; öğrencilerin seçilen bilimkurgu hikayesinin bazı bölümlerindeki fizikle ilgili olaylar hakkındaki değerlendirmelerine ve bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılması hakkındaki görüşlerine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimkurgu hikayelerine karşı genel yaklaşımlarına yönelik olarak hazırlanmış olan ilgi testinden elde edilen veriler yer almaktadır.

### 3.1. Bilimkurgu Hikayesinin Seçilmesi

Çalışmanın ilk aşamasında araştırmada kullanılacak bilimkurgu hikayesi tespit edilmiştir. Bilimkurgu hikayesinin seçiminde aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre, kullanılacak bilimkurgu hikayesinin;

1. Tanınmış bir yazar tarafından yazılmış olmasına;
2. Bilimsel içerikli bir hikaye olmasına;
3. Temel fizik kanunlarının uzay ortamında işleyişi ile ilgili olaylara yer vermesine;
4. Kavga ve şiddet olaylarını içermemesine;
5. Uzmanlar tarafından önerilen bir hikaye olmasına dikkat edilmiştir.

Bu kriterler göz önünde bulundurulduğunda çalışmalar için en uygun hikayenin Jules Verne'ün "Ay'ın Çevresinde Seyahat" adlı hikayesi olduğu görülmüş ve bu araştırmada kullanılmak üzere bu hikaye seçilmiştir.

Jules Verne'ün "Ay'ın Çevresinde Seyahat" adlı hikayesi ayrıca; Galili ve Kaplan (1996), Galili (1993), Martin-Diaz (1992) ve Neves ve ark. (2000) tarafından da önerilmiştir.

### **3.2. Anket Formunun Hazırlanması**

Anket formu açık uçlu beş sorudan oluşmaktadır. Anket formunda; her soru için dört seçenek, işaretlenen seçeneğin sebebinin açıklanması için birkaç satırlık "Neden?" boşluğu ve soruyla ilgili küçük bir resim bulunmaktadır. Anket formu öğrencilerin yerçekimi ve ağırlıksızlıkla ilgili fizik konularındaki ön kavramlarını araştırmaya yönelik olduğundan sorular özellikle açık uçlu olarak sorulmuştur. Bu araştırma kavramsal bir çalışma olduğundan öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevaplarda verilen cevabın doğruluğundan çok işaretlenen seçeneklere yapılan açıklamalara önem verilmiştir. Bu yüzden anket sorularının değerlendirilmesinde doğru-yanlış incelemesi yapılmamıştır.

Anket soruları araştırmacı tarafından hazırlanmış olup ayrıca bir uzmanın görüşü alınmıştır. Anket formundaki soruların öncelikle hikayede geçen fizik konuları ile ilgili olmasına dikkat edilmiştir. Daha sonra yapılacak görüşmelerde hikaye ile ilgili konuların tartışılabilmesi için bu konu özellikle dikkate alınmıştır. Hikayedeki fizik konularının belirlenmesinde yine araştırmacı tarafından hazırlanmış olan ve Ek 4'te verilen tablodan yararlanılmıştır. Bu tablonun fizik öğretmenlerine kaynak oluşturabileceği düşünüldüğünden ve bir hikayenin fizik konuları açısından analizini içerdiğinden burada yer alması uygun görülmüştür. Tabloda belirtilen fizik konuları araştırmacı tarafından tespit edilmiş olup hikayedeki olayların bu konular dışında da

kullanılması mümkündür. Hikayedeki ifadeler doğruluğu ya da yanlışlığı göz önünde bulundurulmadan tabloya olduğu gibi aktarılmıştır. Hikayedeki olayların doğru ya da yanlış yanlarından faydalanmak tamamen öğretmenin dersteki amacına bağlıdır. Anket formunun oluşturulmasında bu tabloda rastlanan fizik konuları ile ilgili 11 soru hazırlanmış daha sonra bu sorulardan yerçekimi ve ağırlıksızlıkla ilgili fizik konularını içeren 5 tanesi anket için seçilmiştir. Bu beş sorudan iki tanesi daha önce (Gürel ve Acar, 2003)'de de seçenekler olmadan ve hikayeye ilişki kurulmadan farklı bir şekilde kullanılmıştır. Anket formundaki sorularından ilk üçü hikayede geçen olaylara dayalı olarak sorulmuştur. Bu yüzden anket formunda öğrencilere soruları daha iyi kavrayabilmeleri için hikayenin kısa özetinin bulunduğu bir ön sayfa verilmiştir. Diğer iki soru ise yine hikayede geçen konularla ilgili fakat hikayedeki olaylardan bağımsız olarak hazırlanmıştır. Anket Formu Ek 1'de verilmiştir. Soruların içerdikleri konulara göre sıralanışı şu şekildedir:

- 1.Soru: Atış hareketi, Yerçekimi, Ağırlıksızlık
- 2.Soru: Sürtünme Kuvveti, Yerçekimi, Ağırlıksızlık
- 3.Soru: Konveksiyon, Kaldırma Kuvveti, Yerçekimi, Ağırlıksızlık
- 4.Soru: Serbest düşme, Yerçekimi, Ağırlıksızlık
- 5.Soru: Kaldırma kuvveti, Yerçekimi, Ağırlık

### 3.3. Anketin Pilot Çalışması

Anketin pilot çalışması özel bir Fen Lisesinin 9. Sınıfında okuyan 19 öğrenci ile yapılmıştır. Pilot çalışmadan alınan sonuçlara göre bazı sorularda anlaşılamayan ya da yanlış anlaşılan ifadeler yeniden düzenlenerek soruların açıklık, anlaşılabilirlik ve netliği sağlandıktan sonra anket formu son haline getirilmiştir.

### 3.4. Anketin Örnekleme Uygulanması

Anketin uygulaması; 9. sınıf öğrencilerinden 185 öğrenci ve 10. sınıf öğrencilerinden 168 öğrenci olmak üzere; bir Fen Lisesi, bir Anadolu Lisesi ve bir Süper Lisede okuyan toplam 353 öğrenci ile yapılmıştır. Ön kavramları araştırılan öğrencilerin tek düzey öğrenci grubuyla sınırlı kalmaması için anket formu üç farklı türde okula uygulanmıştır. Anket sorularının değerlendirmesinde okul türleri arasında herhangi bir karşılaştırma yapılmamıştır.

Anket sorularının uygulaması bir ders saati süresinde gerçekleşmiştir. Anket öncesinde öğrencilere bunun bir sınav olmadığı, herhangi bir şekilde notla değerlendirilmeyeceği ve bu yüzden cevaplarında içten ve samimi olmalarının beklendiği söylenmiştir. Anketin uygulanmasında araştırmacı bizzat bulunduğundan öğrenciler takıldıkları noktalar hakkında soru sorma imkanı bulabilmişlerdir.

### 3.5. Anketin Analizi

Anket sorularının analizi, “tümevarımsal analiz metodu” (Chang, 1999, s: 515) ile gerçekleştirilmiştir. Tümevarımsal analiz metodu, kavram yanlışlarını veya öğrencilerin sahip oldukları kavramların zihinlerinde ne derece yerleşmiş olduklarını tespit etmek için kullanılan bir metottur. Bu metot, elde edilen verilerin kendi içerisinde değerlendirmesi esasına dayanır.

Tümevarımsal analiz metodu şu şekilde uygulanmıştır: Öncelikle öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevaplar okunmuş, daha sonra da öğrencilerin bu cevaplarla farklı şekillerde de olsa özde ifade etmeye çalıştıkları temelleri içeren cevap kategorileri oluşturulmuştur. Öğrencilerin cevapları defalarca okunarak bu öz ifadelerle uygunluk açısından kontrol edilmiştir. Son olarak cevapların kategorilere uygunluğu bir defa

daha kontrol edilerek ve her kategoride bulunan cevapların yüzde oranları 9. sınıflar ve 10. sınıflar için ayrı ayrı olmak üzere ilgili tablolara kaydedilmiştir. Soruya uygun olmayan ya da öğrencinin anlatmaya çalıştığı şeyi ifade etmede yetersiz kalan cevaplar “diğer” kategorisi altında toplanmıştır. Seçenek işaretleyen fakat açıklama yapamayan öğrencilerin cevapları ise “açıklama yok” kategorisine alınmıştır.

### 3.6. Öğrenci Zihinsel Modellerinin Oluşturulması

Öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevaplardaki bilimsel ve alternatif görüşleri ortaya koyabilmek amacıyla öğrenci zihinsel modelleri oluşturulmuştur. Anket sorularından alınan sonuçlara göre öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modeller; başlangıç modelleri, sentetik modeller ve bilimsel modeller olmak üzere üç grupta incelenmiştir. Başlangıç modelleri, öğrencilerin konuyla ilgili günlük deneyimler sonucu edindikleri ve bilimsel bilgidен büyük ölçüde sapma gösteren görüşlerini; sentetik modeller, öğrencilerin bilimsel bilgi ile günlük yaşantıdan edindikleri bilgileri sentezlemeleri sonucunda ortaya çıkan görüşlerini; bilimsel modeller ise öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilmiş teorilerle tutarlı olan görüşlerini içermektedir. Bu araştırmada, çalışmanın amaçları bakımından yerçekimi ve ağırlıksızlıkla ilgili fizik konularındaki öğrenci zihinsel modelleri bu kategoriler altında incelenmiştir.

Bu zihinsel modeller; daha önce Vosniadou (1991), Vosniadou ve Brewer (1992), Vosniadou ve Brewer (1994), Samarapungavan ve ark. (1996), Sharp (1996) ve Trumper (2001) tarafından öğrencilerin sahip oldukları kavramları tanımlamak amacıyla kullanılmıştır. Bu sınıflandırmada zihinsel modeller her öğrencinin temel bilgisinin yapısı ve içeriği hakkında dinamik yapılar olarak ele alınmaktadır.

Vosniadou (1991); başlangıç modellerini, sentetik modelleri ve bilimsel modelleri şu şekilde tanımlamıştır:

*Başlangıç Modelleri:* Öğrencinin doğrudan günlük yaşantılarındaki gözlemleri sonucu edindikleri düşüncelerle ya da günlük yaşantılarındaki gözlemleri ile tutarlı olarak oluşturdukları modellerdir. Öğrencinin günlük yaşamdaki deneyimlerinden kaynaklanan bu modeller bilimsel bilgiden önemli ölçüde sapmalar gösterir. Örneğin; Dünya düzdür ya da Güneş ve Ay eşit büyüklüktedir fakat Dünya bunlardan büyüktür gibi...

*Sentetik Modeller:* Öğrencilerin günlük yaşantılarındaki deneyimleri sonucu edindikleri bilgilerle bilimsel olarak kabul edilmiş bilgilerin karışımı sonucu ortaya çıkan modellerdir. Bu modeller bilimsel bilgi ile günlük yaşantıdan edinilen bilgilerin sentezlenmesiyle oluşur. Örneğin; Dünya yarıküre şeklindedir ya da Güneş Ay'dan büyüktür, Ay da Dünya'dan büyüktür gibi...

*Bilimsel Modeller:* Kabul edilmiş bilimsel teorilerle tutarlı olan modellerdir. Örneğin; Dünya küre şeklindedir ya da Güneş Dünya'dan büyüktür, Dünya da Ay'dan büyüktür gibi...

### **3.7. Görüşme Protokolünün Hazırlanması**

Öğrencilerle yapılan görüşmelerin türü yarı yapılandırılmış görüşmedir. Bu görüşme stili, yapılandırılmış görüşmeye göre daha esnektir. Araştırmacıya, katılımcıların cevaplarının derinlemesine inceleme imkanı sağlaması, bu metodun özellikle eğitim araştırmalarında tercih edilmesine sebep olmuştur. Bu görüşme stilinde katılımcılara sorulacak sorular önceden bellidir fakat görüşmenin seyrine göre farklı sorular da sorulabilir. Görüşme planına aynen uyma zorunluluğu yoktur. Öğrencilerin kavramlarını araştırmada kolaylık sağladığı için bu araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme tercih edilmiştir.

Görüşme protokolünün hazırlanmasında öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevaplardan yararlanılmıştır. Görüşmeler seçilen bilimkurgu hikayesindeki olayların, öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevaplar da göz önünde bulundurularak tartışılmasına dayanmaktadır. Anket formundaki her bir soru farklı bir konuyu içerdiğinden, görüşmelerde de bu sorularla ilgili olaylar ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu nedenle görüşme protokolü 5 ayrı bölüm halinde hazırlanmıştır. Bunun yanında; anket formundan elde edilen verilerden öğrencilerin Dünya ve Ay'ın çekimleri hakkında çok farklı görüşlere sahip oldukları görüldüğünden bu konularla ilgili özel bir giriş bölümü hazırlanmıştır. Görüşme Protokolü Ek 2'de verilmiştir. Görüşmelere başlamadan önce öğrencilere hikayedeki bazı bölümlerin yer aldığı bir sayfa verilerek 15–20 dakikalık bir süre içerisinde bu bölümlerdeki fizikle ilgili ifadeleri, bu ifadelerin bilimsel bilgiyle tutarlı ya da çelişkili yanlarını kaydederek önceden hazırlanmış bir tabloyu doldurmaları istenmiştir. Bu işlem, öğrencilerin bilimkurgu hikayelerindeki fizikle ilgili olaylar hakkındaki değerlendirmelerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Görüşme sonunda öğrencilere bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılması hakkındaki görüşleri ile ilgili sorular yöneltilmiştir.

### **3.8. Görüşmenin Yapılması ve Değerlendirilmesi**

Görüşmeler, bilimkurgu hikayelerinin öğrencilerde kavram gelişimini ne yönde etkilediğini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Görüşmeye alınacak öğrencilerin seçilmesinde aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre, seçilen öğrencilerin;

1. Anket sorularına verdikleri cevapların ilginç ve farklı yorumlar içermesine;
2. Anket sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan öğrenci zihinsel modelleri arasında başlangıç modellerinin ya da buna yakın modellerin ağırlıklı olarak bulunmasına;

3. Seçilen bir grup öğrenci arasından fizik öğretmenin tavsiye ettiği öğrenciler olmalarına;
4. Görüşmeler için gönüllü olmalarına dikkat edilmiştir.

Görüşmeler için gönüllülük esas olduğundan, öğrenciler seçildikten sonra kendilerine böyle bir çalışma için gönüllü olup olmadıkları özellikle sorulmuş ve gönüllü olmama ihtimaline karşı alternatif isimler belirlenmiştir. Görüşmeler 3'er kişilik iki grup halinde yapılmıştır. İlk grup (Ö1, Ö2, Ö3) Anadolu Lisesi, 9. sınıf öğrencilerinden; ikinci grup (Ö4, Ö5, Ö6) ise Fen Lisesi, 10.sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Her bir grupta yapılan görüşmeler yaklaşık üç saat sürmüştür. Bu üç saatlik süre yaklaşık 40'ar dakikalık bölümler halinde uygulanmıştır. Görüşmelerde veri kaybı olmaması bakımından konuşmalar öğrencilerin de izniyle teybe kaydedilmiştir.

### **3.9. İlgi Testinin Hazırlanması ve Uygulanması**

İlgi testi, öğrencilerin bilimkurgu hikayeleri hakkındaki düşüncelerine yönelik dokuz sorudan oluşmaktadır. İlk soru, daha önce hiç bilimkurgu hikayesi okuyup okumadıkları ile ilgilidir. Daha sonraki sorular sadece bilimkurgu hikayesi okumuş olan öğrenciler tarafından cevaplanmıştır. Bu sorular öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine yaklaşımlarına yönelik olduğundan cevaplayan öğrencilerin daha önce bilimkurgu hikayesi okumuş olmalarına özellikle dikkat edilmiştir.

İlgi testi; anket formunun uygulandığı örneklem grubuna, anket formuyla birlikte uygulanmıştır. İlgi testinin pilot çalışması da yine anket formunun pilot çalışmasıyla birlikte yapılmıştır.

## **IV. BULGULAR**

Araştırmanın bulguları üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevaplar, bu cevaplara göre oluşturulan öğrenci zihinsel modelleri ve anket sorularıyla ilgili görüşmelerden elde edilen bulgular bulunmaktadır. İkinci bölümde; görüşmeye alınan öğrencilerin seçilen bilimkurgu hikayesinin bazı bölümlerindeki fizikle ilgili olaylar hakkındaki değerlendirmelerine ve bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılması ile ilgili görüşlerine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise 9. ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimkurgu hikayelerine karşı genel tutumunu belirlemek amacıyla uygulanmış olan ilgi testinden elde edilen bulgular yer almaktadır.

### **4.1. Anket Sorularından ve Anket Sorularıyla İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular**

Anket sorularından elde edilen bulgular her soru için ayrı başlıklar altında incelenmiştir. Bu başlıklar altında; anket sorusuna verilen cevaplar, bu cevaplara göre oluşturulmuş olan öğrenci zihinsel modelleri ve soruyla ilgili görüşmelerden elde edilen bulgular yer almaktadır. Anket formunda 5 açık uçlu soru bulunduğundan bu bölüm 5 ana başlık altında toplanmıştır.

Bu çalışmada yapılan çalışmalar yapısalcı öğretim yaklaşımına dayalı olarak yürütüldüğünden öncelikle 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinin yerçekimi ve ağırlıksızlık ile ilgili konulardaki ön kavramları araştırılmıştır. Bu amaçla hazırlanmış olan anket formu 353 kişilik bir örneklem grubuna uygulanmıştır. Bilimkurgu hikayeleri ile ilgili

uygulamaların yer aldığı görüşmeler bu örnekleme grubundan ortaya çıkan ön kavramlar da dikkate alınarak planlanmıştır.

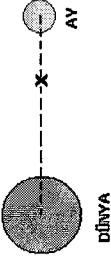
#### **4.1.1. Birinci Sorudan Elde Edilen Bulgular**

Birinci soru, Jules Verne'ün "Ay'ın çevresinde Seyahat" adlı hikayesinin temel konusu ile ilgilidir. Hikayede, çok büyük bir toptan Ay'a doğru fırlatılan çok büyük bir merminin içinde yolculuk eden üç kişinin başından geçen olaylar konu edilmektedir. Yazar hikayenin bazı bölümlerinde (Verne, 2001, s: 105, 124) yolcuların ağırlığı hakkında açıklamalarda bulunmuştur. Bu bölümlerde yazar; yolcuların fırlatıldıkları andan itibaren giderek hafiflediklerini ve Dünya ile Ay'ın çekimlerinin birbirine eşit olduğu nötr noktaya geldiklerinde ise tamamen ağırlıksız olduklarını söylemiştir. Birinci soruda öğrencilere bu söylenenlerin fizik bilgisi açısından doğru olup olamayacağı sorulmuş ve doğrusunun ne olması gerektiği ile ilgili yorum yapabilecekleri seçenekler sunulmuştur. Bu soruda öğrencilerin, merminin hareket ivmesinin yolcuların ağırlığı üzerindeki etkisini fark edip edememe konusundaki yaklaşımları araştırılmıştır. Öğrencilerin bu soruyu cevaplarırken yerçekimi, ağırlık, ağırlıksızlık ve düşey atış konularındaki bilgilerini gözden geçirmeleri gerekmektedir.

##### **4.1.1.1. Birinci Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları**

Birinci soruya verilen cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi öğrencilerin çoğunluğu yolcuların ağırlığı ile ilgili yorum yaparken sadece yerçekiminin ağırlık üzerindeki etkisini düşünmüşlerdir. Ağırlığın sadece yerçekimine bağlı olarak değişeceğini düşünen

**Tablo 3.** Öğrencilerin birinci soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri

	TOPLAM	
	9. S (%)	10. S (%)
<p><b>1. Soru:</b> Merminin içindeki yolcular, yolculuk başladığı andan itibaren giderek hafiflediklerini ve şekilde "X" ile gösterilen noktaya geldiklerinde tamamen ağırlıksız olduklarını söylüyorlar. Mermi ilk hızla fırlatıldığına göre yolcuların söylediklerinde yanlış olan nedir?</p>		
		
<b>A) "X" noktası Ay'a değil Dünya'ya yakın olmalıdır, çünkü;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dünya'nın çekim kuvveti Ay'ın çekim kuvvetinden fazladır</li> <li>- Dünya'nın hacmi büyük olduğu için çekim kuvveti daha fazladır</li> <li>- Yerçekimi kuvveti Dünya'ya yakın bir noktada biter</li> <li>- Yerçekimi kuvveti atmosferin bittiği noktada biter</li> <li>- Dünya ve Ay'ın tam ortasındaki noktada çekim kuvvetleri birbirini dengeler</li> <li>- Ay'ın çekim kuvveti yoktur</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>2,70 0,54 1,08 1,62 0,54 1,62 4,86 4,32</p>
<b>B) Yolcular tüm yolculuk boyunca ağırlıksız olmalıdırlar, çünkü;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yolcuların yerçekimi ivmesiyle hareket ediyorlar</li> <li>- Dünya'nın yolculara uyguladığı kuvvet yolcuların Dünya'ya uyguladığı kuvvete eşittir</li> <li>- Uzay boşluğunda hiçbir çekim kuvveti yoktur</li> <li>- Dünya'da atmosferden dolayı ağırlıkları vardır, atmosferin dışında ağırlıksız olurlar</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>0,54 0,54 3,78 0,54 1,08 1,08</p>
<b>C) Yolcular "X" noktasından sonraki bütün noktalarda ağırlıksız olmalıdırlar, çünkü;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dünya'nın çekim kuvveti "X" noktasına kadar azalır ve bu noktada biter</li> <li>- "X" noktasında yerçekimi kuvveti yoksa bundan sonraki noktalarda da yoktur</li> <li>- Ay'da yerçekimi olmadığından Ay'a yaklaştıkça ağırlıkları azalır</li> <li>- "X" noktası atmosferin bittiği noktadır, bu noktadan sonra yerçekimi de yoktur</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>9,19 2,70 2,16 2,70 1,62 2,70</p>
<b>D) Yolcuların söylediklerinde yanlışlık yoktur, çünkü;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ay'a yakın bir noktada Dünya'nın ve Ay'ın çekim kuvvetleri birbirini dengeler</li> <li>- "X" noktasında Dünya'nın çekim kuvveti biter Ay'ın çekim kuvveti başlar</li> <li>- "X" noktası Dünya'nın da Ay'ın da çekim kuvvetinin olmadığı orta bölgededir</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>31,35 2,70 2,70 6,49 7,57</p>
<b>Cevap yok</b>	3,24	8,33

öğrenciler yerçekiminin etkili olduğu bölge hakkında farklı ön kavramlara sahip olduklarından birinci sorudaki olayla ilgili yorumları da çok farklı olmuştur. Örneğin; yerçekiminin atmosferin bittiği yere kadar etkili olduğunu düşünen öğrenciler yolcuların atmosferi geçtikten sonra ağırlıksız olacaklarını iddia ederken; Dünya ile Ay arasında hem Dünya'nın hem de Ay'ın çekiminin ulaşmadığı çekimsiz bir bölge bulunduğunu düşünen öğrenciler yolcuların sadece bu bölgede ağırlıksız olacaklarını söylemişlerdir.

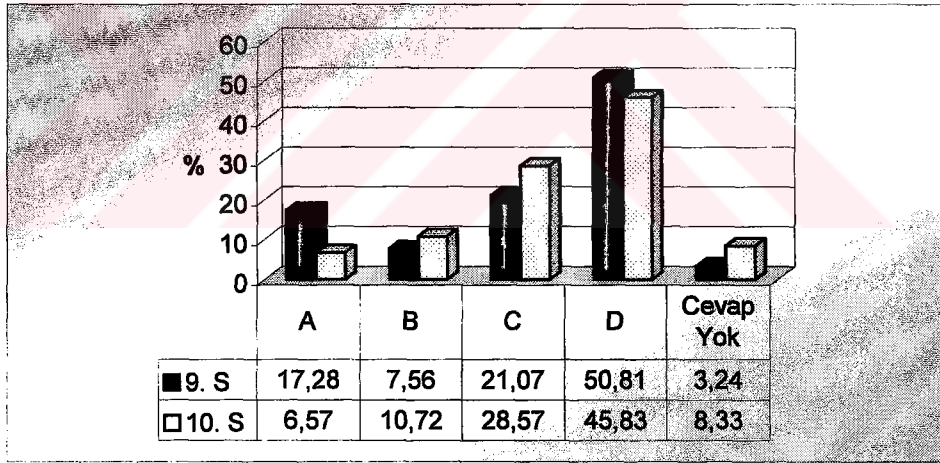
Birinci soru; öğrencilerin, özellikle Dünya'nın ve Ay'ın çekimleri hakkındaki ön kavramlarını ortaya koymuştur. Bunun yanında öğrencilerin; atmosferin yerçekimi üzerindeki etkisi, ağırlığın sebebi, kütle çekim kuvvetinin sebebi ve Ay'ın çekim kuvveti ilgili farklı görüşlerine de rastlanmıştır. Atmosferden dolayı ağırlığımızın olduğu, yerçekimin sadece atmosferin bulunduğu bölgede etkili olduğu, cismin hacmi arttıkça çekim kuvvetinin arttığı ve Ay'ın çekim kuvvetinin olmadığı görüşleri bunlardan bazılarıdır. Ay'ın çekim kuvvetinin olmadığı görüşüne hem A şıkkını işaretleyen öğrenciler arasında hem de C şıkkını işaretleyen öğrenciler arasında rastlanmıştır.

Birinci soruya hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinin en yüksek oranda (9. S: %31,35 ve 10. S: %23,21) verdikleri cevap yazarın hikayede de belirttiği gibi Ay'a yakın bir noktada Dünya'nın ve Ay'ın çekimlerinin birbirini nötrleyeceği ve yolcuların sadece bu nötr noktada ağırlıksız olacakları görüşünü içermektedir. Bu görüşün baskın olmasında öğrencilerin okuduklarını eleştirmeden doğru kabul etme eğiliminde olmalarının da etkisi olmuş olabilir. İkinci olarak en yüksek oranda rastlanan görüş (9. S: %9,19 ve 10. S: %13,10), Dünya'nın çekiminin Dünya ile Ay arasında bulunan nötr noktaya kadar azalarak devam ettiği ve bu noktada son bulduğu görüşüdür. Merminin hareketinin yolcuların ağırlığı üzerindeki etkisini fark ederek yolcuların yerçekimi ivmesiyle hareket ettikleri için ağırlıksız olacakları cevabı ise sadece 9. sınıf öğrencilerinin %0,54'ünden gelmiştir.

Birinci soruya verilen cevaplar arasında sadece 9. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan bazı görüşler olmuştur. Dünya'nın hacmi büyük olduğu için çekiminin de büyük

olduğu, Dünya ve Ay'ın çekimlerinin birbirlerini tam orta noktada dengeledikleri, mermi yerçekimi ivmesiyle hareket ettiğinden yolcuların tüm yolculuk boyunca ağırlıksız olacakları, yolcuların ve Dünya'nın birbirlerine eşit çekim kuvveti uyguladıkları için yolcuların ağırlıksız olacakları, Dünya'da atmosferden dolayı ağırlığımızın olduğu, nötr noktada Dünya'nın çekiminin bittiği ve Ay'ın çekiminin başladığı görüşleri sadece 9. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan görüşler olmuştur.

Şekil 4'te öğrencilerin birinci soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı görülmektedir. Buna göre hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinin en yüksek oranda (9. S: %50,81; 10. S: %45,83) verdikleri cevap D seçeneğindeki “yolcuların söylediklerinde yanlışlık yoktur” cevabı olmuştur. Birinci soruya verilen cevapların şıklara göre dağılımı 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinde birbirlerine yaklaşık oranlarda olmuştur.



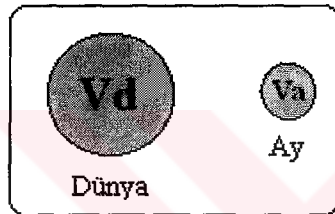
Şekil 4. Öğrencilerin birinci soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı

Birinci soruyu 9. sınıf öğrencilerinin sadece %3,24'ü ve 10. sınıf öğrencilerinin %8,33'ü cevapsız bırakmıştır. Bunun yanında şıklardan birini işaretleyerek cevap veren fakat açıklama yapamayan öğrenciler de vardır. Cevap şıklarındaki “açıklama yok” oranı genelde düşük olmakla beraber, öğrencilerin açıklama yapmakta en çok zorlandıkları seçenek D şikkı olmuştur (9. S: % 7,5; 10. S: 14,29).

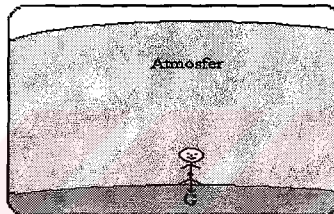
#### 4.1.1.2. Birinci Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri

Öğrencilerin cevaplarındaki alternatif ve bilimsel görüşleri ortaya koyabilmek amacıyla öğrenci zihinsel modelleri oluşturulmuştur. Bu çalışmada kullanılmış olan modellerden Bölüm 3'te ayrıntılı bir şekilde bahsedilmiştir. Buna göre bu çalışmada öğrenci zihinsel modelleri; başlangıç modelleri, sentetik modeller ve bilimsel modeller olmak üzere üç grupta incelenmiştir. Birinci sorudan alınan cevaplara göre oluşturulan öğrenci zihinsel modelleri şunlardır:

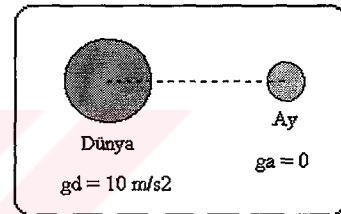
##### Başlangıç Modelleri:



Dünya'nın hacmi Ay'dan büyük olduğu için çekim kuvveti de büyüktür. (9. S: %0,54)

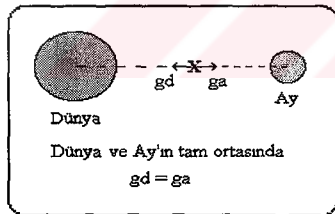


Dünya'da atmosferden dolayı ağırlığımız vardır. (9. S: %0,54)

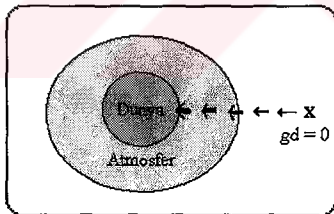


Ay'ın çekim kuvveti yoktur. (9. S: %3,78; 10. S: %2,98)

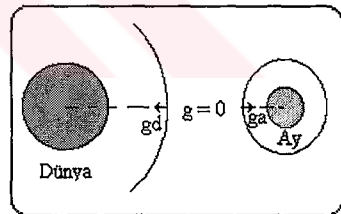
##### Sentetik Modeller:



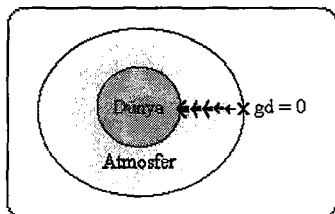
Çekim kuvvetleri Dünya ve Ay'ın tam ortasındaki noktada dengelenir. (9. S: %0,54)



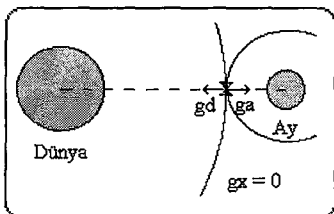
Yerçekimi Dünya'ya yakın bir noktada biter. (9. S: %1,08; 10. S: %0,60)



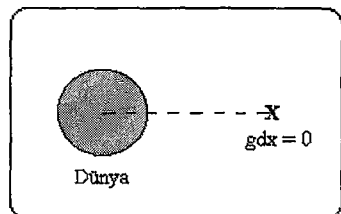
Dünya ve Ay arasında her ikisinin de çekim kuvvetinin olmadığı bir bölge vardır. (9. S: %2,70; 10. S: %1,19)



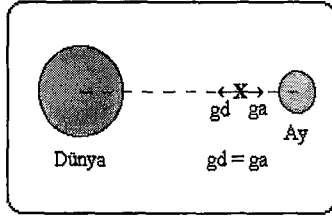
Yerçekimi yukarılara çıkıldıkça azalır ve atmosferin bittiği yerde biter. (9. S: %4,32; 10. S: %1,79)



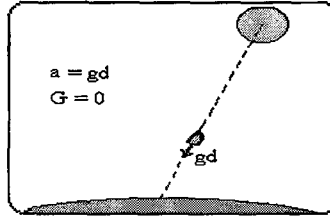
Ay'a yakın bir noktada Dünya'nın çekimi biter Ay'ın çekimi başlar. (9. S: 2,70)



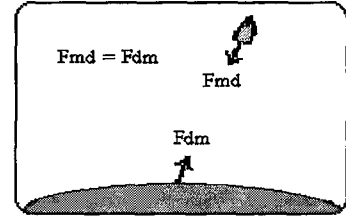
X noktasından sonra yerçekimi yoktur. (9. S: %11,89; 10. S: 14,29)

Bilimsel Modeller:

Ay'a yakın bir noktada Dünya'nın ve Ay'ın çekimleri birbirini dengeler. (9. S: %31,35; 10. S: %23,21)



Mermi yerçekimi ivmesi ile hareket ettiğinden yolcular ağırlıksız olurlar. (9. S: %0,54)



Dünya'nın mermiye uyguladığı çekim kuvveti merminin Dünya'ya uyguladığına eşittir. (9. S: 0,54)

**Şekil 5.** Birinci sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri

Birinci sorudan alınan cevaplarda öğrencilerin Dünya ve Ay'ın çekimleri hakkında farklı görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Bu yüzden birinci soruya ait öğrenci zihinsel modelleri daha çok öğrencilerin Dünya ve Ay'ın çekimleri hakkındaki görüşlerini yansıtmaktadır. Birinci sorunun başlangıç modelleri; çekim kuvvetinin sebebi, ağırlığın sebebi ve Ay'ın çekim kuvveti hakkındadır. Başlangıç modellerindeki görüşler bilimsel bilgiyle tutarlı olmamasına rağmen öğrencinin günlük deneyimleri sonucunda sahip olduğu görüşleri içermektedir. Hacmi büyük olan cisimlerin çekim kuvvetlerinin de büyük olacağı görüşü bunlardan biridir. Gerçekte çekim kuvveti cismin yarıçapının karesiyle ters orantılıdır, dolayısıyla cismin hacmi arttıkça çekim kuvveti azalır. Bu görüş, aynı zamanda p-prim (phenomenological primitive) adı verilen düşünce kalıpları kullanılarak ortaya çıkarılan bir görüştür. P-primler; öğrencilerin günlük deneyimlerinden yola çıkarak yeni görüşler ortaya koymada kullandıkları düşünce kalıplarıdır. “Daha dahayı gerektirir (more requires more)” şeklindeki düşünce yapısı buna bir örnektir. Bu kalıplar kullanılarak ortaya çıkarılan yeni görüşler de “facet (çıkartım)” olarak adlandırılmaktadır (Bao, 1999, s: 8). Öğrenciler bu düşünce kalıplarını kullanırken herhangi bir açıklamaya ihtiyaç duymadan kendilerince mantıklı ilişkiler kurarak çıkarımlarda bulunurlar. Öğrencilerin Dünya Güneş'e yakın olduğunda yaz mevsimi olacağına dair yaygın olan düşünceleri de bu yolla ortaya koyulmuştur. Öğrenciler burada “daha yakında daha sıcak olur” p-prim’ini kullanarak “Dünya Güneş'e daha yakınken yaz mevsimi yaşanır” facet’ini ortaya çıkarmışlardır. Buradaki

örnekte de “daha dahayı gerektirir” p-prime’ı kullanılarak “daha büyük hacim daha fazla çekim kuvvetini gerektirir” facet’ı ortaya çıkarılmıştır.

Birinci sorunun başlangıç modellerinden bir diğeri de Dünya’da atmosferden dolayı ağırlığımızın olduğu düşüncesine dayanmaktadır. Bu düşünceye sahip olan öğrenciler günlük yaşantılarından tanıdıkları atmosfer ile ağırlık arasında ilişki kurarak bilimsel tutarlılığı olmayan bir görüş ileri sürmüşlerdir. Son olarak Ay’ın çekim kuvvetinin olmadığı görüşü de bilimsel olarak doğru olmayan, tamamen öğrencinin kendi yaşantıları sonucunda edindiği bir görüştür. Ay’ın çekim kuvvetinin olmadığı görüşünü içeren başlangıç modeli birinci sorunun modelleri arasında en yaygın olan (9. S: %3,78; 10. S: % 2,98) başlangıç modelidir. Ayrıca bu model, hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan tek başlangıç modeli olmuştur.

Birinci sorunun sentetik modelleri daha çok öğrencilerin yerçekiminin etkili olduğu alan hakkındaki kendi görüşleri ile yükseklik arttıkça yerçekiminin azalacağına dair bilgilerinin sentezlenmesi sonucunda ortaya çıkan modellerdir. Bu modeller, öğrencilerin yerçekiminin bittiği yer hakkındaki görüşlerine göre farklılık göstermektedir. Bazı öğrenciler yerçekiminin ancak atmosferin bittiği yere kadar uzanabileceğini düşünürken bazıları da yerçekiminin atmosferi geçebileceği fakat Dünya’ya yakın bir noktada biteceği görüşünü savunmuşlardır. Yerçekimini atmosferle ilişkilendirmeyen öğrencilerde de yine yerçekiminin Dünya’ya yakın bir noktada biteceği görüşü hakimdir. Bütün bu görüşler farklı sentetik modeller ortaya çıkmasına neden olmuştur. Öğrencilerin Ay’ın çekimi hakkındaki farklı görüşleri de sentetik modellerin farklılaşmasında etkili olmuştur.

Birinci sorunun sentetik modelleri arasında en yaygın olanı (9. S: %11,89; 10. S: %14,29); nötr noktadan sonra Dünya’nın çekiminin olmadığı görüşünü içermektedir. Birinci sorunun sentetik modellerinin çoğu hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinde görülmüştür. Bunlardan sadece; Dünya’nın ve Ay’ın çekimlerinin ikisi arasındaki tam orta noktada dengeleneceği görüşü ile Ay’a yakın bir noktada Dünya’nın çekiminin biteceği ve Ay’ın çekiminin başlayacağı görüşü yalnızca 9. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan görüşler olmuştur.

Birinci sorunun bilimsel modellerinde ise; Dünya ve Ay'ın çekimlerinin birbirini dengelediği nötr noktanın yeri, atış hareketi yapan cisimlerin hareket ivmesi ve cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kütle çekim kuvvetlerinin büyüklükleri hakkındaki bilgiler doğru bir şekilde ortaya konmuştur. Ancak hem doğru bilgiyi ortaya koyan hem de birinci soruyu doğru bir şekilde açıklayabilen tek görüş; ikinci modeldeki, mermi yerçekimi ivmesiyle hareket ettiğinden yolcuların ağırlıksız olacakları görüşü olmuştur (9. S: %0,54).

#### 4.1.1.3. Birinci Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Görüşmeler her soru için ayrı bölümler halinde yapılmıştır. Görüşmelerde öğrencilere yöneltilen sorular ve Jules Verne'ün “Ay'ın Çevresinde Seyahat” adlı hikayesinin kullanılan bölümleri Ek 2'deki görüşme protokolünde verilmiştir. Bu araştırmada yapılan görüşmeler yarı yapılandırılmış görüşme olduğundan öğrencilere zaman zaman görüşme protokolünde yer almayan sorular da yöneltilmiştir.

Görüşmeler iki ayrı grupta yapılmıştır. İlk gruptaki öğrenciler (Ö1, Ö2 ve Ö3) Anadolu Lisesi, 9. sınıf öğrencileri; ikinci gruptaki öğrenciler ise (Ö4, Ö5, Ö6) Fen Lisesi, 10. sınıf öğrencileridir. Öğrenci seçme kriterlerinden ve görüşmelerin süresinden Bölüm 3'te bahsedilmiştir.

Birinci anket sorusuna verilen cevaplarda öğrencilerin Dünya ve Ay'ın çekimleri hakkında çok farklı görüşlere sahip oldukları görüldüğünden, görüşmelere öğrencilerin Dünya ve Ay'ın çekimi hakkındaki ön kavramlarına yönelik sorulardan oluşan “giriş bölümü” ile başlanmıştır. Görüşmelerin ilerleyen bölümlerinin sağlıklı yürütülebilmesi için öncelikle bu konuların tartışılması gerekli görülmüştür. Hikayenin kullanıldığı bölümlere ise giriş bölümü tamamlandıktan sonra geçilmiştir.

Görüşmelerin bazı bölümlerinde öğrencilerden çizimler yapmaları istenmiştir. Bu çizimler sadece öğrencilerin olaylarla ilgili düşünebilmelerini kolaylaştırmak açısından gerekli görüldüğünden ve öğrenciler yaptıkları çizimleri sözel olarak da ifade ettiklerinden bu bölümde öğrencilerin çizimlerine yer verilmemiştir.

Giriş bölümünde ilk olarak, öğrencilerden yerçekiminin nereye kadar uzandığını çizdikleri şekil üzerinde göstermeleri istenmiştir. İlk gruptaki bazı öğrenciler, yerçekimini atmosfere bağlı bir kavram gibi düşünmüşler ve atmosferin dışında yerçekimi olamayacağını iddia etmişlerdir. Öğrenciler, atmosferin dışında yerçekimi olmamasının sebebini boşluğa ve sürtünmeye bağlı olarak açıklamışlardır:

G: Dünya'nın ve etrafındaki atmosferin şeklini çizdiniz. Yerçekiminin nereye kadar etkili olduğunu bu şekil üzerinde gösterebilir misiniz?

Ö1: Yerçekimi atmosfere kadar etkili. Atmosferden sonra zaten yerçekimi şey oluyor... boşluk oluyor, bundan sonrası boşluk.

Ö2: Atmosfere kadar olur diyorum ben de. Atmosferden sonra zaten hava olmuyor, sürtünme de olmaz.

Aynı soruyu ikinci gruptaki iki öğrenci yerçekiminin giderek azalacağı ve bir noktada son bulacağı şeklinde cevaplamıştır. Fakat bu iki öğrenci yerçekiminin son bulacağı noktanın yeri hakkında bir şey söyleyememişlerdir:

Ö5: Dünya'nın merkezinde sıfır. Yüzeyinden sonra sürekli azalarak en sonunda bitiyor. Dünya'nın merkezine doğru yine azalarak gidiyor, Dünya'nın merkezinde sıfır. Dünya'nın merkezinden çıktıktan sonra atmosferden çıkana kadar...

Ö6: Yaa, zaten biter de yani, bayağı bir süre gittikten sonra iyice azala azala, yavaş yavaş... yani bu kağıda sığabilecek gibi olmaz herhalde, şu çizime göre düşünürsek bayağı bir...

G: Uzayda düşünürsek eğer neresi olabilir yaklaşık olarak? Mesela Güneş sisteminin dışına çıkabilir mi?

Ö6: Olabilir, sonuçta kütlesi büyük.

G: Samanyolu'nun dışına çıkabilir mi?

Ö6: Bana göre her yere kadar gidebilir ama...

Ö5: Bence her yere kadar gitmez. Bir Dünya'nın merkezinde sıfır oluyor, bir de Dünya'dan çıktıktan sonra belli bir noktaya gidiyor ondan sonra sıfırlanıyor. Ay'a kadar ulaştığı kesin zaten, çünkü Ay onun etkisinde. Diğer gezegenlere de ulaşır belki ama Güneş'in çekimi daha yüksek olduğu için onun etkisinde kalıyor onlar.

Ö6: Ama yine vardır çekim.

Ö5: Yine var ama sonuçta bir yerde sıfırlanır. Ben biter diyorum ama nerde biteceği konusunda bir şey diyemiycem. Bence sürekli azalır, ama biter yani.

Güneş'in çekimi hakkında sorular sorulduğunda ilk gruptaki öğrenciler bazı karşılaştırmalar yaparak Güneş'in çekiminin sonsuza kadar uzandığı sonucunu çıkarmışlar fakat Dünya'nın çekiminin atmosferin dışına çıkamayacağı görüşünü savunmaya devam etmişlerdir. Bu konuyla ilgili tartışmalarda öğrencilerin, atmosferi yerçekimini engelleyici bir etken olarak düşündükleri görülmüştür:

G: Güneş'in çekimi var mıdır?

Ö1: Güneş'in çekimi vardır. Çünkü Dünyamız Güneş'in yörüngesinde döndüğüne göre çekimi var ki onu tutuyor. Zaten Güneş sistemini de Güneş tutuyor.

G: Güneş'in çekiminin Dünya'nın olduğu yere kadar etkili olduğunu söyleyebilir misiniz?

Ö1: Ondan sonrasında da etkisi var. Var ama azalıyor gittikçe.

G: Nereye kadar gidiyor peki? Nerde son buluyor?

Ö1: Herhalde sonsuzda.

Ö2: Evet. Yıldızlarla falan da zaten çekimi var.

G: Güneş'in çekiminin sonsuza kadar gittiğini söylüyorsunuz, Dünya'nın çekiminin de atmosferde bittiğini. Güneş'in çekimi sonsuza kadar gidebiliyorsa Dünya'nın çekimi neden gidemiyor?

Ö2: Şey değil mi, atmosfer tabakasından dolayı, yani...

Ö3: Atmosfer.

Ay'ın Dünya etrafındaki durumu dikkate alındığında ilk gruptaki bazı öğrenciler kendi görüşleriyle çelişkiye düşmüş ve yeni çıkarımlarda bulunarak doğru bilgiye ulaşmaya çalışmışlardır. Ancak bu öğrencilerden biri, Dünya ile Ay arasında oluşan çekim kuvveti ile yerçekimini birbirinden bağımsız kavramlar olarak düşündüğünden Ay ile Dünya arasında çekim kuvveti olduğunu fakat yerçekiminin Ay'a kadar ulaşmadığını söylemiştir. Öğrenci, Ay'ın Dünya etrafında yörüngede kalabilmesini Dünya ile Ay arasındaki çekim kuvvetiyle açıklamıştır. Aynı zamanda bu öğrenci; Ay'ın, atmosferin dışında olduğundan emin olmadığını da belirtmiştir:

G: Dünya'nın etrafında tuttuğu bir gök cismi biliyor muyuz?

Ö1: Ay.

G: Dünya'nın çekimi Ay'ın üzerinde etkili midir?

Ö1: Evet.

Ö2: Evet.

G: Dünya'nın çekimi oraya kadar uzanabilir mi?

Ö1: Uzanır. Ay atmosferin dışında, demek ki atmosferin dışına çıkabiliyor.

G: Ay atmosferin içinde midir, dışında mıdır?

Ö1: Dışındadır. İçinde olsaydı Ay'da nefes alabilirdik.

Ö2: Evet, Ay dışında olabilir. Bu mümkün olabilir.

Ö3: Dışında.

Ö2: Orda zaten yerçekimi yok. Atmosferin dışında... Atmosferin içinde yerçekimi olabilir ancak.

G: (Ö2 ye) Atmosferin içinde yerçekimi vardır diyorsun. Ay atmosferin dışındadır ama yine de Dünyanın çekimi Ay üzerinde etkilidir. Doğru mu?

Ö2: Yaa... Etkili diyebiliriz. Hayır. Emin değilim. Ay ile Dünya arasında var ama çekim, yani yerçekimi ile...

İlk gruptaki öğrenciler yerçekiminin nedeni hakkında farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Ancak öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplarda emin olmadıkları ve bu yüzden bu konuda kolayca fikir değişikliğine gidebildikleri görülmüştür:

G: Yerçekiminin var olmasını sağlayan şey nedir?

Ö2: Hava.

Ö3: Çekim alanı.

Ö1: Yerçekiminin var olmasını sağlayan şey... mesela Dünya'nın merkezine doğru çekildiğine göre... Dünya döndükçe yerçekimi oluyor, merkezkaç kuvvetiyle.

Ö2: Merkezci kuvvet.

Ö1: Ama her maddenin çekimi yok mudur? Bence madde.

Ö3: Bence de öyle.

Dünya'nın ve Ay'ın çekimlerini kıyaslarken öğrencilerin yerçekiminin nedeni hakkında ileri sürdükleri görüşler yeniden ortaya çıkmıştır:

G: Dünya'nın ve Ay'ın çekimlerinin büyüklükleri hakkında nasıl bir kıyaslama yapabilirsiniz? Hangisi daha büyüktür?

Ö2: Dünya'nınki.

Ö1: Dünya'nınki daha büyük. Mesela altıda biri kadar dediğimize göre Dünya altı kat daha fazla çekime sahip.

G: Dünya'nın çekiminin Ay'inkinden büyük olmasını sağlayan şey nedir peki?

Ö1: Kütlesinin daha büyük olması olabilir mi? Olabilir herhalde.

Ö2: Merkezci kuvvet, atmosfer, havanın...

Ö1: Dönüş hızı olabilir. Mesela Dünya bir günde dönüyor Ay yirmi yedi günde bir dönüşünü tamamlıyor. 27 kat daha fazla... olabilir.

Ö2: İşte o var... Merkezci kuvvet de fazla olduğundan olabilir. Atmosferden dolayı da...

Hacmin yerçekimi üzerinde etkili olup olmadığı ile ilgili tartışmalarda öğrencilerin bu konuyu formüle dayalı olarak öğrendikleri ve formülü hatırlamakta zorluk çektikleri görülmüştür. Öğrenciler, formülü hatırlayamadıklarında olayla ilgili hiçbir yorum yapamamışlardır. Bu durum öğrencilerin, formüle dayalı olarak öğrendikleri bilgileri fizik dersindeki bağıntılarda bıraktıklarını ve günlük yaşantının olaylarına uygulayamadıklarını göstermektedir:

G: Hacmin bunda etkisi var mıdır?

Ö2: Bence yoktur.

Ö1: Formüller aklıma gelse söylerdim de...

G: Çekim kuvvetinin formülünü biliyor musunuz?

Ö1: g çarpı bir bölü iki... öyle bir şeydi yaa...

Ö2: g eşittir m çarpı... büyük m küçük m şey...

G: Orada bir yarıçap ifadesi hatırlıyor musunuz.? Paydada yarıçapın karesi vardı.

Ö1: Yarıçapla ilgili olduğuna göre demek ki hacmiyle de ilgili. Çünkü...

G: Nasıl bir ilişki olabilir peki? Mesela hacmi büyüdükçe yerçekimi artar mı?

Ö2: Azalır. Karesiyle ters orantılı. O yüzden çekim ivmesi azalır.

Ö1: Ters orantılı.

Ay'ın çekim kuvvetinin olup olmadığı ile ilgili soruya ikinci gruptaki öğrencilerin tümü "vardır ama Dünya'ninkinden azdır" şeklinde cevap vermişlerdir. İlk grupta ise öğrencilerden biri olmadığını söylemiş fakat arkadaşlarının açıklamalarından sonra görüşünü değiştirmiştir. Bu öğrenci daha sonra mantıksal çıkarım yoluyla çekim kuvvetiyle kütle arasında ilişkiyi de doğru bir şekilde açıklayabilmiştir:

G: Çizdiğiniz bu Ay'ın çekim kuvveti var mıdır? Dünya'nın bizi çektiği gibi Ay da bir şeyleri çekebilir mi?

Ö1: Ay cisimleri çekseydi mesela üstünde rahatlıkla yürüyebilirdik ama yürüyemediğimize göre... uçuyoruz.

Ö2: Ama şey var, altıda birlik ağırlık farkından dolayı belki çok azdır ordaki çekim kuvveti.

Ö1: Demek ki kütlesiyle... şey olabilir mi mesela Dünya'nın büyüklüğüne göre Ay'ın büyüklüğü... kütlesiyle alakalı mı çekim?

Ö3: Dünya kadar olmasa da az miktarda vardır.

G: (Ö1'e) Sen az önce olmadığını söylemiştin. Bu konuda aynı fikirde misin hala?

Ö1: Değişti.

G: Son düşüncen nedir?

Ö1: Yaaa... Mesela Ay'ın üstünde... şey... Ay Dünya'nın altıda biri kadar çekime sahipse demek ki kütlelerle arasında bir ilişki var. Ay Dünya'dan küçük olduğuna göre daha küçük bir çekime sahip. Yerçekimi kütleyle orantılı veya nesnenin çekimi kendi kütlesiyle orantılı.

Ay'ın çekiminin nereye kadar uzandığı sorusuna ilk grupta iki öğrenci Ay'ın yakınlarında bir yerde bittiği şeklinde, bir öğrenci ise sonsuza kadar devam ettiği şeklinde cevap vermiştir:

G: Ay'ın çekim kuvvetinin nereye kadar etkili olduğunu söyleyebilir misiniz? Bunu çizdiğiniz şekil üzerinde de gösterebilirsiniz.

Ö2: Fazla yoktur herhalde. Şöyle bir şey olamaz mı?

G: Ay'ın yakınlarında bir yerde biter diyorsun.

Ö2: Hı hı.

Ö1: Yaa... Belli bir yere kadar... nasıl diyeyim ki... Sonsuz olmaz mı gene yaa... Ama gittikçe azalır yani. Belki etkisi çok azalır ama sonsuza kadar gidebilir.

Ö3: Bence, yani... şu aralarındaki uzaklıkla... çekim kuvvetleriyle doğru orantılı olarak bu aralarındaki uzaklığı paylaşıyorlar.

G: Şöyle mi düşünüyorsun, Dünya ve Ay arasındaki mesafeyi yediye bölersek altısı Dünya'nın bir tanesi Ay'ın etkili olduğu bölgeyi mi gösterir?

Ö3: Evet.

Ö2: Bence de. Bu şöyle olsa... Bunların birleştikleri nokta olsa şöyle...

İkinci gruptaki öğrencilerden biri, Ay'ın çekiminin nereye kadar etkili olduğu ile ilgili soruya yaptığı açıklamalarda cisimlerin çekim kuvvetlerinin birbirini yok edici etkiye sahip olduğu yönündeki düşüncesini ortaya koymuştur:

G: Ay'ın çekimi nereye kadar uzanır?

Ö4: Ben yine az önceki verdiğimin aynı cevabı vericem. Mesela Dünya'da Ay'ınki hissedilmez ama yine vardır. Sonsuza kadar gider.

Ö5: Diğer bir çekim onu nötrleyene kadar Ay'ın çekim kuvveti vardır.

G: Nötrledikten sonra devam eder mi?

Ö5: Nötrledikten sonra devam etmez bence. Nötrlendiği yerde zaten bitmiş oluyor. Ondan sonraki noktalarda Ay'ın çekim kuvveti olmaz bence.

Ö4: Bence olur.

Ö6: Bence yine... yani, sonsuza kadar hiç bitmeyebilir yani. Hani eninde sonunda bitebilir de yani çok azalır azalır... çünkü ne olursa olsun öbür tarafta beş birim kadar bir çekim varsa o bir birim de olsa yine çekmeye devam eder. Hani o onu nötrler, sonra dört birim kalmış olabilir onu o şekilde çekmiş olabilir ama bitmez.

G: (Ö5'e) Nötrlendiği yer olarak şu çarpılı yeri işaretledin. Buraya kadar Ay'ın çekimi azalarak geliyor. Bu noktayı geçtikten sonra var mı Ay'ın çekimi?

Ö5: Yok. Çünkü Dünya'nın çekimi var oralarda.

G: Dünya için düşünersek Dünya'nın çekimi bu noktaya gelene kadar azalıyor. Burda Dünya'nın ki bitiyor mu?

Ö5: Bitiyor. Daha sonra Ay'ın ki başlıyor. Yine burda yükselerek Ay'a kadar gidiyor.

G: Hiç yok mu peki Dünya'nın ki burda?

Ö5: Bilmem, yani yok gibi geliyor bana.

Ö4: Olmasa mesela Ay... yani Dünya'nın yörüngesinde durması için, onun çekim kuvvetiyle duruyor zaten.

Ö5: Olsa bile şöyle diyeyim: Mesela Dünya'nın etkisinin burdaki etkisini Ay'ın belli bir kısmını nötrler. Daha sonrasında Ay'ın çekimi olur. Az olduğu için, daha az olduğu için Dünya'nın etkisi. Yani vardır ama nötrler.

G: Azalır mı ondan sonra yoksa hiç mi olmaz?

Ö5: Ondan sonra azalır mı hiç mi olmaz? Hiç olmaz. Çünkü Ay nötrlüyor yani.

G: Dünya'nın diğer tarafında gösterebilir misin yerçekimi nereye kadar gider?

Ö5: Diğer tarafta da merkezde yine biter. Yüzeyinden sonra sürekli azalan. Sürekli azalır ve devam eder sonsuza kadar.

G: Yani bu tarafta sonsuza kadar uzanıyor diğer tarafta çarpıyla işaretlediğin yerde bitiyor.

Ö5: Evet, yani. Burda da bir cisim olduğunu düşünürsek yine aynı olur yani. Olmazsa eğer dediğim gibi sonsuza kadar azalarak gider.

Bu öğrencinin, bir cismin çekimi başladığında diğerinin biteceği yönündeki görüşü, Dünya ile Ay arasında çekimsiz bir bölge olup olmadığı konusundaki tartışmalarda da ortaya çıkmıştır. Fakat, öğrenci burada arkadaşının kendisine yaptığı bir açıklama sonucunda kendi söylediğindeki yanlışlığı fark edip hatasını düzeltmiştir:

G: Dünya ve Ay arasında her ikisinin de çekiminin olmadığı bir bölge var mıdır?

Ö4: Çekimsiz bir bölge yoktur da ikisinin çekim kuvvetlerinin eşitlendiği bir nokta vardır. Yani orda nötrlenir, o şekilde olur yani.

Ö5: Ama sizin dediğiniz zaten çekimi olmuyor. Nötr olduğu andan itibaren çekimi olmuyor zaten.

Ö6: Hayır ama yaa bak, onun da bir çekimi var bunun da bir çekimi var. Ama ikisi birbirini nötrlüyor. Çekim hiçbir zaman onun için bitmez.

Ö5: Haa... Öyle mi düşünüyorsun? Hımmm nötrlüyor, anladım. Bitmez ama birbirini dengelediği için yokmuş etkisi gösterir. Tamam.

Bu tartışmalardan sonra ikinci gruptaki öğrenciler görüşme protokolündeki giriş bölümüyle ilgili diğer soruları doğru bir şekilde cevaplamışlardır. Ay ile Dünya arasında çekimsiz bir bölge olup olmadığı konusundaki soruya ilk gruptaki iki öğrenci önce olmadığını söyleyerek cevap vermişler daha sonra öğrencilerden birinin Güneş'i de hesaba katmasıyla Güneş, Dünya ve Ay üçlüsünün arasında çekimsiz bir bölge olabileceği fikrine kapılmışlardır. Burada, öğrenciler alanları dairesel olarak düşünmüşler ve dairelerin büyüklüğünü de çekim kuvvetlerinin değeriyle orantılı olarak cisimler arasındaki mesafeyi paylaşacakları şekilde tasarlamışlardır. Böyle olunca üç dairenin arasında kalan boşluğun çekimsiz bölge olması gerektiği sonucunu çıkarmışlardır:

Ö1: Belki o dediğiniz bölge (hiçbir çekimin olmadığı bölge) şöyle olabilir mi? Mesela şu olabilir... Diyelim burda Güneş var ya... Şimdi daire şeklinde mesela alanları... şu şekilde gelebilir... şu aradaki alanda şey olabilir... immm, çekim olmayabilir.

G: Yani alanların dairesel olduğunu düşünüyorsun, dairelerin arasında kalan bölgede hiç bir çekim yoktur diyorsun.

Ö1: Evet.

Ö2: Zaten Güneş'e doğru baktığımızda arada bir boşluk olur ama Dünya'nın ve Ay'ın arasında olmaz diye düşünüyorum.

Yerçekiminin nötr noktadaki durumunu açıklarken ilk gruptaki öğrencilerden Ö2 yine yerçekimi ile ağırlığı birbirinden bağımsız olarak değerlendirmiştir. Öğrenci yerçekimi bittiği halde ağırlığın devam edeceği görüşünü savunmuştur. Aynı öğrencinin bu durumu açıklarken hikayede okuduklarını doğrulamaya çalıştığı görülmüştür. Öğrencinin bu davranışı; öğrencilerin bir şeyler okurken, okuduklarını eleştirmeden doğru kabul etmeye eğilimli olabileceklerini göstermektedir.

G: Nötr noktada yerçekimi sıfır mı oluyor yoksa çekimler birbirlerine zıt oldukları için etkisini mi kaybediyor?

Ö2: O noktada yerçekimi etkisini kaybediyor. Sadece cismin ağırlığı kalıyor. Bu ağırlıkla da Ayın üstüne düşüyor cisim. Böyle bir şey okumuştum orada (hikayede).

G: Orda okudukların doğru olmayabilir. Biz şimdi birlikte onları eleştireceğiz.

Ö2: Bence doğru herhalde.

Öğrencilere çekim kuvvetinin formülü verildiğinde yerçekiminin sonsuza kadar devam etmesi gerektiğini söyleyebilmişlerdir. Burada; öğrencilerin formül içerisindeki değişkenler arasındaki ilişkileri doğru bir şekilde açıklayabildikleri görülmüştür. Fakat daha önceki tartışmalarda da görüldüğü gibi öğrenciler formülün ne anlama geldiğini tam olarak kavrayamadıkları için, formülü hatırlayamadıklarında konuyla ilgili hiçbir yorum yapamamaktadırlar. Bu durum eğitim sistemimizdeki büyük bir yanlışlığı ortaya koymaktadır:

G: Çekim kuvvetinin formülünü ben size hatırlatayım.  $F = k \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$ . Bu bağıntıya göre çekim kuvvetinin sıfır olması hangi durumda mümkün olabilir?

Ö2: Kütlelerin birinin sıfır olmasıyla.

Ö3: k'nın sıfır olmasıyla.

G: k evrensel bir sabittir. Sabit bir değeri vardır, sıfır olamaz.

Ö2: Kütlenin sıfır olması gerekiyor.

G: Bu Dünya'nın kütesidir. Dünya'nın kütesi sıfır olabilir mi?

Ö2: O zaman yerçekimi sıfır olamaz.

Ö1: Sonsuza kadar gider.

G: Yerçekiminin bittiği bir yer var mıdır?

Ö2: Azalır ama bitmez.

Ö3: Evet

G: Son olarak Dünya'nın ve Ay'ın çekimi nerde biter diye tekrar soruyorum.

Ö3: Bence bitmez.

Ö2: Azalarak gider ama bitmez.

Ö1: Bitmez ama azalır, gittikçe azalır.

Giriş bölümüyle ilgili görüşmeler bu şekilde tamamlandıktan sonra birinci soruyla ilgili görüşmelere geçilmiştir. Merminin hareketi ile ilgili ilk soruda öğrencilere hareket boyunca merminin hızında bir değişiklik olup olmayacağı sorulmuştur. Öğrencilerin hepsi bu soruyu “hızı gittikçe azalır” şeklinde cevaplamışlardır. Ancak ikinci gruptaki öğrencilerden biri yerçekimindeki azalmaya bağlı olarak merminin hızındaki azalmanın da giderek azalacağını söylemiştir. Daha sonra aynı gruptaki diğer öğrenciler de onunla aynı görüşü paylaşmışlardır. Öğrenciler, yerçekimindeki ihmal edilebilecek kadar küçük olan bu değişimin merminin hareketinde farklılığa sebep olacağı düşüncesine sahiptirler. Bu durum; öğrencilerin, etkisi ihmal edilebilecek kadar küçük faktörlerin, olayların sonuçlarını değiştirebilecek derecede büyük etkilere sahip olduğunu düşünmeleri ile ortaya çıkan “order of magnitude (büyüklük basamakları)” durumuna bir örnektir. Order of magnitude durumu öğrencilerin; büyüklük, ölçü ve boyutları kıyaslama konusundaki sezgisel yetersizlikleri sonucunda ortaya çıkmaktadır (Gürel ve Acar; 2003).

G: Mermi nötr noktaya varıncaya kadar hızında bir değişiklik olur mu sizce?

Ö6: Yavaşlar.

Ö4: Hızı azalır.

Ö5: Atmosferden çıkana kadar belli bir süre yavaşlayacak ivmeden dolayı daha sonra boşluğa geldiğinde aynı yavaşlamayı devam ettirecek. Çünkü hangi ivmeyle atılırsa o ivmeyle devam ediyordu boşlukta.

Ö6: Ama azalarak yavaşlamış oluyor yani. Hani ilk önce beş birim azalıyorsa sonra yine dört birim azalmış oluyor. Çünkü o, yine çekim azaldığından dolayı. Nötr noktaya yaklaştıkça o azalması da azalıyor.

G: Sizce merminin bu hareket boyunca bir ivmesi var mıdır?

Ö5: Hep aynı ivmede değildir. Çünkü üzerindeki kuvvet değişiyor azalan bir ivme sürekli azalan bir ivme olması gerekiyor.

Ö6: Azalan bir ivme.

Ö4: Aynıısı olamaz tabi. Atmosferin içinde çünkü sürtünme falan da var. Dışarıda öyle bir kuvvet yok ki. Hava sürtünmesi falan yok.

Merminin ivmesinin değeri sorulduğunda ilk gruptaki öğrencilerden birinin bunu yine formüllere bağlı olarak hesaplamaya çalıştığı görülmüştür:

G: Merminin ivmesinin değerinin ne olacağı hakkında bir şey söyleyebilir misiniz?

Ö2: Hızı bilsek söyleriz. Hızı bilsek, zamanı bilsek...

Ö3: Yerçekimidir.

Ö1: Yerçekiminin 10 olarak kabul edersek onar onar değişebilir.

G: Merminin ivmesi için ne söyleyebilirsiniz?

Ö1: Sabit diyebilir miyiz?

Ö2: Azalır.

Ö1: İvmesi... hızı azalıyor da ivmesi sabit olur. Yerçekimi 10 olduğuna göre ivme de ondur.

Ö2: Şey işte... İvme hıza göre değişiyor. Hız değiştiği zaman ivme de değişir. Ama bu atış hareketinde şey oluyor zaten... ivme oluyor değil mi.  $\frac{1}{2}gt^2$  oluyor,  $V_0$  artı... O a nın yerine g yazıyoruz burda.

G: Ordaki g nedir?

Ö2: g 10 dur. Yaklaşık 10 yani.

İkinci gruptaki öğrenciler merminin yerçekimi ivmesiyle hareket edeceğini doğru bir şekilde tahmin edebilmişlerdir. Fakat bu gruptaki öğrencilerden biri hikayedeki merminin nötr noktada durması olayına takılmış ve yerçekiminin sonsuza kadar uzanması durumunda böyle bir olayın gerçekleşmeyeceğini iddia etmiştir. Öğrenci; merminin nötr noktada durabilmesi için o noktada çekim kuvvetinin bitmiş olması gerektiğini ileri sürmüştür ve yerçekiminin sonsuza kadar uzanacağını doğru olmadığını düşünmüştür. Daha önce ilk gruptaki öğrencilerden birinde olduğu gibi burada da öğrenci hikayede okuduğu olayı doğrulayacak şekilde açıklama yapmıştır:

Ö5: İvmesi yavaş yavaş düşer. Çünkü g sürekli düştüğü için. İvme olarak da onu söylediğimiz için. g sürekli düşüyor o zaman ivmesi de sürekli düşer. Azalan bir ivme.

G: İhmal edilebilecek miktarda da olsa azalır. Bu söylediğiniz doğru, çünkü yerçekimi sonsuza kadar uzanabildiğine göre Dünya ve Ay arasındaki küçücük mesafede çok fazla değişmeyecektir.

Ö5: Peki niye duruyor? Kafama takıldı şimdi. Bizim söylediklerimize göre hiçbir şekilde durmaması lazım. Şimdi şöyle bir şey var. Hızlı giden bi şeyi hem Dünya çekiyor hem Ay çekiyor ve duruyor belli bi noktadan sonra. Yani, olan bu.

G: Nötr noktada hızı sıfır olacak şekilde fırlatılıyor. Orda asılı kalmıyor yani. Ondan sonra da Ay'a düşmeye başlıyor, hikayede söylenene göre.

Ö5: Yani orda demek ki Ay'la Dünya'nın çekim kuvveti eşit. O sırada da hızı sıfır olacak.

İkinci gruptaki öğrenciler hareket boyunca yolcular üzerindeki kuvvetleri çizdikten sonra yolcuların ağırlıksız olacağını söylemişlerdir. Fakat ilk gruptaki öğrenciler bu kuvvetleri çizerken oldukça zorlanmışlardır:

G: Merminin içindeki yolcular üzerinde hareket boyunca hangi kuvvetler vardır? Bunu şekille gösterebilir misiniz?

Ö2: Aşağıya doğru bir yerçekimi var üzerinde, çekiyor. Bu cisim merminin üzerinde tutuyor. Ama bu Ay'a doğru gittikçe Ay'da çekim de biraz azaldığı için

biraz havada kalıyor. Azaldığından dolayı... çok fazla tepeye çıkmasa da biraz şuralarda falan oluyor.

Ö1: Bence şey oluyor... burdan mesela yukarı doğru atılıyor ya... atışından dolayı... araba mesela gaza bastığında şöyle geri doğru gideriz ya... o şekilde de (mermide) şu tarafa (aşağı) doğru çekim olur. Ondan sonra ilerledikçe... dikey atıldığı için yine... gerçi üzerinde yerçekiminin etkisi olacak.

Ö2: Bir de şey var. İvmeden dolayı... mesela atmosfer... asansörde bir de oluyor. Hemen kalkarken ilk başta bir aşağı doğru çekim oluyor. O kuvvet de var.

Ö1: Evet.

G: Bunları çizdiğiniz şekil üzerinde gösterebilir misiniz?

Ö2: Adamı şöyle çizersek ilk başta bir yerçekimi kuvveti var.

G: Bu yazdığın ivmedir. Bunu kuvvet olarak gösterirsek nasıl olur?

Ö1: mg.

G: mg ye ne diyoruz biz?

Ö1: Yerçekimi ivmesi değil mi? mg mi?... mg, G.

G: Yani nedir onun adı?

Ö1: Yerçekimi ivmesi değil mi?

Ö2: Ağırlık.

Ö1: Haa... Evet ağırlık.

G: Aşağı doğru ağırlığı var. Başka bir kuvvet var mı?

Ö2: Bir de ilk atılırken şey... ivmeden kaynaklanan yine bir hareketi var. Gene o biraz da aşağı doğru çekiyor. İlk başta biraz yukarı oluyor sonra aşağı tekrar.

Öğrenciler yolcular üzerindeki kuvvetleri gösterdikten sonra çizdikleri şekillerden yararlanarak ağırlıkla ilgili aşağıdaki yorumları yapmışlardır:

G: Az önce çizdiğiniz şekildeki kuvvetlere bakarak ağırlığın nasıl olacağını söyleyebilir misiniz?

Ö1: Sıfır.

Ö3: Sıfır.

Ö2: Şöyle düşünüyorum ben, atıldığı ilk anda ağırlığı var. Ondan sonra, atıldıktan sonra ağırlık önemsenmeyecek artık, çünkü eşitlenecek kuvvetler.

G: O zaman yolculuğun başlangıcından itibaren ağırlıksız olduğunu söyleyebilir miyiz?

Ö2: Atıldıktan sonra böyledir.

Ö3: Bence de.

Ö1: Evet öyle.

Öğrencilere, yazarın yolcuların ağırlığı hakkında söyledikleri hatırlatıldığında öğrenciler bu yapılanlardan sonra yazara katılmadıklarını ifade etmişlerdir. Doğrusunun ne olması gerektiğini şöyle açıklamışlardır:

G: Yazarın ilk başta söylediği ifadelere katılıyor musunuz? Yani ağırlık giderek azalıyor ve nötr noktada sıfır oluyor düşüncesine.

Ö2: Hayır. Yani katılmıyorum. Yerçekimi etkisiyle sadece öyle sanıyorlardı.

Ö3: Katılmıyorum.

G: Peki doğrusu ne olmalıydı? Yazar ne söylemeliydi?

Ö3: Hep sıfır oluyor, yani. Çünkü başlangıçtan itibaren...

Ö1: Atıştan itibaren ağırlıkları sıfır olurdu yine. Yazarın dediği yanlış. Giderek azalmıyor.

Öğrencilerin, yazarın neden hızın giderek azalacağını düşünmüş olabileceği konusundaki tahminleri de oldukça ilginç olmuştur:

G: Yazarın böyle düşünmesine sebep olan şey ne olabilir?

Ö2: Yazar fizik bilmiyor olabilir.

Ö3: Belki hızını düşünerek şey yapmıştır. Hızı azalıyor çünkü.

Ö1: Daha önce bence Ay'a gidilmemiştir de ondan.

#### 4.1.2. İkinci Sorudan Elde Edilen Bulgular


İkinci soru yine hikayede geçen bir olay hakkındadır. Soru; ağırlıksızlık, serbest düşme ve sürtünmesiz ortamda hareket konularını içermektedir. Öğrencilerin sürtünmesiz ortamda hareket ile ilgili ön kavramlarına yönelik olarak hazırlanmıştır.

##### 4.1.2.1. İkinci Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları

İkinci soruya verilen cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri Tablo 4'te gösterilmiştir. 9. sınıf öğrencilerinin en yüksek oranda (9.S: %16,22) verdikleri cevap, ortamda sürtünme ve yerçekimi olmadığı için köpeğin rast gele hareket edeceği cevabıdır. 10. sınıf öğrencilerinde ise ortamda sürtünme olmadığı için köpeğin mermiyle aynı hızda hareket edeceği cevabı en yüksek oranda verilen cevap olmuştur (10. S: %13,69). Bunun dışında, 10. sınıf öğrencilerinin büyük bir kısmı (%16,00) köpeğin uzayın derinliklerinde olacağını düşünmüşler fakat neden böyle olması gerektiğini açıklayamamışlardır.

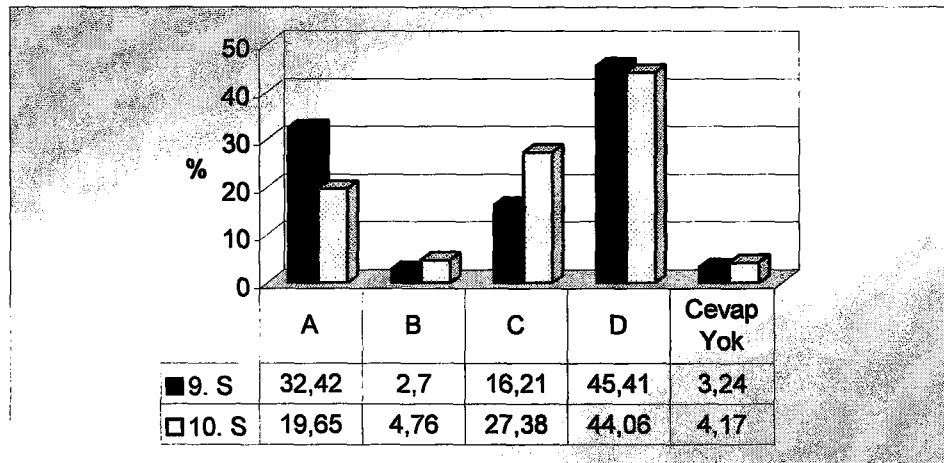
İkinci soruya verilen cevaplarda ortaya çıkan görüşler genellikle hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinde rastlanan görüşlerdir. Bununla birlikte, ortaya çıkan görüşlerden ikisi 9. sınıf öğrencilerinde, biri de sadece 10. sınıf öğrencilerinde görülmüştür. Köpeğin ağırlığı olmadığı için A ile B arasında hareketsiz kalacağı görüşü (9. S: %8,11) ve mermiyle Ay arasındaki çekim kuvveti köpekle Ay arasındakinden büyük olduğundan merminin köpekten daha hızlı gideceği görüşü (9. S: %3,24) sadece 9. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan görüşlerdir. Ay; köpeği de mermiyi de aynı ivmeyle çektiği için köpekle merminin aynı hızda hareket edecekleri görüşü (10. S: %1,19) ise sadece 10. sınıf öğrencilerinde rastlanan görüştür.

**Tablo 4. Öğrencilerin ikinci soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdelikleri**

		TOPLAM	
		9. S (%)	10. S (%)
<p><b>2. soru:</b> Mermi Ay'a yaklaştığı sırada yolcular yanlarına aldıkları köpeğin öldüğünü fark ediyorlar. İçeride kalıp kokmaması için onu uzaya bırakmaya karar veriyorlar. Mermi A noktasındayken pencerelelerden biri açılıp köpek dışarı bırakılıyor. Mermi A noktasından B noktasına geldiği anda köpek nerede bulunur?</p>			
			
<b>A) A ile B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Köpek bırakıldıktan sonra bir süre merminin hızıyla ilerlemeye devam eder ve durur</li> <li>- Köpek eylemsizliğin etkisiyle önceki hareketini sürdürmeye çalışır</li> <li>- Köpek Ay'ın çekim kuvvetinin etkisiyle bir süre hareket eder ve durur</li> <li>- Köpek ağırlıksız olduğu için A ile B arasında hareketsiz kalır</li> <li>- Mermi ile köpek arasında oluşan çekim kuvveti köpeğin mermiye doğru sürüklenmesine yol açar</li> <li>- Mermi ile Ay arasındaki çekim kuvveti köpekle Ay arasındakinden büyük olduğundan mermi hızlı çekilir</li> <li>- Mermi hızla hareket ederken etrafında oluşan hava akımı köpeğin bir süre sürüklenmesine yol açar</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>4,32 1,08 5,41 8,11 4,86 3,24 0,54 1,62 3,24</p>	<p>4,76 1,19 2,38 0,00 0,60 0,00 0,60 1,79 8,33</p>
<b>B) B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Köpek daha hafif olduğu için Ay'ın çekiminden mermiden daha çok etkilenir</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>1,62 0,00 1,08</p>	<p>2,38 1,19 1,19</p>
<b>C) B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ortamda sürtünme olmadığı için köpekle mermi aynı hızda hareket ederler</li> <li>- Köpek merminin yörüngesine girer ve onunla birlikte hareket eder</li> <li>- Köpek eylemsizlik prensibinden dolayı merminin hızıyla yolculuğuna devam eder</li> <li>- Ay köpeği de mermiyi de aynı çekim ivmesiyle çeker</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>7,03 2,70 3,24 0,00 2,70 0,54</p>	<p>13,69 2,38 5,95 1,19 1,19 2,98</p>
<b>D) Uzayın</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ortam sürtünmesiz olduğu için sahip olduğu hızla sonsuza kadar hareket eder</li> <li>- Ortamda sürtünme ve yerçekimi olmadığı köpek rast gele hareket eder</li> <li>- Uzun boşlukta diğer gökcisimlerinin etkisi altında kalır (kütle çekimi, göktaşları, kara delikler vs.)</li> <li>- Uzun boşlukta bir boşluk olduğu için nerede olduğu bilinemez</li> <li>- Uzayın vakumlu yapısı onu uzay boşluğuna çeker</li> <li>- Hızla ilerleyen araçtan atıldığı için eylemsizliğin etkisiyle büyük bir hızla geriye doğru hareket eder</li> <li>- Bilimkurgu filmlerinde uzay boşluğuna bırakılan cisimler uzayın derinliklerinde kayboluyorlar</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>5,41 16,22 5,95 4,32 1,08 0,54 0,54 4,86 6,49</p>	<p>2,38 8,93 7,74 5,95 0,60 1,19 0,60 0,60 16,07</p>
<b>Cevap yok</b>		3,24	4,17

İkinci sorunun cevaplarında, 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinde rastlanma oranları arasında yüksek farklılıklar olan görüşler de bulunmaktadır. Merminin çekim kuvvetinin köpeği merminin peşinden sürükleyeceği görüşü (9. S: %4,86; 10. S: %0,60) ile ortamda sürtünme ve yerçekimi olmadığından köpeğin rast gele hareket edeceği görüşü (9. S: %16,22; 10. S: %8,93) 9. sınıf öğrencilerinde daha yüksek oranlarda ortaya çıkan görüşlerdir. Ortamda sürtünme olmadığı için mermi ile köpeğin yan yana gidecekleri görüşü (9. S: %7,03; 10. S: %13,69) ise 10. sınıf öğrencilerinde daha yüksek oranda görülen görüş olmuştur.

Köpeğin A ile B noktaları arasında kalacağını düşünen öğrencilerin açıklamaları bu öğrencilerin sürtünmesiz ortamın özelliklerini çok fazla dikkate almadan Dünya'daki gibi bir hareket tasarladıklarını göstermiştir. Bu öğrencilerin çoğunluğu köpeğin bırakıldıktan sonra bir kuvvet sebebiyle harekete başlayacağını ve bir süre sonra duracağını düşünmüşlerdir. Bu öğrenciler; köpeği harekete başlatan kuvvetin sebebi olarak da merminin hareketinin köpek üzerindeki etkisi, eylemsizliğin etkisi, Ay'ın çekim kuvvetinin etkisi, merminin çekim kuvvetinin etkisi, merminin hızından dolayı oluşacak hava akımının etkisi gibi farklı sebepler ileri sürmüşlerdir.



Şekil 6. Öğrencilerin ikinci soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı

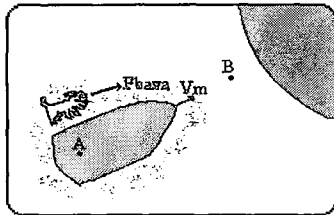
Şekil 6'da öğrencilerin ikinci soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı görülmektedir. İkinci sorunun cevap şıkları arasında en çok işaretlenen şık köpeğin uzayın derinliklerinde olacağını belirten D şıkkı olmuştur (9. S: %45,41; 10. S: %44,06). 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerin bu sorunun cevap şıklarının işaretleme oranları birbirine çok yakındır. Cevap şıkları arasında en düşük oranda işaretlenen şık ise köpeğin B noktasından ileride olacağını belirten B şıkkı olmuştur (9. S: %2,7; 10. S: %4,76). B şıkkını işaretleyen öğrencilerin köpeğin merimden daha hızlı hareket etmesine sebep olarak yaptıkları tek açıklama da köpeğin daha hafif olması sebebiyle Ay'ın çekiminden daha fazla etkileneceği olmuştur.

İkinci soruyu 9. sınıf öğrencilerinin sadece %4,24'ü, 10. sınıf öğrencilerinin ise %4,17'si cevapsız bırakmıştır. Öğrencilerin açıklama getirmekte en çok zorlandıkları seçenek D şıkkı olmuştur (9. S: %6,49; 10. S: % 16,00). D şıkkının dışında 10. sınıf öğrencilerinin %8,33'ü sorunun cevabının A şıkkı olduğunu düşünmüşler fakat nedenini açıklayamamışlardır. Diğer seçeneklerde ise açıklama yok oranı oldukça düşüktür.

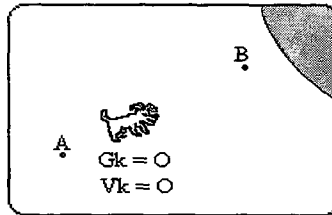
#### 4.1.2.2. İkinci Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri

İkinci sorudan alınan cevaplara göre oluşturulan öğrenci zihinsel modelleri şu şekildedir:

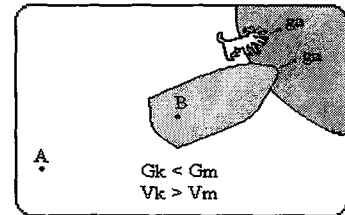
##### Başlangıç Modelleri:



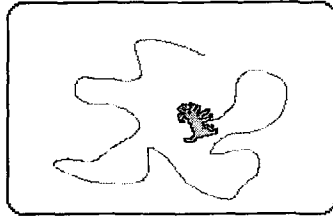
Merminin hızından dolayı oluşan hava akımı köpeği sürükler. (9. S: %0,54; 10. S: %0,60)



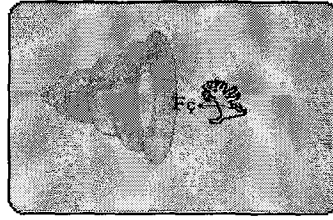
Köpek ağırlıksız olduğu için bırakıldığı yerde kalır. (9. S: %8,11)



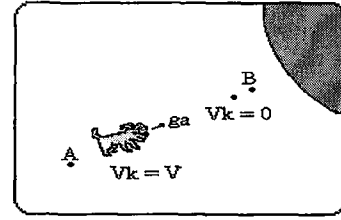
Köpek hafif olduğu için Ay'ın çekiminden daha çok etkilenir bu yüzden daha hızlı ilerler. (9. S: %1,62; 10. S: %2,38)



Köpek sürtünmesiz ortamda rast gele hareket eder.  
(9. S: %16,22; 10. S: %8,93)

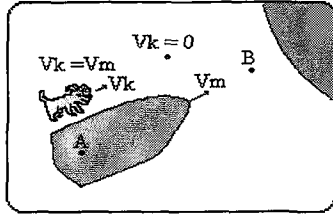


Uzayın vakumlu yapısı köpeği uzay boşluğuna çeker.  
(9. S: %1,08; 10. S: %0,60)

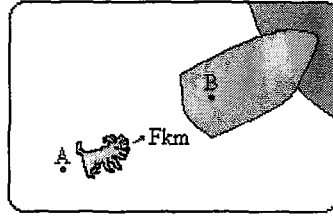


Köpek Ay'ın çekiminin etkisiyle bir süre ilerler ve durur.  
(9. S: %5,41; 10. S: %2,38)

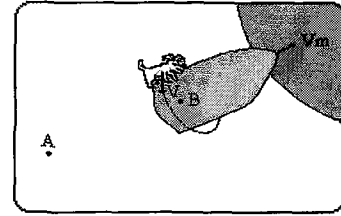
### Sentetik Modeller:



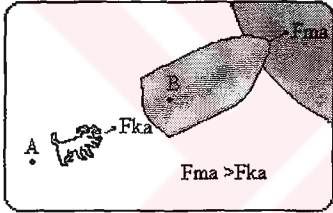
Köpek bir süre merminin hızıyla hareket eder ve durur.  
(9. S: %4,32; 10. S: %4,76)



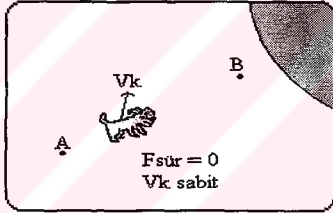
Merminin çekim kuvveti köpeği bir süre merminin peşinden sürükler.  
(9. S: %4,86; 10. S: %0,60)



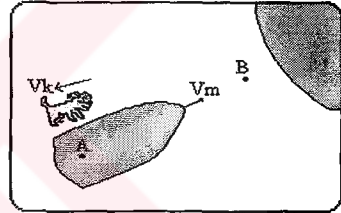
Köpek merminin yörüngesinde mermi ile birlikte hareket eder.  
(9. S: %2,70; 10. S: %2,38)



Mermi ile Ay arasındaki çekim kuvveti köpekle Ay arasındaki büyüklüğü için mermi daha hızlı ilerler.  
(9. S: %3,24)

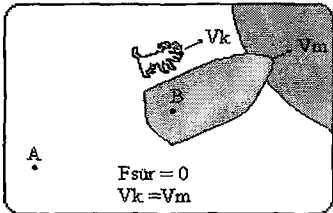


Sürtünmesiz ortamda sahip olduğu hızla uzayın derinliklerinde sonsuza kadar hareket eder.  
(9. S: %5,41; 10. S: %2,38)

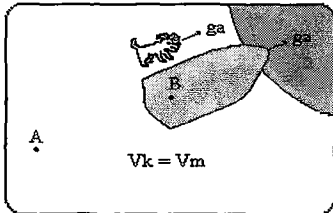


Hızla ilerleyen araçtan eylemsizliğin etkisiyle geriye doğru hareket eder.  
(9. S: %0,54; 10. S: %1,19)

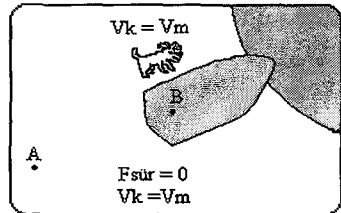
### Bilimsel Modeller:



Ortamda sürtünme olmadığı için köpek ve mermi aynı hızda ilerlerler.  
(9. S: %7,03; 10. S: %13,69)



Ay her ikisini de aynı ivmeyle çektiği için aynı hızda giderler.  
(10. S: %1,19)



Köpek eylemsizlik prensibinden dolayı merminin hızıyla yolculuğuna devam eder.  
(9. S: %3,24; 10. S: %5,95)

Şekil 7. İkinci sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri

Öğrencilerin ikinci soruya verdikleri cevaplar; sürtünmesiz ortamda hareket ve farklı kütleli cisimlerin düşmelerine yerçekiminin etkisi konularında farklı görüşlere sahip olduklarını göstermiştir. Bu yüzden ikinci sorunun zihinsel modelleri öğrencilerin daha çok bu konulardaki görüşlerini yansıtmaktadır. İkinci sorunun başlangıç modelleri; Ay'ın çekiminin köpeğin hareketine etkisi, ağırlıksızlığın köpeğin hareketi üzerindeki etkisi, köpeğin sürtünmesiz ortamdaki hareketi, uzay boşluğunun yapısı, merminin hareketinin köpek üzerindeki etkisi konularındadır. Başlangıç modellerinin ilkinde belirtilen; Ay'ın çekiminin hafif cisimleri daha hızlı çekeceği görüşü birinci soruda bahsedilen “daha dahayı gerektirir” p-prim'ına uygun olarak “daha hafif olan daha hızlı çekilir” şeklinde bir facet olarak ortaya çıkmıştır. Köpeğin Ay'ın çekiminin etkisiyle bir süre ilerleyeceği ve daha sonra duracağı görüşünde öğrenciler; Ay'ın çekim kuvvetini sadece harekete başlatan kuvvet olarak düşünmüşlerdir. Ay'ın çekim kuvveti hakkında bu modelde ortaya çıkan görüş; öğrencilerin herhangi bir bilgiye dayanmadan kendi zihinlerinde yapılandıkları bir görüştür. Ağırlıksızlıktan dolayı köpeğin bırakıldığı yerde kalacağı görüşü ise öğrencilerin; ağırlıksız olan cisimlerin hareket edemeyeceğine dair sahip oldukları görüşü ortaya koymaktadır. Bu modelde ağırlıksız olan cisimlerin bırakıldıkları yerde kalacakları görüşüne dayalı olarak yorum yapan öğrenciler köpeğin bulunduğu ortamdaki çekim kuvvetlerinin ve merminin hareketinin köpek üzerindeki etkisinin farkında değildirler. Köpeğin sürtünmesiz ortamda rast gele hareket edeceğini belirten modelde sürtünmesiz uzay ortamındaki hareket ile sürtünmesiz buz pistinde kayan insanların yaptıkları belirsiz hareket arasında bir benzerlik kurulduğu görülmektedir. Sürtünmesiz uzay ortamındaki cisimler belirsiz bir şekilde hareket etmek yerine ortamdaki çekim kuvvetlerinin etkisiyle net kuvvet yönünde hızlanan ya da yavaşlayan hareket etmektedirler. Uzay boşluğunun cisimleri çekebilen vakumlu bir yapısı olduğu görüşü ise, öğrencilerin uzay boşluğunun yapısı hakkında tamamen kendi zihinlerinde yapılandıkları bir düşünceyi ortaya koymaktadır. Merminin hızından dolayı etrafında hava akımı oluşacağı görüşünde ise Dünya'daki hareketle bir benzerlik söz konusudur. Dünya'da hızdan dolayı cisimlerin etrafındaki hava basıncının düşmesi ve bunun sonucunda yüksek basınçlı dış bölgeden alçak basınçlı iç bölgeye doğru hava akımı oluşması olayı öğrencilerin günlük hayatta da etkisini hissettikleri bir olaydır. Öğrenciler bu benzerliği kurarak, uzay ortamında

hava olmadığını dikkate almadan orada da aynı durumun geçerli olacağı fikrine kapılmışlardır.

İkinci sorunun başlangıç modellerinin çoğu hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan modellerdir. Bunlar arasında en yaygın olan başlangıç modeli köpeğin sürtünmesiz ortamda rast gele hareket edeceğini belirten modeldir (9. S: %16,22; 10. S: %8,93). Ağırlıksızlıktan dolayı köpeğin bırakıldığı yerde kalacağını belirten başlangıç modeli ise bu soruda sadece 9. sınıf öğrencilerinde rastlanan tek başlangıç modeli olmuştur (9. S: %8,11).

İkinci sorunun sentetik modellerinde çok farklı konularda sentezlenmiş fikirler ortaya çıkmıştır. Bu sorunun sentetik modellerinin ilkinde köpeğin bırakıldıktan sonra merminin hızıyla hareket edeceği doğru bir şekilde kullanılmış fakat ortamın sürtünmesiz oluşunun etkileri dikkate alınmadığından bu hareketin sürtünmeli ortamdaki gibi bir süre sonra son bulacağı görüşü ortaya çıkmıştır. Merminin çekim kuvvetinin köpeği bir süre merminin peşinden sürükleyeceği görüşünde ise öğrenciler cisimlerin kütlelerinden dolayı birbirlerine çekim kuvveti uyguladıklarını bilmektedirler fakat bu modelde de yine az önceki durum söz konusudur. Ancak bu modelde, bu durumun yanında büyüklüklerin kıyaslanması konusundaki sezgisel yetersizlikler sonucu ortaya çıkan “order of magnitude (büyüklük basamakları)” durumu da görülmektedir. Öğrenciler, çok küçük olan merminin çekim kuvvetinin köpeği peşinden sürükleyebilecek kadar büyük bir etki yapacağı yanılığine düşmüşlerdir. Köpeğin merminin yörüngesinde hareket edeceği görüşü de ikinci sorunun sentetik modellerinden bir başkasıdır. Bu modelde de öğrenciler, küçük kütleli cisimlerin büyük kütleli cisimlerin yörüngesine girebileceğine dair bilgilerini kullanmışlar fakat bunun için uygun hız, uzaklık ve kütleye sahip olmaları gerektiğini dikkate almamışlardır. Diğer bir sentetik modelde ise; mermi ile Ay arasındaki çekim kuvveti, köpek ile Ay arasındaki çekim kuvvetinden büyük olduğundan merminin daha hızlı ilerleyeceği görüşü ortaya çıkmıştır. Bu modelde öğrenciler, çekim kuvvetinin kütlelerle doğru orantılı olarak değişeceğini bilmektedirler fakat aynı çekimin etkisi altındaki farklı kütleli cisimlerin hareketleri arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde kuramamaktadırlar. Köpeğin sahip olduğu hızla uzayın derinliklerine doğru ilerleyeceği görüşü sürtünmesiz

ortam hakkındaki başka bir yanlıgıyı ortaya koymaktadır. Bu modelde, sürtünmesiz ortamda cisimlerin hızlarını sonsuza kadar koruyacakları görüşü hakimdir. Sürtünme kuvveti olmadığı için ortamın sürtünmesinden dolayı hızın azalmayacağı doğrudur fakat ortamdaki çekim kuvveti gibi diğer kuvvetlerin yavaşlatıcı ya da hızlandırıcı etkileri nedeniyle aynı hızın korunması durumu geçerli değildir. Hızla ilerleyen araçtan bırakılan köpeğin eylemsizliğin etkisiyle geriye doğru hareket edeceği görüşünü ileri süren öğrenciler; eylemsizliğin bir cismin hareket durumunu değiştirmeye yönelik etkilere karşı koyma özelliği olduğunu bilmektedirler fakat köpeğin ilk hareketinin mermiyle aynı hareket olduğunu ve köpeğin bırakılmasının böyle bir etki oluşturmayacağını düşünmemişlerdir.

İkinci sorunun bilimsel modelleri; çekim kuvvetinin ve ortamın sürtünmesizliğinin farklı kütleli cisimlerin hareketleri üzerindeki etkilerini doğru bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu modellerde belirtilen ortamın sürtünmesizliği, köpeğin önceki hareketini devam ettirmesi ve Ay'ın her iki cismi de aynı ivmeyle çekmesi durumları köpeğin mermiyle aynı hızda ilerlemesine sebep olan etkenlerdir.

#### 4.1.2.3. İkinci Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

İkinci soru ile ilgili görüşmeler hikayedeki mermiden bırakılan köpeğin hareketi ile ilgilidir. İlk gruptaki öğrenciler köpeğin hareketini açıklarken birbirlerinden farklı görüşler ortaya koymuşlardır. Öğrencilerden biri köpeğin merminin çekim kuvvetinin etkisiyle hareket edeceğini söylerken; bir diğeri olayı uçaktan atılan bir erzakın durumuna benzeterek açıklamıştır. Bu öğrenci “uçaktan bırakılan erzakın bırakıldıktan sonraki hareketi ortamda sürtünme ve yerçekimi olmasaydı nasıl olurdu?” sorusuna cevap arayarak köpeğin hareketini tahmin etmeye çalışmıştır. Öğrenci olaya bu şekilde kıyaslama yoluyla yaklaşarak doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci burada hikayedeki günlük hayatta karşılaştığından farklı durumu açıklayabilmek için günlük hayatta karşılaştığı bir olaydan yararlanmışır. Bunu yaparken de yerçekimi ve sürtünme ile

ilgili fizik bilgilerini gözden geçirmesi gerekmiştir. Bu durum öğrencilerin; kendi fizik bilgilerini gözden geçirmelerini sağlamada ve mantıksal çıkarımlarda bulunmaları için teşvik etmede bilimkurgu hikayelerinden yararlanılabileceğini göstermektedir.

G: Bu olay Ay'a yakın bir noktada gerçekleştiğine göre köpek ve merminin hızları hakkında nasıl bir kıyaslama yapabilirsiniz?

Ö2: İlk başta mermi kendi hızıyla gidiyor. Köpeği atıyorlar. Biraz aşağı düşer. Sonra havada kalır. Şey yok, sürtünme yok. Ondan sonra bu merminin şey... özgül ağırlığından dolayı onu çeker, çok az.

G: Merminin çekim kuvveti onu çektiği için hareket eder diyorsun.

Ö2: Hı hı.

Ö1: Mesela şu olabilir. Uçaktan diyelim bir erzak atıldı. Bu erzak düşerken... eğik atış diyorduk ya böyle. Bunlarsa diyelim çekim yok zaten düz gidecek. Sürtünme de olmadığı için işte, bu zaten başlangıçta uçakla aynı hızda oluyordu. Demek ki eşit hızda olacaklar.

Öğrencilerin; Ay'ın çekim kuvveti hakkında giriş bölümünde rastlanan yanlışlarını hala devam edip etmediğini araştırmak amacıyla öğrencilere köpeğin bırakıldığı noktada Ay'ın çekiminin olup olmadığı sorulmuştur. İlk gruptaki öğrencilerden biri ilk anda yanlış bir şekilde cevap vermesine rağmen daha sonra hata yaptığını fark ederek gerekli düzeltmeyi yapmıştır. Fakat diğer öğrencilerde giriş bölümünde Ay'ın çekimi hakkında verdikleri yanlış cevaplara rastlanmamıştır.

G: Ay'a yaklaştıkları bu noktada Ay'ın köpeğe ya da mermiye uyguladığı bir çekim kuvveti var mıdır?

Ö2: Orda yoktur. Nötr noktaya gelmeden yoktur. Nötr noktadan sonra olmayacak mı Ay'ınki?

Ö1: Vardır ama çok azdır.

Ö2: Hala Dünya'nın etkisindedir.

G: Ay'ınki oraya kadar ulaşamıyor mu peki?

Ö1: (Ö2 ye çizdiği şekli hatırlatarak) Hani sen okları böyle yaptın ya. Bu bunun içine de girebilir. Öyle düşün.

Ö2: Ulaşabiliyor. O zaman çok az etki eder.

Ö3: Ben de öyle diyorum, çok azdır.

Ay'ın çekiminin köpeğin ve merminin hareketleri üzerindeki etkisi hakkında ilk gruptaki öğrencilerden biri çekim kuvveti kütleyle orantılı olduğuna göre etkili olabileceğini düşünmüş daha sonra ortamının sürtünmesizliğini düşünerek aynı hızda gideceklerini söylemiştir. Diğer öğrenciler ise köpek üzerinde merminin çekiminin etkili olacağını düşünerek aynı hızda hareket edeceklerini söylemişlerdir.

G: Ay'ın çekimi köpeğin ya da merminin daha hızlı gitmesine sebep oluyor olabilir mi?

Ö1: Çekim kütlelerle orantılı olduğuna göre bence diyebiliriz.

Ö2: Şey var... aslında büyük kütleli olanın daha hızlı düşmesi lazım ama bir de mermi bunu çektiği için, yanındaki küçük olan cisimi, beraber düşerler.

G: Merminin çekiminin etkili olacağını düşünüyorsun.

Ö2: Evet.

Ö3: Ben de aynı şekilde düşünüyorum.

Ö1: Şöyle bir şey olmaz mı? Mesela beysbol topuyla bir elma, kütleleri fark etmez, yere birlikte bırakılırlarsa ikisi de aynı anda düşerler.

Ö2: Ama sürtünmesiz ortamda.

G: Mermiyle köpeğin hareketini buna benzetebilir miyiz peki?

Ö2: Evet. O ortamda sürtünmenin olmadığını düşünürsek... bir de aralarında çekim de var. Böyle beraber aynı hızda düşerler.

G: Hızlarının aynı olacağını söylüyorsun.

Ö1: Ben de öyle diyorum.

Ö3: Bence de.

G: Kütlenin önemi var mıdır?

Ö2: Yok. Burda bu ortamda olmuyor. Sürtünmesiz ortamda kütle etkisizdir zaten.

İkinci gruptaki öğrenciler köpeğin bırakıldıktan sonraki hareketini tahmin etmeye çalışırken iki öğrenci köpeğin bırakıldığı yerde kalacağını bir öğrenci de

mermiden daha hızlı gideceğini söylemiştir. Ancak daha sonraki konuşmalarda bu öğrencilerin “bırakıldığı yer” ifadesi ile “merminin hizasındaki bırakıldığı nokta”yı kastettikleri ortaya çıkmıştır.

G: Köpek bırakıldıktan bir süre sonra köpeğin merminin neresinde bulunacağına dair ön tahminleriniz nelerdir?

Ö5: Merminin hızı neyse o hıza sahip oluyor bırakıldığı anda. O zaman, aynı hızda gitmesi lazım. Yalnız, merminin çekim kuvvetinde kalmaz. Çünkü Ay’ın çekim kuvveti daha büyük merminin çekim kuvvetinden. O yüzden... yani onun çevresinde dönen bir cisimcik olamaz.

G: Yer olarak merminin neresinde bulunacağını tahmin edebilir misin?

Ö5: Yer olarak bırakıldığı yerde.

G: Bırakıldığı yerde kalır mı?

Ö5: Kalması lazım.

Ö6: Hayır. Bence de tam tersi. Mermiden atıldığı anda yavaş yavaş yine hızı bence artar. Mermi de sonuçta yere doğru inecekse köpek daha önce inmiş olur.

Ö4: Bırakıldığı yerde kalır herhalde.

Bu gruptaki iki öğrenci merminin ve köpeğin hızları hakkında kıyaslama yaparken; köpeğin mermi ile aynı hareketi yapacağını ve mermiden bırakıldığı noktanın hizasında kalacağını söylemişlerdir. Diğer öğrenci ise bu olayda önce sürtünmesizliğin etkisini daha sonra da çekimin etkisini düşünerek mantıksal çıkarım yoluyla farklı durumların sonuçlarını tahmin etmeye çalışmış ve bunu yaparken de yine kendi fizik bilgisini gözden geçirmesi gerekmiştir. Öğrencinin bunu yaparken sürtünmesiz ortamda farklı kütleli cisimlerin hareketi hakkındaki kendi hatalı görüşünün farkına vardığı ve bu hatalı görüşünü düzelttiği görülmüştür. Öğrencilerin; köpeğin ve merminin hızları hakkındaki kıyaslamaları şu şekilde olmuştur:

G: Bu olay Ay’a yakın bir yerde gerçekleştiğine göre köpek ve merminin hızları hakkında nasıl bir kıyaslama yapabilirsiniz?

Ö5: Mermiyle aynı hızda gider. Merminin yanında bırakıldığı noktada kalır. Mermiyle aynı seviyede kalır.

Ö4: Öyle. Onunla beraber gider.

Ö6: Ben hızlanır diye düşünüyorum. Sonuçta merminin yüzey alanı daha fazla. Boşluk olduğunu düşünürsek pek bir şey diyemiycem de yani normalde diyelim şu kağıdı attığımızda çok daha yavaş bir şekilde düşüyor. Daha ağır ama ufak bir kağıt yaptığımızda daha hızlı aşağı iniyor ya ondan dolayı yani.

G: Yüzey genişliğine bağlıdır diyorsun.

Ö6: Evet. Bence onunla alakalı.

G: Oradaki ortamın sürtünmesiz bir ortam olduğunu düşünürsek yine aynı şey olur mu?

Ö6: Sürtünmesiz olsun yine...

Ö5: Boşlukta öyle olmaz. Bir tüle bir top aynı anda düşer diye bir şey vardı. Veyahut da okudum mu bilmiyorum ama...

Ö6: Haaa... Evet, doğru. Geçen dönem öyle bir şeyler vardı.

G: Boşluk ortamında nasıl oluyor o zaman bu olay?

Ö6: Ama o zaman da... Yine bu sefer dediğimin tam tersine gelmiş olacak ki, bu sefer de merminin ağırlığı... Gerçi orda yine sıfır olacaktı ama...

G: Üzerlerinde yine de Ay'ın çekimi var.

Ö6: O zaman yine köpek daha hızlı düşecek. Yani, o zaman Ay daha fazla çekmiş olacak mermiyi ama köpeği daha az çekmiş olacak. Aynı hızda olmayacağı kesin ama neresinde?

İkinci gruptaki öğrenciler köpeğin mermiden bırakıldığı anda merminin hızına sahip olacağı konusunda aynı fikri paylaşmışlardır. Ancak bu öğrencilerden biri ağırlıklarının farklı olması nedeniyle köpek bırakıldıktan sonra hızlarının da farklılaşacağını düşünmüştür. Bu öğrenci; Ay'ın farklı kütleli cisimler üzerindeki çekim kuvvetinin farklılığından dolayı hızlarının farklı olacağı düşüncesine kapılmıştır. Öğrencilerin bu durumu kendi aralarında tartışmaya başlayarak kendi görüşlerini arkadaşlarıyla paylaştıkları ve olaya bir çözüm getirmeye çalıştıkları görülmüştür. Bu durum bilimkurgu hikayelerinin öğrencileri olaylar üzerinde tartışmaya sevk ederek görüşlerini birbirleriyle paylaşmalarını sağlamak ve bir çözüm yolu araştırmalarına yardımcı olmak amacıyla kullanılabilir etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Bu tartışmaların bir bölümünde öğrencilerden birinin yine hikayede anlatılanları bağlı

kalarak yorum yapmaya çalıştığı görülmüştür. Bu durum öğrencilere eleştirel düşünce kazandırılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Öğrenciler bilimkurgu hikayeleri gibi okul dışı kaynaklardan doğru ya da bir şeyler öğrenmektedirler. Bu kaynakların derslerde kullanılarak eleştirel yaklaşımla analiz edilmesi öğrencilerin onlara eleştirel bir tutumla yaklaşmalarını ve onlardaki bilimsel bilgiyle tutarlı ya da çelişkili olan ifadelerin farkına varmalarını sağlayabilir

Ö5: Mesela o anki merminin hızı neyse bırakılan köpeğin hızı da o hızda olacak.

Ö6: İlk anda öyle olacak ama ondan sonrası var bir de.

Ö4: Yani onu yavaşlatacak bir kuvvet etki etmiyor ki.

Ö5: Doğru. Sürtünmesiz olduğu için onu yavaşlatacak bir etki yok.

Ö6: Sürtünme olayı tamam da... benim kafama da taktığım ikisinin ağırlıkları farklı. Yani hiçbir şekilde eşit olamaz.

Ö5: Ama boyutlara bağlı değil ki. Sürtünme yapacak etki yok ki uzayda.

Ö6: Tamam. Boşluk diye düşün. Boşlukta iki tane farklı ağırlıkta şey.

Ö5: Farklı olabilir belki böyle de, sonuçta sürtünmeden dolayı olmaz yani. Ağırlıklarından dolayı olursa olur. O, mantıklı geldi şimdi.

Ö6: Ağırlıkların bir etkisi var. Yani mermiyle aynı anda gidiyor gibi göremez onu.

Ö5: Evet, ağırlıklarının etkisi olur.

G: Peki ağırlıkları nasıl etkiler?

Ö5: Şimdiii, ağırlıkları... Aslında mermiyi daha çok çekecek Ay. Daha hızlı olması lazım ama... daha hızlı gider evet.

Ö4: Öyle düşünürsek mesela nötr noktadan daha önce bırakıldıysa köpek.

G: Nötr noktaya daha gelmeden, yaklaştıkları bir anda bırakıyorlar.

Ö4: Gelmeden önce bıraktılsa Dünya'nın çekim kuvveti daha fazladır. O da...

G: Yolculuğun daha da ilerleyen safhalarında nasıl olur?

Ö4: Hikayeye göre hep mi yanında kalıyor bu?

G: Evet.

Ö4: O zaman kalıyordur. Kalmıyorsa da...

G: Hikayedeki doğru olmayabilir ama.

Ö4: Yanlıssa da sanki bana hızlanır gibi geldi. Eğer yerçekimi etkiliyorsa uzayda da, o da, etkisi de kütleyi alakadar ediyorsa, kütlesi fazla olana daha çok uyguluyorsa yerçekimi kuvveti yani daha da hızlı gider gibi geliyor. Eğer nötr bölgeye varmadılarsa. Sonra aradaki mesafe değişebilir.

G: Yerçekimi cisimleri kütlelerine göre daha fazla hızlandırır ya da daha fazla yavaşlatır diyebilir miyiz? Mesela atış hareketlerini düşünün. Yukarıya büyük bir taş attığınızda ya da küçük bir taş attığınızda hızlarını kaçır kaçır yavaşlatır? Küçük olanı daha mı az yavaşlatır.

Ö6: Onar onar yavaşlatır.

Ö4: Yine aynı yavaşlatır.

Ö5: Haaa... O zaman...

Ö4: O zaman yanlarında kalır işte.

Ö5: Yanlarında kalır, doğru.

Ö6: Sizin dediğinize göre tamam aynı anda gidiyorlar ama. Ben halen... Şimdi atış hareketi düşünmüyecek miyiz? O zaman şu mermiyse diyelim ki şurdan da köpek atıldı. Bunun hızları da tamam köpek atıldığı anda aynı. Ama bunu aşağıya indirecek kuvvet şunda bu kadarsa şunda bu kadar olacak (kütlesi büyük olanda daha fazla).

G: Üzerlerindeki yerçekimi aynı değil mi ama?

Ö6: Yaa, yerçekimi ivmesinden bahsetmiyoruz biz şu an.

G: Nedir peki aşağı indirecek dediğin şey?

Ö5: Yerçekimidir.

Ö6: Kütleleri.

Ö5: Ağırlıkları.

Ö6: Ama kütlelerden dolayı oluşmuyor mu yani zaten normalde yerçekimi de.

Ö5: Ağırlık kuvvettir ama sonuçta. İvmeleri var diyelim. İkisini de aynı g ivmesi etkilesin. Bununki daha büyükse büyük olana daha çok kuvvet etkiler aşağı doğru.

Ö4: Az önce işte dedik onu sonra vazgeçtik.

G: Mermiyi yavaşlatan şey ağırlık mıdır yerçekimi midir?

Ö6: Ağırlık. Yani yerçekimi ivmesi ikisine de aynı yerçekimi etki etmiyor mu?

G: G ye bağlı olarak mı değişir hızı yoksa yerçekimi ivmesine bağlı olarak mı?

Ö5: G ye bağılı olarak.

Ö6: G ye bağılı olarak. Yerçekimi zaten aynı.

G: Ağırlık yavaşlatıyor olsaydı o zaman büyük kütleli cisimler de hız onar onar azalmazdı da daha fazla azalardı.

Ö5: Öyle. O da doğru. O zaman ivmeye göre yapacağız.

Ö6: Kütlenin hiç etkisi yok o zaman.

Bu tartışmalardan sonra öğrencilere Ay'ın çekim kuvvetinin cisimlerin hızları üzerinde etkili olup olmadığı tekrar sorulduğunda öğrenciler şu cevapları vermişlerdir:

G: Ay'ın çekim kuvveti köpeğin ya da merminin daha hızlı düşmesine sebep olur mu?

Ö4: Şurdaki yapılarına göre olmaz.

Ö5: Olmaz.

Köpek ve merminin kütleleri arasındaki farklılığın yörünge hareketine sebep olup olmayacağı sorulduğunda ilk gruptaki öğrenciler şu şekilde açıklama yapmışlardır:

G: Mermi köpeğe göre çok büyük kütleli. Acaba Ay'ın Dünya'nın yörüngesinde olduğu gibi köpek de merminin yörüngesinde gidiyor olabilir mi?

Ö2: Olur. Yörüngesinde olur. O etkiyle, çekim etkisiyle olabilir.

Ö1: Bence olur. Açıklamak gerekirse...

G: Bir cismin diğerinin yörüngesine girmesi için belli şartlar var mıdır? Her koşulda girebilir mi kütlesi küçük olan kütleli büyük olanın yörüngesine?

Ö2: O, şey... Aralarındaki çekim kuvvetine göre olabilir.

Ö1: Belki mesafe de olabilir.

Ö2: İşte, o mesafe olacak zaten. Mesafe uygun olacak kütlelerine de göre çekim kuvvetiyle...

G: Başka bir şey olabilir mi? Mesela çok hızlıysa ya da çok yavaşsa giremiyor olabilir mi yörüngeye?

Ö2: Çok fazla hızlıysa belki olabilir. Giremiyor olabilir.

G: Yavaşsa nasıl olur?

Ö2: Yavaşsa daha kolay girer.

G: Yörüngeye girebileceği hızdan daha büyük bir hızla gelirse ne olur?

Ö1: Yörüngeye girmez ama hızı yavaşlar. Çünkü orda bayağı bir harcama olur. Çünkü çıkması için çaba harcar. Mesela filmlerde oluyor ya... Mesela karadelik çekiyor mesela. Ordan kurtulmak için işte, daha hızlı gitmeye falan çalışıyorlar. Öyle bir şey olabilir.

G: Yörüngeye girebileceği hızdan daha düşük bir hızla gelirse ne olur?

Ö1: Yörüngesine alabilir ama tabi o hıza yetişebilirse.

Ö2: Hayır olmaz bence. Uygun hızın dışında olursa yörüngesine giremez.

Yörünge hareketi ile ilgili tartışmalarda ikinci gruptaki öğrenciler cisimlerin yakınında çekim kuvveti mermininkinden daha büyük olan Ay bulunduğundan dolayı köpeğin merminin yörüngesine giremeyeceğini düşünmüşlerdir. Aynı durum Güneş, Dünya ve Ay ele alındığında öğrenciler; yörünge hareketinde çekimin büyüklüğünün dışında başka şeylerin de etkili olabileceğine dair yorumlar yapmışlardır:

G: Köpek merminin yörüngesine girebilir mi?

Ö5: Bence giremez.

Ö4: Girmemesi lazım.

Ö6: Im uh. Orda o kadar büyük bir kütle varken yani o merminin şeyi önemsiz olur.

G: Ay'ın orda olmasından dolayı mı?

Ö6: Evet.

Ö5: Mermininki çok az.

G: Ama Güneş varken Ay Dünya'nın yörüngesine girebiliyor. O zaman o da girmesin yörüngeye Dünyayla aynı hareketi yan yana yapsın.

Ö5: Ama yakınlık uzaklık...

G: Başka şeyler de etkili olabilir belki. Hangi durumlarda yörüngeye girebilir peki?

Ö6: Ama yine Ö5' in dediği gibi uzaklıkla alakalı.

Ö5: Tabi şimdi Güneş'in etkisi de var.

Ö4: Yaa, bir cismin bir şeyin yörüngesine girebilmesi için ne kadarlık bir kuvvet gerekir ki?

G: Ne gerekir? Evet bunu tartışalım. Ay ve Dünya üzerinde düşünelim. Nasıl durabiliyor Ay Dünya'nın yörüngesinde? Her şartta durabilir miydi?

Ö4: Duramazdı herhalde de...

G: Hangi şartlar onun orda durmasını sağlıyor?

Ö5: Bir kere Dünya'nın çekim kuvvetinin Güneş'inkinden daha yüksek olması lazım.

G: Bulunduğu yerde?

Ö5: Bulunduğu yerde evet.

Ö6: Evet. İşte aradaki uzaklık şurdaki çok az bir alan daha fazla etki ediyor.

G: O zaman köpek de merminin çok yakınına bırakıldıysa girebilir mi merminin yörüngesine? (uzun bir sessizlik)

Ö5: Hiç sanmıyorum.

Ö6: O zaman köpekle merminin yanında başka bir tane gezegen de koyabiliriz.

Ö4: O zaman bu mermi Ay'a varamaz ki Ay'ın yörüngesine girer belki.

G: Belki de girer. Evet o da olabilir. Bir şeylere bağlı işte girmesi ya da girmemesi. Nelere bağlı?

Ö4: Yaa, neye bağlı olabilir ki?

G: Uzaklığı söylemişsiniz zaten. Peki hıza bağlı olabilir mi?

Ö5: Hıza bağlı olabilir.

Ö4: Bağlıdır.

G: Ne şekilde bağlıdır? Hızının yavaş olması ya da hızlı olması nasıl etkiler yörüngeye girmesini?

Ö4: Mesela Ay'ın alanını geçebilecek kadar yüksek bir hızdaysa o zaman geçer yani.

G: (Ö5 ve Ö6 ya) Sizce büyük bir hızdaysa nasıl olur durumu?

Ö6: Yine dışarı doğru gidebilir. O hızın etkisiyle fırlayabilir.

G: Düşük bir hızdaysa nasıl olur?

Ö6: Onun yörüngesine de girebilir.

Ö5: Düşükse o zaman mesela merminin etrafında dönerdi.

Ö4: Mermiyle aynı hızda. Döner mi?

G: Yörüngeye girilebilmesi için uygun bir hız gerekli midir?

Ö5: Gerekli.

G: Dünya'nın etrafındaki yapay uydular için düşünelim. Bu uydular yerleştirilirken hızı ve uzaklığı hesaplanarak uygun bir hızda bırakılıyorlar. Bu hızdan daha düşük bir hızda bırakılsalardı ne olurdu?

Ö5: O zaman da yörüngede kalmazlardı, geri Dünya'ya düşerlerdi.

Ö4: Bilmiyorum. Bir şey fark eder miydi? Orda yine kalır herhalde.

G: O yörüngeyi dolanabilecek kadar hızı yoksa?

Ö4: Ya yine boşlukta olur ya da en yakın çekim kuvveti fazla olan yere doğru yönelir yani. Dünya'ya geri de gelebilir yani.

Ö6: Bence Dünya'ya düşer. Yani arada kalma gibi bir şansı olmaz.

Bu konular tartışıldıktan sonra öğrencilere köpeğin merminin neresinde bulunacağı sorusu tekrar sorulmuş ve bu defa üçünden de aynı cevap alınmıştır:

G: Son olarak mermi bir süre ilerledikten sonra köpek merminin neresinde bulunur diye soruyorum.

Ö4: Hep beraber giderler.

Ö6: Evet. O onu hızsız gibi görür ikisi de hareket ettiği için. Yani yan yana gittikleri için bağlı hızdan dolayı.

Ö5: Aynı şekilde devam ederler.

Tartışmaların sonucunda ilk gruptaki öğrenciler ortamın sürtünmesiz olduğunu ve kütlelerin böyle bir ortamda önemli olmadığını düşünmüşler ve bu bölümde yazara hak vermişlerdir.

G: Hikayede Barbicane şöyle diyor: “Çünkü biz boşlukta yüzüyoruz sevgili kaptan. Ve boşlukta cisimler ağırlıkları ya da biçimleri ne olursa olsun eşit bir hızda düşerler ya da hareket ederler.” Bu konuda Barbicane'e katılıyor musunuz?

Ö2: Evet. Sürtünmesiz ortamda şey, kütlelerin değeri önemli değil, şekilleri falan da.

Ö1: Bence haklı.

Ö3: Bence de.

G: Yazarın hikayede bahsettiği gibi köpekle mermi gerçekten yan yana gidiyor olabilir mi?

Ö2: Olabilir.

Ö1: Yan yana giderler. Zaten aynı hızda atıldığı için hızları eşit oluyor.

İkinci gruptaki tartışmalar da aynı şekilde sonuçlanmıştır:

G: Barbicane'in cümlesini size tekrar okuyorum. "Çünkü biz boşlukta yüzüyoruz sevgili kaptan ve boşlukta cisimler ağırlıkları ya da biçimleri ne olursa olsun eşit bir hızda düşerler ya da hareket ederler." Barbicane'in bu cümlelerine katılıyor musunuz?

Ö4: Evet. Burda yaptığımız şeyler onu gösteriyor zaten.

Ö5: Evet. Ben katılıyorum.

Ö6: Evet.

#### 4.1.3. Üçüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular

Üçüncü soruda ağırlıksızlığın alevin şekli üzerindeki etkileri konusunda öğrenci görüşleri alınmıştır. Üçüncü soru; hava molekülleri üzerindeki kaldırma kuvvetinin ısınmayla değişmesi sonucunda gerçekleşen konveksiyon olayı ile ilgilidir. Soru; konveksiyon, kaldırma kuvveti, yerçekimi ve ağırlıksızlık konularını içermektedir.

**Tablo 5. Öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdelikleri**

		TOPLAM
		9. S (%) 10. S (%)
<p><b>3. soru:</b> Merminin ağırlıksız olduğu bir noktada yolculardan biri içeriği aydınlatmak için gaz lambasını yakmak istiyor. Bu iş için çaktığı kibritin alevinin şekli nasıl olur? (Not: Merminin içinde yeterince oksijen vardır.)</p>		
<b>A) Dünya'dakinin aynısı, çünkü;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alevin oluşması için gerekli olan oksijen mermide yeterince bulunuyor</li> <li>- Alevin şekillenmesinde yerçekimi etkili değildir</li> <li>- Alev ağırlıksız olduğu için yerçekiminden etkilenmez</li> <li>- Alevin şekillenmesi için gerekli olan şey yerçekimi değil ısınan havanın yükselmesidir</li> <li>- Dünya'da kibriti ne tarafa tutarsanız tutun alevi hep yukarı doğrudur</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>25,95 2,70 1,08 1,08 0,00 1,08 4,86</p>
<b>B) Yukarıya doğru fakat Dünya'dakinden daha uzun, çünkü;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alevi aşağı doğru çeken yerçekimi kuvveti yoktur</li> <li>- Alevin üzerindeki atmosfer basıncı yoktur</li> <li>- Ağırlık olmadığı için ısınan hava molekülleri daha çok yükselir</li> <li>- Kaldırma kuvveti vardır ama yerçekimi yoktur</li> <li>- Ağırlıksız ortamda gazlar daha uçucudur</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>18,38 2,70 0,54 0,00 2,16 1,08 5,41</p>
<b>C) Yukarıya doğru fakat Dünya'dakinden daha kısa, çünkü;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mermideki hava Dünya'daki kadar çok olamaz</li> <li>- Mermide atmosferdeki diğer gazlardan bulunmuyor</li> <li>- Merminin hızından kaynaklanan eylemsizlik kuvveti alevi kısaltır</li> <li>- Merminin hızla yükselmesi oksijenin alevi aşağı yönde basınç uygulamasına sebep olur</li> <li>- Ortam kapalı olduğu için gazlar yeterince uçuşamazlar</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>2,70 0,54 0,54 0,54 0,00 2,70 1,08</p>
<b>D) Küresel, çünkü;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yerçekimi olmadığı için ısınan hava molekülleri yükselemezler</li> <li>- Yerçekimi olmadığı için kaldırma kuvveti oluşmaz</li> <li>- Yerçekimi olmadığı için alev belli bir yönde etki eden kuvvet yoktur</li> <li>- Ağırlıksız ortamda gazlar etrafa eşit olarak dağılırlar</li> <li>- Uzaydaki cisimlerin çoğu küreseldir</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>1,08 0,54 11,89 1,62 0,54 2,16 2,16</p>
<b>Cevap yok</b>		4,86
		5,36

#### 4.1.3.1. Üçüncü Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları

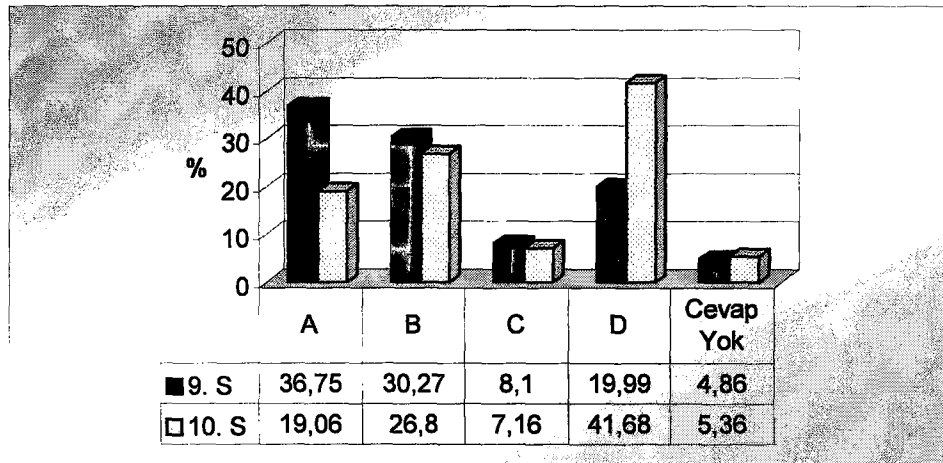
Üçüncü soruya verilen cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri Tablo 5'te gösterilmiştir. 9. sınıf öğrencilerinin çoğunluğu mermide alevin oluşmasını sağlayan oksijen bulunduğuna göre alevin şeklinde bir değişiklik olmayacağını düşünmüşlerdir (9. S: %25,95). 10. sınıf öğrencilerinin çoğunluğu ise ağırlıksız ortamda aleve belli bir yönde etki eden kuvvet olmadığı için alevin küresel olacağını düşünmüşlerdir (10. S: %20,24). Bunun dışında hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinin yüksek oranlarda verdikleri bir diğer cevap da alevi aşağı doğru çeken yerçekimi kuvveti olmadığından ağırlıksız ortamda alevin daha uzun olacağı görüşünü içermektedir (9. S: %18,38; 10. S: %14,88).

Bu soruya verilen cevaplar arasında sadece 9. sınıf öğrencilerinin ve sadece 10. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları görüşleri yansıtan cevaplar oldukça fazladır. Alevin şekillenmesi için gerekli olan şeyin yerçekimi değil de ısınan havanın yükselmesi olduğu, ağırlıksız ortamda aleve yukarıdan etki eden atmosfer basıncı olmayacağından alevin daha uzun olacağı, ağırlıksız ortamda gazlar daha uçucu olduğundan alevin daha uzun olacağı, merminin hızından dolayı oluşan eylemsizlik kuvveti nedeniyle alevin daha kısa olacağı ve merminin hızla yükselmesinin oksijenin aleve aşağı yönde basınç uygulamasına sebep olacağından alevin daha kısa olacağı görüşleri sadece 9. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan görüşlerdir. Dünya'dayken kibriti tuttuğumuz her yönde alevin yukarı doğru olmasının alevin yerçekiminden etkilenmediğini gösterdiği, ağırlıksız ortamda alevin üzerinde kaldırma kuvveti olduğu halde ağırlık olmadığı için alevin daha uzun olacağı ve kapalı ortamda gazlar yeterince uçucu olamadığı için alevin daha kısa olacağı görüşleri ise sadece 10. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan görüşlerdir.

Öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevaplar ısınan havanın yükselmesi, kaldırma kuvveti ve gazların uçuculuğu hakkındaki görüşlerini ortaya koymaktadır. Isınan havanın yükselmesi konusunda 9. sınıf öğrencilerinin bir kısmı (%1,08) yerçekimi olmadan da ısınan havanın yükselebileceğini söylerken bir kısmı da (%1,19) yerçekimi olmadan yükselemeyeceği yönünde görüş belirtmiştir. 10. sınıf

öğrencilerinde ise bu konuda sadece yerçekimi olmadan ısınan havanın yükselemeyeceği yönünde bir görüş ortaya çıkmıştır (%1,08). Kaldırma kuvveti ile ilgili de benzer bir durum söz konusudur. 10. sınıf öğrencilerinin bir kısmı (%1,79) yerçekimi olmadan da kaldırma kuvvetinin olabileceği görüşünü savunurken bir kısmı da (%1,79) yerçekimi olmadan kaldırma kuvvetinin olamayacağı görüşünü savunmuştur. 9. sınıflarda ise bu konuyla ilgili sadece yerçekimi olmadan kaldırma kuvveti olamayacağı yönünde bir görüş ortaya çıkmıştır (%0,54). Gazların uçuculuğu konusunda 9. sınıf öğrencilerinin bir kısmı (%2,16) ağırlıksız ortamda gazların daha uçucu olduğu yönünde görüş belirtirken; 10. sınıf öğrencilerinin bir kısmı (%0,60) kapalı ortamda gazların yeterince uçucu olamayacağı yönünde görüş belirtmiştir. Ağırlıksız ortamda gazların etrafa eşit dağılacağı görüşü hem 9. sınıf öğrencilerinde hem de 10. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkmıştır (9. S: % 1,62; 10. S: %0,60). Bunların dışında; merminin hızının, yerçekiminin, atmosferin ve ortamdaki diğer gazların alev etkileri hakkında da çeşitli yorumlar yapılmıştır.

Şekil 8'de öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevapların sıklara göre dağılımı görülmektedir. Bu sorunun cevap sıklalarının işaretlenme oranları arasında 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinde farklılıklar ortaya çıkmıştır. 9. Sınıf öğrencilerinin çoğu (%36,75) alevin Dünya'daki gibi olacağını belirten A şikkını işaretlerken; 10. sınıf öğrencilerinin çoğu (%41,68) alevin küresel olacağını belirten D şikkını işaretlemişlerdir. Ancak 10. sınıf öğrencilerinin %12,50'si alevin neden küresel olması gerektiğini açıklayamamıştır.



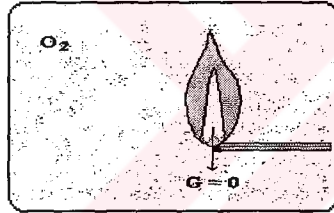
Şekil 8. Öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevapların sıklara göre dağılımı

D şıkkı dışında “açıklama yok” oranı diğerlerine göre yüksek olan başka bir şık da alevin daha uzun olacağını belirten B şıkkı olmuştur (9. S: % 5,41; 10. S: %7,74). Alevin daha kısa olacağını belirten C şıkkı ise en az işaretlenen şık olmuştur. 9. sınıf öğrencilerinin %4,86’sı ve 10. sınıf öğrencilerinin ise %5,36’sı üçüncü soruyu cevapsız bırakmıştır.

#### 4.1.3.2. Üçüncü Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri

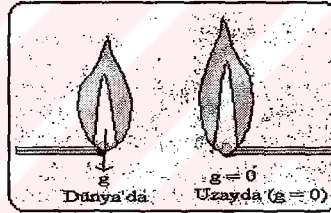
Üçüncü sorudan alınan cevaplara göre oluşturulan öğrenci zihinsel modelleri şu şekildedir:

##### Başlangıç Modelleri:



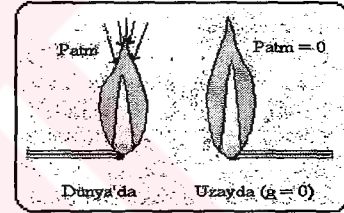
Alev ağırlıksız olduğu için yerçekiminden etkilenmez.

(9. S: %1,08; 10. S: %0,60)



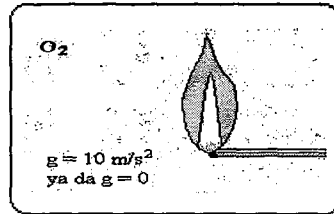
Alevi aşağı doğru çeken yerçekimi olmadığı için alev daha uzun olur.

(9. S: %18,38; 10. S: %14,88)



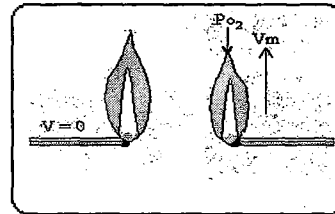
Aleve yukarıdan etki eden atmosfer basıncı olmadığı için alev daha uzun olur.

(9. S: %2,70)

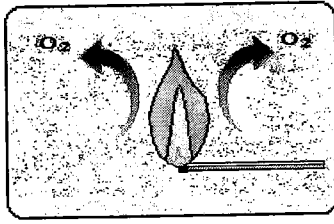


Alevin şekillenmesinde yerçekimi etkili değildir.

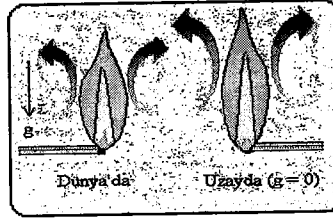
(9. S: %2,70; 10. S: %2,98)



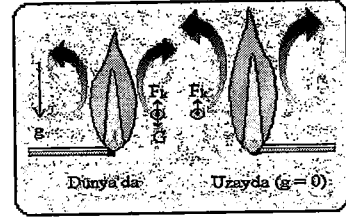
Mermi hızla yükseldiği için oksijen aleve aşağı yönde basınç uygular. (9. S: %0,54)

**Sentetik Modeller:**

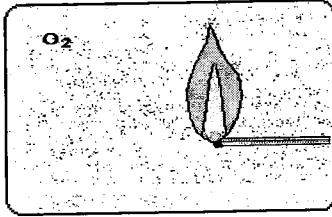
Alevin şekillenmesini sağlayan şey yerçekimi değil ısınan havanın yükselmesi olduğundan alevin şekli değişmez. (9. S: %1,08)



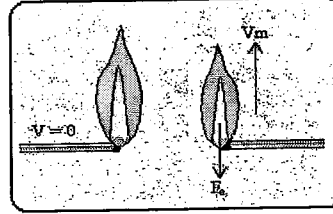
Isınan hava molekülleri ağırlıksız oldukları için daha çok yükselirler, bu yüzden alev daha uzun olur. (9. S: %0,54; 10. S: %0,60)



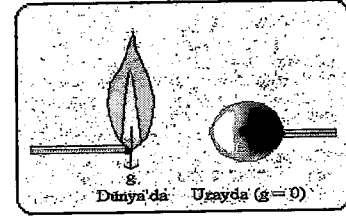
Ağırlıksız ortamda kaldırma kuvveti vardır ama yerçekimi yoktur. (10. S: %1,79)



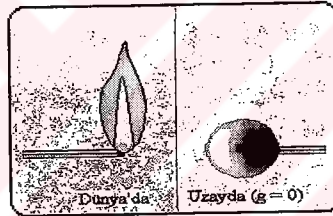
Alevin oluşması için gerekli oksijen mermide bulunduğu göre alevin şeklinde değişiklik olmaz. (9. S: %25,95; 10. S: %9,52)



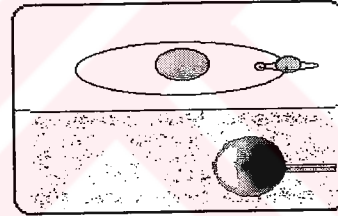
Merminin hızından kaynaklanan eylemsizlik kuvveti alevi kısaltır. (9. S: %0,54; 10. S: %0,60)



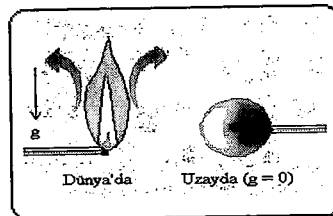
Ağırlıksız ortamda alev belli bir yönde etki eden kuvvet olmadığı için şekli küresel olur. (9. S: %11,89; 10. S: %20,24)



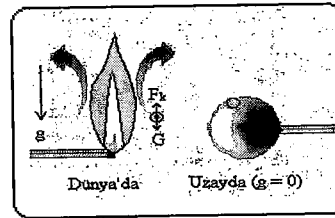
Ağırlıksız ortamda gazlar etrafa eşit dağılacığı için alev küresel olur. (9. S: %162; 10. S: %0,60)



Uzaydaki bütün cisimler gibi alevin de şekli küresel olur. (9. S: %0,54; 10. S: %2,98)

**Bilimsel Modeller:**

Ağırlıksız ortamda ısınan hava yükselmeyeceği için alev küresel olur. (9. S: %1,08; 10. S: %1,19)



Yerçekimi olmadığı için kaldırma kuvveti oluşmaz. (9. S: %0,54; 10. S: %1,79)

Şekil 9. Üçüncü sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri

Öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevaplar; ısınan hava moleküllerinde meydana gelen değişiklikler, kaldırma kuvveti ile yerçekimi arasındaki ilişki, basınç, atmosfer ve yerçekiminin alevinin şekillenmesi üzerindeki etkisi gibi konularda farklı görüşlere sahip olduklarını göstermektedir. Üçüncü sorunun zihinsel modelleri daha çok öğrencilerin bu konulardaki görüşlerini yansıtmaktadır. Bu sorunun başlangıç modelleri öğrencilerin alevin şekillenmesi üzerinde etkili olabilecek faktörlerle ilgili yorumlarını içermektedir. Örneğin; öğrenciler yerçekiminin alevin şekillenmesi yorumlarında alev ağırlıksız olduğundan yerçekiminden etkilenmeyeceğini, yerçekiminin alevi aşağı çekerek kısalttığını ve alevin şekillenmesinde yerçekiminin etkili olmadığını belirtmişlerdir. Üçüncü sorunun başlangıç modelleri arasında atmosfer basıncının ve merminin hızının alev üzerindeki etkisi ile ilgili yorumları içeren modeller de bulunmaktadır. Bu modellerde; atmosferin alevi aşağı yönde basınç uygulayarak alevi kısalttığı ve merminin hızla yükselmesinin alevi aşağı yönde basınç uyguladığı yönünde görüşler ortaya çıkmıştır. Üçüncü sorunun başlangıç modelleri arasında en yaygın olanı, ağırlıksız ortamda alevi aşağı doğru çekerek kısaltacak yerçekimi olmadığı için alevin daha uzun olacağı görüşünü içeren modeldir (9. S: %18,38; 10. S: 14,88).

Üçüncü sorunun sentetik modellerinin ilk ikisinde öğrenciler; ısınan hava moleküllerinin alevin şekillenmesinde üzerindeki etkisi hakkında yorum yapmışlardır. Bu iki model öğrencilerin; ısınan hava moleküllerinin alevin şekillenmesinde üzerinde etkili olduğuna dair bilgileri ile ısınan hava moleküllerinin ağırlıksız ortamda da yükselebileceğine dair düşüncelerinin sentezlenmesi sonucunda oluşmuştur. Bu modellerin ilkinde öğrenciler; ısınan hava moleküllerinin yükselmesi yerçekimine bağlı bir olay olmadığından ağırlıksız ortamda alevin şeklinde bir değişiklik olmayacağı, ikincisinde ise ağırlıksız ortamda hava moleküllerinin ağırlığı olmayacağı için daha çok yükselecekleri ve bu yüzden alevin daha uzun olacağı sonucunu çıkarmışlardır. Ağırlıksız ortamda hava molekülleri üzerinde sadece kaldırma kuvvetinin olacağını düşünen öğrenciler; ağırlıksız ortamda hava moleküllerinin ağırlıklarının olmadığına dair bilgileri ile kaldırma kuvvetinin yerçekimine bağlı olmadığı yönündeki düşüncelerini sentezleyerek ağırlıksız ortamda alevin daha uzun olacağı sonucunu çıkarmışlardır. Ortamda oksijen varsa alevin şeklinde bir değişiklik olmayacağını

söyleyen öğrenciler alevin oluşması için oksijen gerektiğini bilmektedirler fakat alevin şekillenmesi için oksijenin bulunmasının yeterli olduğu düşüncesine kapılmışlardır. Eylemsizliğin etkisine bağlı olarak yorum yapan öğrenciler ise eylemsizlik kuvvetini doğrudan aleve etki eden bir kuvvet olarak düşünmüşler ve alevi aşağı çekerek kısılmasına sebep olacağını söylemişlerdir. Aleve belli bir yönde etki eden kuvvet olmadığı için alevin küresel olacağını söyleyen öğrenciler alevin ağırlıksız ortamda küresel olacağını tahmin etmişler fakat ortamdaki kuvvetleri alevi çeken ya da iten kuvvetler olarak düşündüklerinden küreselliği ortamda kuvvet olmamasına bağlamışlardır. Ağırlıksız ortamda gazlar etrafa eşit dağılacığından alevin küresel olacağını düşünen öğrenciler; Dünya’da alevin yükselmesinin sebebini gazların dağılımındaki farklılık olarak düşünmüşlerdir. Dünya’da ağır gazların aşağılarda toplanması nedeniyle atmosfer basıncının yukarılara çıktıkça azalması durumunu göz önünde bulunduran öğrenciler; alevin yüksek basınçlı alt bölgeden alçak basınçlı üst bölgeye doğru yöneldiğini ve bu yüzden yukarıya doğru olduğunu düşünmüşleridir. Bu etki ihmal edilebilecek kadar küçük bir etkidir ve alevin şekillenmesinde belirleyici bir rolü yoktur. Burada da yine büyüklüklerin kıyaslanmasındaki sezgisel yetersizlikler sonucu ortaya çıkan “order of magnitude (büyüklük basamakları)” durumu söz konusudur. Son sentetik modelde öğrenciler; ağırlıksız ortamdaki alevin şeklini uzay ortamındaki cisimlerin şekilleriyle benzetme yaparak açıklamışlardır. Öğrenciler, alevin uzaydaki tüm cisimler gibi küresel olacağını düşünmüşlerdir. Bu öğrenciler uzayda meteorlar gibi küresel olmayan cisimlerin de bulunduğunu ve uzaydaki tüm cisimlerin küresel olması gerektiğini düşünmemişlerdir. Üçüncü sorunun sentetik modelleri arasında en yaygın olanı ortamda oksijen varsa alevin şeklinde bir değişiklik olmayacağı görüşünü içeren model olmuştur (9. S: %25,95; 10. S: %9,52).

Üçüncü sorunun bilimsel modellerinde ısınan hava moleküllerinin yükselmesinde yerçekiminin rolü ve kaldırma kuvveti ile yerçekimi arasındaki ilişki doğru bir şekilde ortaya konmuş ve alevin küresel olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Üçüncü sorunun bilimsel modelleri 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinde birbirine yakın oranlarda ortaya çıkmıştır.

#### 4.1.3.3. Üçüncü Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Ağırlıksız ortamda alevin şekliyle ilgili ön tahminlerinde ilk gruptaki iki öğrenci aşağı doğru çeken yerçekimi olmadığı için daha da uzun olacağı yönünde görüş belirtirken, ikinci gruptaki üç öğrenci de küresel olacağı yönünde görüş belirtmişlerdir. İkinci gruptaki öğrencilerden biri alevin küresel olmasını ısınan havanın yükselememesine bağlarken, diğer iki öğrenci aleve belli bir yönde etki edecek kuvvet olmamasına bağlamıştır:

G: Ağırlıksız ortamda yakılan kibritin şekli bizim Dünya’da gördüğümüz gibi yukarıya doğru mu olur? Bu konudaki ön tahminleriniz nelerdir?

Ö2: Daha uzun olur alev. Normalde yerçekiminden dolayı aşağıya doğru indiği için hafif şey oluyordu şöyle tombul şekilde ateş... yerçekimi olmayınca belki de etkilemediğinden uzun olabilir biraz.

Ö1: Ben de katılıyorum. Yani; yerçekimi normalde aşağı çekiyordu, yerçekimi olmayınca biraz daha uzar.

Ö5: Dünya’da neden yukarıya doğru önce onu düşünmemiz lazım. Isınan hava yukarıya doğru çıkıyor. Neden, o yüzden mi? Başka bir şey ne var? Sonuçta gaz yanıyor, oksijen yanıyor. Bence böyle olur (bir küre şekli çizer).

G: Küresel yani.

Ö5: Hı hı.

Ö6: Evet. Her taraftan eşit etki olur.

Ö4: Hiçbir kuvvet etki etmiyor orda, yani şekli değiştirecek. Küresel olabilir. Herhalde küresel olur.

Oksijenin alevin şekillenmesinde etkili olup olmadığı konusundaki tartışmalarda ilk gruptaki iki öğrenci etkili olmadığı yönünde bir öğrenci de etkili olduğu yönünde görüş belirtmiştir. İkinci gruptaki öğrenciler ise bu konuyu kendi aralarında tartışmışlar fakat bir karara varamamışlardır:

G: Oksijenin alevin oluşması için gerekli olduğunu biliyoruz. Peki, oksijen alevin şekillenmesinde etkili midir?

Ö2: Hayır, şekli... şeklinde bence etkisi yoktur.

Ö3: Bence de yoktur.

Ö1: Bence oksijen yandığına göre, yani oksijeni yakarak şey yaptığına göre, oksijenin bulunduğu ortamda olduğu için, yani vardır etkisi. Olması lazım.

Ö4: Yani, çok oksijen verilince çok parlak yanarsa belki çok havaya gider.

Ö5: Olması lazım. Etkili olur.

Ö6: Şekilde...

Ö5: Etkilidir yaa.

Ö4: Ama nasıl etkili olacak. Aklıma gelmiyor.

Ö5: Isınmayla mı ilgili?

Ö6: Oksijenle birlikte yanıyor. O zaman oksijenin çok olduğu bir yerde daha mı fazla şey olacak, yani yayılacak.

Ö4: Evet.

Ö6: Eee yani. Öyle bir sonuçta çıkamaz ki. O zaman ormanda mum yaktığında diyelim çok büyük olması gerekiyor.

G: Etkili olup olmadığı konusunda ne diyorsunuz?

Ö4: Karara varamadık. Düşününce etkiliymiş gibi geliyor ama...

Ö5: (Ö6 ya) Senin dediğine göre sadece orda yeterli olan oksijeni alıyor. Her zaman aynı oksijeni alıyor.

Ö6: Tamam o zaman değişmez.

Ö5: Değişmez ama burda konu o değil ki. Kuvvete göre daha çok. Oksijenin azlığı ya da çokluğu değil konu. Kuvvetin durumuna göre.

Ö6: Oksijenin ona bir kuvvet uygulamasına gerek kalmayacak ki.

Ö5: Dünya'da neden yukarıya doğru ilerliyor?

Ö6: Ya da ters tuttuğunda da öyle durmuş oluyor.

Alevin yükselmesini sağlayan etken ile ilgili tahminlerinde ilk gruptaki üç öğrenci de bunun “yerçekimi” olduğunu düşünmüş fakat yerçekimi aşağıya doğru olmasına rağmen alevin yukarıya doğru yükselmesini açıklayamamışlardır:

G: Alevin yukarıya doğru şekillenmesinde etkili olan şey nedir?

Ö2: Yerçekimi.

Ö3: Bence de yerçekimidir.

Ö1: Yerçekimidir.

G: Yerçekimi aşağıya doğru, ama alev yukarıya doğru yükseliyor. Bunu nasıl açıklarsınız? Neden yerçekimine zıt yönde gidiyor alev?

Ö2: Hııımm. Bilmiyorum. Neden ....(Ö1 e)?

Ö1: Biraz düşünelim.

Ö2: Oksijenden dolayı yukarı doğru. Yani...

G: Aşağılarda yok mu oksijen?

Ö2: Oksijen aşağılarda var da yani, şey... onu yukarı doğru itiyor herhalde diyorum. Bilmiyorum.

G: Yani oksijen yukarı doğru itiyor. Yerçekimi aşağı çekiyor, oksijen yukarı itiyor.

Ö2: O yüzden dengede kalıyor. Bi yerde kalıyor.

Ö1: Şey olur mu? Mesela işte diyelim oksijen sonuçta bir gaz. Gaz olunca da havada bulunuyor, yani uçucu. Yani oksijenin yanmasıyla da ateş olduğuna göre, oksijen havada olduğu için yukarıya doğru olur.

Ö2: Şey yaptığımız zaman da mesela; kibriti böyle tuttuğumuzda da yukarıya doğru, kibriti aşağıya doğru tuttuğumuzda da yukarıya doğru çıkıyor. Evet, aşağı doğru yaptığımız zaman da yukarı çıkıyor.

G: Evet, hep yukarı doğru. Neden hep yukarı gidiyor?

Ö2: Yukarıya doğru itme şeyi var, havadan. Herhalde... aşağıdan...

Ö1: Ya, kibriti ne şekilde yakarsak yakalım yerçekimine zıt yönde olduğu için... yani ne bileyim havanın böyle itme gücü olabilir. Düşüneyim ama...

Ö2: Havayı çeken bi şey var ama...

G: Ben ama şunu merak ediyorum. Hava neden yukarı doğru itiyor? Yana itmiyor, aşağı itmiyor da yukarı itiyor?

Ö1: Şey olabilir mi?.. Ne diyeyim?... Mesela merkezkaç var ya... Dünya dönüyor, işte hava da dönmüyor mu onunla birlikte, yani bulutlar döndüğüne göre... düşünüyorum...

Ö2: Biz de evet. Biz de neden dik duruyoruz mesela.

Ö1: Döndükçe de mesela işte diyelim silgiyi bir ipe bağladığımızda, şöyle yaptığımızda (öğrenci eline silgiyi alır ve havada döndürür) daima böyle yukarı

gidiyormuş gibi oluyor ya, şeyden uzaklaşıyormuş gibi böyle. O, gazlarda da olabilir. Onunla bir ilgisi olabilir.

İkinci grupta da aynı tartışmalar yapılmış ve yine bu grupta da yerçekimi aşağıya doğru olmasına rağmen alevin yukarıya doğru yükselmesinin sebebi açıklanamamıştır:

G: Yerçekimi alevi çeker mi aşağı doğru?

Ö6: Evet.

Ö5: Çekmez.

Ö4: Aşağı doğru çekseydi yani çakmağı tuttuğumuzda alev aşağı doğru olurdu.

Ö5: Ama yani...

Ö6: Hayır, normal zamanda çekiyor. Orda da çekiyor. Zaten şey için değil mi?

Ö5: Mermide de çekiyor.

Ö6: Zaten şey için değil mi o, yine aşağıya doğru çektiği için o da ona tepki gibi yukarıya doğru şekillenmiyor mu?

G: Yerçekimi aşağı çektiği için o da tepki olarak yukarı gidiyor diyorsun.

Ö6: Hah, evet.

Ö4: O Zaman niye ters tepki veriyor yerçekimine onu konuşmamız lazım.

Ö5: Alev zaten reaksiyon değil mi ordaki. Alev ordaki reaksiyon.. Reaksiyon da sonuçta gazlardan oluşuyor. Sonuçta gazları çeker yerçekimi.

G: Yerçekimi alev üzerinde etkilidir dediniz. Yerçekimi aşağıya doğru olmasına rağmen alev yukarıya doğru gidiyor. Bunu nasıl açıklarsınız?

Ö5: Orda reaksiyondan dolayı kinetik enerji kazanıyorlar. O kuvvet daha büyük. Gazların kinetik enerjisi daha fazla olduğu için.

G: Kinetik enerji neden onların başka yönlerde değil de yukarıya gitmesine sebep oluyor?

Ö5: O da var. Doğru.

Ö4: Ya, ısınan hava yükseliyor işte ya. Ama...

Ö5: Neden yükseliyor? Niye sağa sola gitmiyor?

Ö5: Oksijenin etrafında gördüğümüz zaten şey değil mi, gaz değil mi, şu tarafından gelip de yanan? Havaya göre daha farklı bir yoğunlukta olduğu için de o renk ortaya çıkıyor.

Bu tartışmalardan sonra öğrencilerin dikkati ısınan hava molekülleri üzerine çekilmiştir. Öğrenciler hava moleküllerinin ısınması ile yükselmesi arasındaki ilişkiyi bulmaya çalışmışlar ve bu konuda farklı yorumlar yapmışlardır:

G:Alevin yükselmesini sağlayan şey nedir?

Ö5: Ordaki enerjidir.

G: Isı enerjisi mi?

Ö5: Evet. Isı enerjisi zaten atomların hareketinden dolayı olmuyor mu? Atomlar hızlı hareket ederse yükselir belki.

Ö4: Molekülleri çok küçüktür belki de. Yerçekimi etki etmiyordur. İhmal ediliyordur.

G: Yine ısınan havayla ilgili bir şey değil mi? Isınan hava yükselir diye bir şey duydunuz mu?

Ö6: Evet. Hatta böyle sınıfın camının üst tarafından bir de alt tarafından mum tutup bakmıştık daha önce. Hani bir taraftan içeri doğruydu, yukarıdan.

Öğrencilere ısınan hava moleküllerindeki ne gibi değişiklikler olacağı sorulduğunda öğrenciler bunu doğru bir şekilde açıklamışlardır:

G: Alevin etrafındaki ısınan hava moleküllerinde ne gibi değişiklikler olmasını beklersiniz?

Ö2: Genleşiyor onlar da.

Ö1: Tanecikleri biraz hızlanır.

G: Hızları artar. Şekillerinde bir değişiklik olur mu?

Ö1: Büyümesi. Büyümez mi?

Ö2: Genleşir yani. Basınçları artar.

İkinci gruptaki öğrencilerin de bu konudaki yorumları benzer şekilde olmuştur:

G: Isıyla ilgili olduğuna göre alevin etrafındaki ısınan hava moleküllerine daha yakından bakalım. Isınan hava moleküllerinde ne gibi değişiklikler olur? Hızlarını zaten söylemiştiniz. Hızları dışında.

Ö5: Isınan hava reaksiyona girer, değişir.

Ö6: Genleşir. İçindeki gazlar genleşiyor. Daha fazla enerjiye sahip oluyor.

Ö4: Hacmi büyüyor, yoğunluğu azalıyor falan.

Atmosferdeki hava moleküllerinin üzerindeki kuvvetler ile ilgili olarak öğrenciler daha çok merkezkaç kuvveti ve gazların birbirlerine etkileri hakkında yorum yapmışlardır:

G: Dünya'da atmosferin içindeyken bir hava molekülünün üzerinde hangi kuvvetler vardır?

Ö2: Atmosferde, hava molekülüne gazlar etki eder. Etmez mi?

G: Kuvvet olarak ne kuvveti diyebiliriz?

Ö2: Haa F, kuvvet. Pardon.

Ö1: Merkezkaç olamaz mı? Demin söylediğimiz gibi.

G: Biz de merkezkaç kuvvetinin etkisiyle fırlayabiliriz ama fırlamıyoruz.

Ö1: Yerçekimi bizi çekiyor gibi düşünemez miyiz? Biz ağıız, onlar hafif.

Ö2: Peki şey olabilir mi? Hani, moleküller birbirlerini itiyor olabilir mi?

Atmosfer içerisindeki hava moleküllerine aşağı yönde ve yukarı yönde etki eden kuvvetler sorulduğunda ilk gruptaki öğrenciler şu yorumları yapmışlardır:

G: Bu hava molekülünün üzerine aşağıya doğru etki eden kuvvet nedir?

Ö2: Yerçekimi vardır aşağıya doğru.

G: Nedir bu kuvvet?

Ö2: mg.

G: Yukarıya doğru bir kuvvet var mıdır peki?

Ö2: F kuvveti. Ama ne? Vardır. Dengelemesi lazım.

Ö3: Olması lazım ama...

G: Olmazsa bu zaten çöker.

Ö1: Çöker, evet.

Ö2: F kaldırma kuvveti.

Ö1: Kendi uçuculuğu olamaz mı?

G: Uçuculuğunu sağlayan bir kuvvet olması lazım ama yine de, uçuran bi şey lazım.

Ö2: Yani bi kuvvet çıkacak sonuçta.

G: Atmosfer bir akışkan olduğuna göre akışkanlar içerisinde bulunan maddelere...

Ö1: Sıvının kaldırma kuvveti.

Ö2: Yukarıya doğru da kaldırma kuvveti var.

İkinci gruptaki öğrenciler atmosfer içerisindeki hava moleküllerine etki eden kuvvetleri çizerek göstermişlerdir. Öğrenciler aşağıya doğru ağırlığı gösterdikten sonra yukarıya doğru da bir kuvvet olması gerektiğini düşünmüş ve bu kuvvetin ne olabileceği konusunda tartışmaya başlamışlardır:

G: Dünya'daki bir hava molekülünün üzerindeki kuvvetleri çizerek gösterebilir misiniz?

Ö5: Yerçekimi var.

G: O yerçekimi ivmesi. Kuvvet olarak gösterirsek nasıl olur?

Ö5: Ağırlık. Ağırlığı mı?

Ö6: mg var.

Ö5: Başka var mıydı?

Ö4: mg var işte daha ne olsun.

Ö5: O zaman başka bir şey. Tam emin değilim.

Ö6: Yukarı doğru götüren bir şey de olması gerekiyor. Yani duruma göre değişen.

Ö5: Rüzgar gibi bir şey.

Ö6: Basınç farkı?

Ö5: Yani.

Ö4: Yukarı doğru da bir şey olması lazım. Yoksa bütün hava üzerimize inerdi. Evet, atmosfer çökerdi.

Ö6: Evet, ilginç bir şekilde...

G: Evet niye çökmüyor atmosfer?

Ö4: Bir de bunun mg si var, tepkisi var.

Ö6: Hayır, değil. Başka bir şey olmalı. Zaten tamamen ağırlığa tepki olsa o zaman birbirini eşitlerdi. Bu sefer de belli bir düzeyde kalırdı. Devamlı aynı şeklide olsa...

Ö4: Demek ki bunlar molekülleri böyle...

Ö5: Moleküller birbirlerini etkilemiyor mu?

Ö4: Moleküllerin çekim kuvveti.

G: Evet. Aşağıya doğru ağırlık var yukarıya doğru etki eden kuvvet ne olabilir?

Ö5: Yukarıya doğru, kaldırma kuvveti.

Ö4: Kaldırma kuvveti.

Yukarıya doğru etki eden kuvvetin kaldırma kuvveti olduğu ortaya çıktıktan sonra öğrencilerden bu kuvvetlerin bağıntılarını yazmaları istenmiştir. Her iki gruptaki öğrencilerin de kaldırma kuvvetindeki yerçekimi ivmesinin varlığından haberdar olmadıkları görülmüştür:

G: Kaldırma kuvvetini çizdiğiniz şekilde bağıntısıyla birlikte gösterebilir misiniz?

Ö6: Evet,  $V$  batan çarpı  $d$  sıvıydı. Sıvılar için öyleydi.

Ö5:  $V$  batan çarpı  $d$  atmosfer.

Ö4:  $V$  çarpı  $d$ .

G: Bu kadar mı? Başka bir şey daha var mı?

Ö5: Kaldırma kuvvetinde bu kadar.

Ö4: Bu kadardır.

Ö6: Bu kadar.

İlk gruptaki öğrenciler hava molekülleri üzerindeki kuvvetleri gösterdikten sonra ısınan hava moleküllerinde bu kuvvetlerden hangilerinin değişeceği konusunda yorum yapmışlardır. Öğrenciler kaldırma kuvvetinin bağıntısını eksik yazmış olmalarına rağmen ısınan hava molekülleri üzerindeki kaldırma kuvvetinin artacağını doğru bir şekilde söylemişlerdir:

G: Gazlar ısıdıktan sonra hacimleri genişler dediniz. Hacimleri genişledikten sonra şu kuvvetlerden (ağırlık ve kaldırma kuvveti) hangilerinde değişme olabilir?

Ö2: Hacimleri değişiyor. Şeyi etkilemez, bunu (ağırlığı) etkilemez.

Ö1: Bunda (kaldırma kuvvetinde) değişim olabilir. Bu artar, artar. Mesela, şey oldu ya. Biz... kaldırma kuvvetinin formülü neydi?  $Vb$  ile..

Ö3:  $V$  batan çarpı  $d$ .

Ö2:  $V$  batan çarpı  $d$  sıvı.  $V$  batan artacak. O zaman,  $F$  kaldırma artar ama bu (ağırlık) değişmez çünkü hacmin etkisi yok ağırlığa.

Ö1: Evet,  $m$  çarpı  $g$ .

Ö3: Ama değişmesi gerekmez mi dengede kalması için. Ee bu değişirken bunun da değişmesi lazım ki dengede kalsın.

G: Şimdi onu soracağım.  $F_k$  artar diyorsanız o zaman bu molekül ne olacak?

Ö1: Yükselir.

Ö2: Yukarı, yukarı çıkacak. Yukarı çıkacak.

G: Isındığı zaman hava moleküllerine ne olur?

Ö2: Yukarı çıkar.

Ö1: Yukarı çıkar, yani yükselir.

G: "Isınan hava molekülleri yükselir," bunu daha önce duymuş muydunuz?

Ö2: Evet.

G: Bu olaya biz ne diyoruz? Isınan hava moleküllerinin yükselmesi daha sonra yoğun olanları aşağı dönmesi ve tekrar ısınıp yukarı çıkması şeklinde bir devir oluyor. Adını hatırlıyor musunuz?

Ö1: Şey ya... biliyodum da... neydi o?..

Ö2: Şey, yağmur falan da öyle oluyor.

Ö1: Yağmur öyle oluyo da nasıldı?

Ö2: Döngüydü. Ne döngüsü bi şey döngüsü.

Ö1: Hatırlamaya çalışıyoruz.

G: Hatırlamıyorsunuz. Konveksiyon.

Ö2. Haaa tabi konveksiyon. Biz bunu işledik.

Ö1: İşledik evet.

İkinci grupta da ısınan hava moleküllerinde çizdikleri kuvvetlerden hangilerinin değişeceği konusunda aynı yorumlar yapılmıştır:

G: Isınan hava moleküllerinin hacmi genişlediğinde burdaki hangi kuvvetler üzerinde değişiklikler olur?

Ö4: Şimdi, V batan burda ne oluyor, artmış oluyor. d de...

Ö5: V batan artmış oluyor.

Ö6: V batan artar. d de azalıyor ama o zaman V arttıkça.

Ö4: Ama d atmosfer. Atmosferinki değişmez.

Ö6: Atmosferinki değişmiyor ama...

Ö4: Dolayısıyla Fk, mg den büyük oluyor. Böylece yukarı doğru çıkıyor.

Ö5: Fk artar. Arttığı için de yukarı çıkıyor.

G: O zaman ısınan hava moleküllerinin yükselmesini sağlayan şey nedir?

Ö5: Hacminin büyümesi, kaldırma kuvvetinin artması.

Ö6: Hacminin büyümesi.

Ö4: Ve kaldırma kuvvetinin artması.

Öğrenciler ısınan havanın yükseleceğini gösterdikten sonra kaldırma kuvveti ile ilgili yazdıkları ifadenin doğru olup olmadığı tartışılmıştır:

G: O zaman yazdığınız ifadeyi biraz konuşalım. V çarpı d yazdınız. Bu kütleyi verir. m eşittir V çarpı d. Kütle eşittir kuvvet oldu yazdığınıza göre.

Ö4: O zaman yukarıya da bir g ekleriz.

Ö6: Bilmiyorum ama, bir tane ben... yukarı doğru...

Ö4: Yukarıya bir g ekleyelim işte.

Ö5: g vardı. G vardı da birbirini götürüyorlardı.

Ö6: Evet, değil mi? Yukarıda da mı g vardı?

G: Var mıdır peki o g orda?

Ö4: Var, var. Bence g var.

Ö6: Evet. Yukarıda da g var.

Ö5: Bence var.

Ö4: Var, var. Olmazsa olmaz.

Ö6: Olmasa zaten sırf kütle, aşağıya doğru mg, ee ne olacak o zaman yine aşağıya inecek.

Ö5: g olmak zorunda zaten.

İlk gruptaki öğrenciler ağırlıksız ortamda hava molekülleri üzerindeki kuvvetleri göstermeleri istendiğinde aşağı yönde ağırlık olmayacağını söylemişler fakat kaldırma kuvvetinin yerçekimi ivmesine bağlı olduğunu bilmediklerinden bu kuvvetin hala etkili olacağını düşünmüşlerdir. Bu durumda moleküllerin üzerinde sadece kaldırma kuvvetinin olacağı ve bu yüzden alevin daha fazla yükseleceği sonucunu çıkarmışlardır:

G: Ağırlıksız ortamda hava molekülleri üzerindeki kuvvetler neler olacak çizerek gösterebilir misiniz?

Ö2: Daha fazla yükselir. mg olmayacak. Sadece F kaldırma olur. Bu yüzden de mesela diyelim Dünya'daki şekli şöyle ise alevin F kaldırma kuvveti sadece olduğu için daha fazla yukarı kaldıracak. Alevin şekli büyür diyorum ben. Böyle olurdu.

G: Az önce açıkladığın sebeple şimdiki sebep değişti. Az önce demiştin ki yerçekimi alevi aşağı doğru çekmediği için yükselecek demiştin. Şimdi sadece kaldırma kuvveti olduğu için yükselecek diyorsun.

Ö2. Evet.

G: En son fikrin hangisi peki?

Ö2: Bu. Kaldırma kuvveti artacak yerçekimi de olmayacak.

Ö1: Şey, ağırlıksız ortam olduğu için bi kere yerçekimi olmaz. Şimdi aşağı doğru bir ağırlık olamaz. Ağırlıksız ortam olduğu için işte bi tek F kaldırma kuvveti kalıyor. F kaldırma kuvveti kaldığı için de alev biraz daha büyür yani. Öyle olması lazım.

Ö3: Bence de. Şu kuvvet (ağırlık) kalkacağı için sadece bu kuvvet (kaldırma kuvveti) etkili olacaktır. Onun için yükselecek.

Öğrenciler bu yorumları yaptıktan sonra kendi yazdıkları kaldırma kuvveti bağıntısı üzerinde konuşulmuş ve bunun doğru olup olmadığı tartışılmıştır:

G: Kaldırma kuvveti yerçekimine bağlı mıdır?

Ö2: Değildir.

G: Yerçekimi olmazsa kaldırma kuvveti olabilir mi?

Ö1: Olabiliir. Olur.

Ö2: Yerçekimi yok şu an orda, kaldırma kuvveti var.

G: Siz gösterdiniz ama olabilir mi gerçekten?

Ö2: Haaa. Bence olur. O yüzden şekil, şey alev yükseliyor. Alev oluşurken.

Ö1: Bence de. Olur yani.

G: Kaldırma kuvvetinin bağıntısını söyleyebilir misiniz?

Ö2: V batan çarpı d sıvı.

G: Bu kadar mı?

Ö1: Bi şey daha vardı yaa.

Ö2: F kaldırma eşittir V batan çarpı d sıvı.

G: V çarpı d m'i verir. m, F'e eşit olabilir mi peki?

Ö2: Hııımm, evet. Düşünürsen öyle. d eşittir m bölü v den, m eşittir d çarpı V.

Evet.

G: O zaman siz oraya kütle yazdınız. Bunun kuvvet olması için bir şey daha gerekli değil mi?

Ö2: Bir şey daha...

Ö1: F eşittir m.a var mesela. m çarpı a. Bu şey ivme olabilir mi? Yani kuvvete...

mesela biz F eşittir m dedik. Şey de... F'e eşit olması için çarpı a olması lazım.

G: Orda o ivmenin yerinde ne olabilir?

Ö2: g

G: g de bir ivmedir. Peki var mıdır kaldırma kuvvetinde g?

Ö2: Böyle normal, kaldırma kuvveti olarak değil de itme de m çarpı a olduğunu biliyoruz. Bir cisimi iterken çekerken. Kuvvetin formülünde.

Ö1: Kaldırma kuvvetinin formülünü bi hatırlasak.

G: "Kaldırma kuvveti yer değiştiren sıvının ağırlığı kadardır" diye bir şey hatırlıyor musunuz?

Ö2: Evet şöyle mesela bi kabın içine... bu bunun içine girdiği zaman mesela bunun hacmi kadar sıvı taşar.

G: Burda V batanla yer değiştiren sıvının hacmi aynı. Bu yüzden V batanla d sıvı alıyoruz. Yani bununla aslında yer değiştiren sıvının kütlesini buluyoruz. Kaldırma kuvveti yer değiştiren sıvının ağırlığı kadar olduğuna göre burda bir şey daha olması gerekiyor. Ağırlığı olması için ne olması gerekir?

Ö2: Yerçekimi ivmesi.

Ö3: Yerçekimi.

G: Kaldırma kuvveti için bu formül doğru değil o zaman. Doğrusunu yazabilir misiniz?

Ö2: Şey olacak, V batan çarpı d cisim, yani m çarpı küçük g.

Ö3: V batan çarpı d sıvı çarpı g.

Ö1: Ben g yi düşünüyorum hala.

G: g de emin değilsin. Peki şunun doğruluğundan emin misin, V batan çarpı d sıvının?

Ö1: (Yazdığı formüle g yi ekler) Yazdım.

Ağırlıksız ortamda hava molekülleri üzerindeki kuvvetlerle ilgili tartışmalarda ilk gruptaki iki öğrenci ağırlıksızlığın kaldırma kuvvetine etkisini yorumlamakta zorlanmış fakat sonuçta kaldırma kuvvetinin de olmayacağını söylemişlerdir:

G: Ağırlıksız ortamda hava molekülü üzerindeki kuvvetleri tekrar gösterebilir misiniz?

Ö2: Yerçekimi olmadığı için sadece yukarı doğru kuvvet olur.

G: mg yi çizmediniz. Yukarıya doğru yine kaldırma kuvveti çizdiniz. V batan çarpı d sıvı çarpı g kadar. Peki ağırlıksız ortamda o g var mı?

Ö2: O zaman o g yok olur. Sadece bu (V batan çarpı d sıvı) kalır.

G: g olmazsa o olur mu?

Ö2: Bu mu? Sadeleşmiş şekli olur. Olur bence.

G: V batan çarpı d sıvı çarpı g kadarlık bir kuvvet olacak mı ağırlıksız ortamda?

Ö1: Olacak. Ben şunu anlamadım. Mesela diyelim bıraktık ya, buraya çıkan şey, neydi, g yi eklemiştik biz buraya. V batan çarpı d sıvı çarpı g demiştik. Bunun ağırlığından dolayı bu g galiba. Madem ki ağırlıksız ortam o zaman bu g olmaz. Olur mu?

G: O zaman şu çizdiğin doğru mu?

Ö1: Değil.

G: Nasıl olması gerekiyor?

Ö1: Şu (g) olmaz. Geriye bunu bir şey kalır bence. Mesela bunun uçması gerekmiyor mu ağırlıksız ortamda? Şey, g olmazsa şu (Fk) zaten şeydir, yani kalmaz o, askıda kalır. Yani g olmazsa bu da olmaz.

G: g yerine sıfır koyun.

Ö1: Evet, g yerine sıfır koyunca götürür.

Ö2: Sıfır, o zaman hiçbir şey kalmaz.

Ö1: Yani demek ki uçmuyor. O zaman askıda kalır.

Ö2: Yani o zaman şu hipotez gidiyor. (alevin daha da yükseleceği hipotezi)

G: O zaman yeni bir hipotez kurarız biz de.

Ö2: O zaman şekilde kaldırma kuvvetini yazmazsak.... Alev normalde yukarıya doğruydü. Ağırlıksız ortamda büyüdü daha da yukarıya doğru oldu. Ama bunun kaldırma kuvvetiyle ilgisi yok. Ağırlıkla da yok.

G: Son tartışmalarımıza göre hala daha da uzayacağı fikrinde misiniz?

Ö1: Hayır.

Ö2: Bence... aynı kalacağı fikrindeyim ben.

G: Dünya'da onun yükselmesine sebep olan bir kaldırma kuvveti vardı şu anda yok o.

Ö1. O zaman yanmaz.

Ö3: Yanmaz bence de.

G: Oksijen varsa yanar.

Ö2: O zaman şekli daha azdır. Sadece yanacak kadardır.

Ö1: Bir tek kibrit yanar, dışarıya çıkmaz.

G: Alev küresel olabilir mi?

Ö2: Aa evet öyle olur. Öyle olur evet, çünkü kaldırma kuvveti yok. Yandığı şekilde kalır.

Ö1: Evet. Merkezde olan şu olur, şu kibrit olur, her taraftan eşit olacağı için. Her taraftan eşit olması gerekiyor, çünkü hava akımı oluşmayacağı için.

Ö2: Tabi F kaldırma kuvveti yok, diğer çekim de yok.

İkinci gruptaki öğrencilerin ağırlıksız ortamda hava molekülleri üzerindeki kuvvetlerle ilgili yorumları şu şekilde olmuştur:

G: Ağırlıksız ortamda bir hava molekülünü ve üzerindeki kuvvetleri çizebilir misiniz?

Ö5: d hava çarpı V batan çarpı g.Ama yine g var tabi.

Ö4: Aynısı olur gibi de.

Ö5: Ya burda g ler..

G: Aşağıya mg doğru yine var mı?

Ö5: Var.

Ö6: Evet.

Ö4: Yukarıya doğru da var. Çünkü ağırlıksız olması için aşağısını ve yukarısının eşit olması lazım.

G: Mermi için diyorsunuz. Sonuçta yine g sıfırlanmış oluyor da herhangi bir ağırlıksız ortam için de söyleyebilirsiniz.

Ö4: Yani, ağırlıksız bir ortamda. Aşağı doğru bir kuvvet olmaz o zaman.

Ö5: Doğru. Aşağı doğru bir kuvvet olmaz.

G: Yukarı doğru olur mu?

Ö5: V batan çarpı d sıvı çarpı g.

Ö4: g yi sıfır kabul edersek olmaz.

Ö5: g olmadığı için olmaz.

Ö6: Yukarıya doğru olmayacak da ama aşağıya doğru yine kütlesi var. Bu duruma göre yine aşağıya inmesi gerekiyor.

G: Kütle var ama kütle bir kuvvet değildir.

Ö4: Madde miktarıdır.

Ö6: O zaman aşağı doğru da olmayacak yukarı doğru da olmayacak.

G: Ağırlıksız ortamda kaldırma kuvveti olur mu?

Ö5: Şimdi, bir kere kaldırma kuvvetinin oluşmasının sebebi diğer moleküller değil mi? Diğer moleküllerin üzerine binmesiyle oluyor. Üsttekilerin bir ağırlığı yoksa birbirlerine bir etkisi olmaz. Ağırlık yoksa kaldırma kuvveti de olmaz.

Ö6: Olmaz.

Ö4: Olmaz her halde.

Öğrencilerin; ağırlıksız ortamda alevin şekliyle ilgili son tahminleri şöyle olmuştur:

G: Son olarak ağırlıksız ortamda alevin şekli hakkında ne söyleyebilirsiniz?

Ö2: Küreseldir.

Ö1: Küresel şekilde, merkezde kibritin ucu olur.

Ö3: Bence de.

G: İlk başta söylediğiniz daha uzun olur fikriniz hala geçerli mi?

Ö1 Değişti.

Ö2: Değişti.

Ö3: Evet.

G: Küresel oluşunun sebebini açıklayabilir misiniz?

Ö3: Kaldırma kuvveti kalktığı için, olmadığı için.

Ö1: Normalde mesela Dünya'dakinde aşağı doğru bir mg vardır, yukarı doğru da bir Fk vardır. Ağırlıksız ortam olunca bir kere aşağı doğru mg gider, g yi sıfır olarak alırız. g sıfır olunca Fk da gider. Fk da olmayınca yükselemez, olduğu yerde sabit kalır. Alev küresel olur.

İkinci grupta:

G: Ağırlıksız ortamda ısınan hava moleküllerinin hareketi hakkında ne söyleyebilirsiniz?

Ö6: Olduğu yerde kalır.

Ö5: Evet, olduğu yerde kalıyor.

Ö4: Yani, bizim dediğimiz gibi oluyor sonuçta ateş yani her tarafa...

G: Bunun sonucunda alevin şeklinin nasıl olmasını beklersiniz?

Ö5: İşte küre şeklinde. Hatta küre bile değil, nokta şeklinde mi oluyor?

Ö6: Küre şeklinde.

Ö4: Küre.

#### 4.1.4. Dördüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular

Dördüncü soru yine birinci sorudaki olaya benzer bir konu hakkında sorulmuştur. Birinci soruda aşağıdan yukarıya doğru düşey atış hareketi yaptırılan bir mermideki yolcuların ağırlığı konu edilirken, dördüncü soruda serbest düşme hareketi yapan bir asansörün içindeki çocuğun ağırlığı ele alınmıştır. Her iki olayda da aynı durum söz konusudur. Soru; serbest düşme, yerçekimi, ağırlık ve ağırlıksızlık konularını içermektedir.

##### 4.1.4.1. Dördüncü Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları

Dördüncü soruya verilen cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri Tablo 6'da gösterilmiştir. Dördüncü soruda öğrencilerden; duran bir asansörün halatı koptuğunda içindeki çocuğun ağırlığının hareket boyunca nasıl değişeceği ile ilgili yorum yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu; çocuğun, eylemsizliğin etkisiyle bir miktar yukarı doğru hareket edeceğini ve bu yüzden daha hafif olacağını düşünmüşlerdir (9. S: %20,00; 10. S: %19,64). Asansörün ivmesinin değerini ve çocuk üzerindeki etkisini doğru bir şekilde ifade ederek çocuğun ağırlıksız olacağı cevabını veren öğrenciler ise sadece 10. sınıf öğrencilerinin %12,50'si olmuştur.

Öğrencilerin dördüncü soruya verdikleri cevaplarda aynı sebeplerle farklı sonuçlara ulaştıkları ve bunun sonucunda çok farklı görüşlerin ortaya çıktığı görülmüştür. Özellikle, çocuğun daha hafif olacağını belirten B şıkkını işaretleyen öğrenciler ile çocuğun ağırlıksız olacağını belirten D şıkkını işaretleyen öğrenciler cevaplarını aynı nedenlere dayandırmışlardır. Örneğin; olayı asansörün ivmesine bağlı olarak açıklayan öğrencilerden; asansörün ivmesinin, yerçekimi ivmesinin çocuğun ağırlığı üzerindeki etkisini azaltacağını düşünen öğrenciler çocuğun daha hafif

**Tablo 6. Öğrencilerin dördüncü soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri**

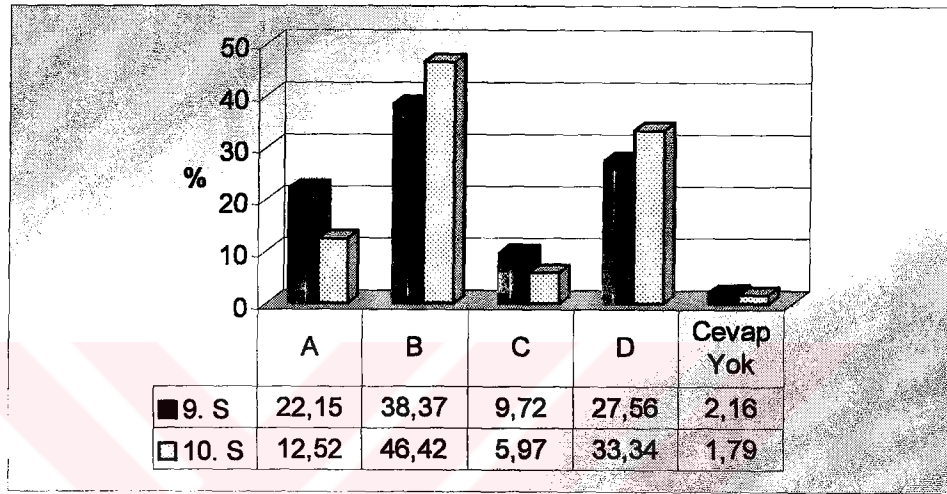
4. soru: Dünyada asansörle aşağı inmek isteyen bir çocuğun bir tartı üzerinde bulunduğunu ve bu sırada asansörün halatının koptuğunu düşünün. Çocuk; asansör düşerken tartıya bakarsa ağırlığını nasıl görür?	9. S (%)	10. S (%)	TOPLAM
<b>A) Daha ağır olduğunu görür, çünkü;</b>			
- Asansörün ivmesi yerçekimi ivmesinin etkisini artırır	4,32	1,79	
- Ortam sürtünmeli olduğu için çocuk asansörden hızlı düşer	0,54	0,00	
- Sağlara inildikçe yerçekimi artar	8,11	1,19	
- Sağlara yaklaştıkça asansörün ivmesi artar	2,16	0,60	
- Yere yaklaştıkça asansörün ivmesi artar	0,54	0,60	
- Halattaki gerilme kuvveti ortadan kalkar	0,54	0,60	
- Diğer	2,16	2,38	
- Açıklama yok	3,78	5,36	
<b>B) Daha hafif olduğunu görür, çünkü;</b>			
- Asansörün ivmesi yerçekimi ivmesinin etkisini azaltır	3,78	11,31	
- Çocuk eylemsizliğin etkisiyle biraz yukarı doğru hareket eder	20,00	19,64	
- Asansör daha ağır olduğu için çocuktan hızlı düşer ve hafif miktarda havalanır	3,24	1,19	
- Asansör düşerken içindeki hava çocuğa yukarı doğru basınç uygular	1,62	0,00	
- Diğer	5,95	2,38	
- Açıklama yok	3,78	11,90	
<b>C) Ağırlığında bir değişiklik olmaz, çünkü;</b>			
- Asansör, tartı ve çocuk aynı hızla düşerler	3,24	1,79	
- Yerçekimi değişmediği için bir değişiklik olmaz	2,16	1,19	
- Asansörün düşmesi ağırlığı etkilemez	0,54	0,60	
- Diğer	2,16	0,60	
- Açıklama yok	1,62	1,79	
<b>D) Ağırlığının sıfır olduğunu görür, çünkü;</b>			
- Asansör yerçekimi ivmesiyle düşer	0,00	12,50	
- Asansör hızla düştüğü için çocuk havada kalır ve tartıya basamaz	6,49	2,38	
- Eylemsizlikten dolayı çocuk havalanır ve tartıya basamaz	3,24	2,98	
- Tartı da çocukla birlikte düştüğü için çocuk tartıya basamaz	10,81	3,57	
- Asansör düşerken üzerindeki yerçekiminin etkisi ortadan kalkar	1,62	0,60	
- Asansör düşerken çocuk da tartı da havada uçarlar	1,08	0,00	
- Diğer	2,70	0,60	
- Açıklama yok	1,62	10,71	
<b>Cevap yok</b>	2,16	1,79	

olacağını, arttıracığını düşünen öğrenciler çocuğun daha ağır olacağını ve asansörün yerçekimi ivmesiyle hareket edeceğini düşünen öğrenciler çocuğun ağırlıksız olacağını söylemişlerdir. Aynı şekilde; olayı eylemsizlik kuvvetine bağlı olarak açıklayan öğrencilerden; eylemsizlik kuvvetinin hafif bir şekilde etki edeceğini düşünen öğrenciler çocuğun daha hafif olacağını, eylemsizlik nedeniyle çocuğun havalanacağını ve tartıya basamayacağını düşünen öğrenciler ise çocuğun ağırlıksız olacağını söylemişlerdir. Asansörün ve çocuğun hızları hakkında kıyaslama yapan öğrencilerde de aynı durum söz konusudur. Çocuğun asansörden daha hızlı düşeceğini söyleyen öğrenciler çocuğun daha ağır olacağı görüşünü savunurken, asansörün çocuktan daha hızlı düşeceğini söyleyen öğrencilerin bir kısmı çocuğun daha hafif olacağı, bir kısmı da çocuk havada kalacağı için ağırlıksız olacağı görüşünü savunmuşlardır. Asansörle çocuğun aynı hızda düşeceğini söyleyen öğrenciler ise çocuğun ağırlığının değişmeyeceği görüşünü savunmuşlardır. Ayrıca öğrencilerin cevaplarında; sürtünme kuvvetinin etkisi, asansörün düştüğü yol boyunca atmosfer basıncındaki değişimin etkisi, yerçekimindeki değişimin etkisi gibi çok küçük etkenlerin ağırlıkta değişime sebep olabileceği gibi görüşler de ortaya çıkmıştır.

Sürtünmeli ortamda çocuğun asansörden hızlı düşeceği (9. S: %0,54), asansör düşerken asansörün içindeki havanın çocuğa yukarıya doğru kuvvet uygulayacağı (9. S: %1,62), asansör düşerken çocuğun ve tartının havalanacağı (9. S: %1,08) görüşleri öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar arasında sadece 9. sınıf öğrencilerinde rastlanan görüşlerdir. Asansör; yerçekimi ivmesiyle düştüğünden çocuğun ağırlıksız olacağı görüşü ise sadece 10. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan görüş olmuştur (10. S: %12,50).

Aşağılara inildikçe yerçekimi arttığından çocuğun ağırlığının da artacağı (9. S: %8,11; 10. S: %1,19) ve tartı da çocukla birlikte düşeceği için çocuğun tartıya basamayacağı (9. S: %10,81; 10. S: %3,57) görüşleri daha çok 9. sınıf öğrencilerinde görülen görüşlerdir. Asansörün ivmesi yerçekiminin etkisini azaltacağından çocuğun daha hafif olacağı görüşüne ise daha çok 10. sınıf öğrencilerinde rastlanmıştır (9. S: %3,78; 10. S: %11,31).

Şekil 10'da öğrencilerin dördüncü soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı görülmektedir. Bu soruda öğrencilerin en yüksek oranda işaretledikleri şık çocuğun daha hafif olacağını belirten B şıkkı olmuştur (9. S: %38,37; 10. S: %46,42). Çocuğun ağırlıksız olacağını belirten D şıkkı da yüksek oranda işaretlenen bir diğer seçenek olmuştur (9. S: %27,56; 10. S: %33,34).



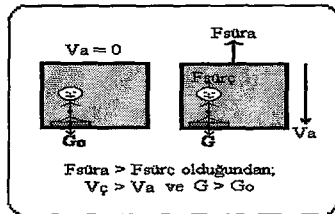
Şekil 10. Öğrencilerin dördüncü soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı

Dördüncü soruyu 9. sınıf öğrencilerinin %2,16'sı; 10. sınıf öğrencilerinin ise %1,79'u cevapsız bırakmıştır. Bu soruda; cevap şıklarındaki "açıklama yok" oranları 9. sınıf ve 10. sınıfta farklılıklar göstermektedir. 10. sınıf öğrencilerinin açıklama yapmakta en çok zorlandıkları seçenekler B ve D seçenekleri olmuştur (B: %11,90; D: %10,71). 9. sınıf öğrencilerinde ise şıklardaki "açıklama yok" oranları oldukça düşük olmuştur.

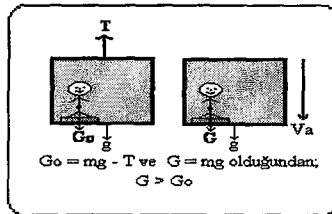
#### 4.1.4.2. Dördüncü Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri

Dördüncü sorudan alınan cevaplara göre oluşturulan öğrenci zihinsel modelleri şu şekildedir:

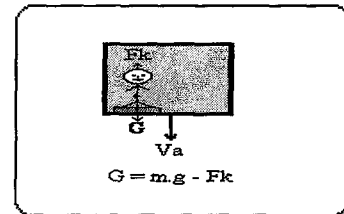
##### Başlangıç Modelleri:



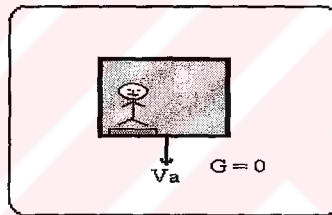
Sürtülmeli ortamda çocuk asansörden hızlı düştüğü için çocuğun ağırlığı artar. (9. S: %0,54)



Halattaki gerilme kuvveti ortadan kalktığı için çocuğun ağırlığı artar. (9. S: %0,54; 10. S: %0,60)

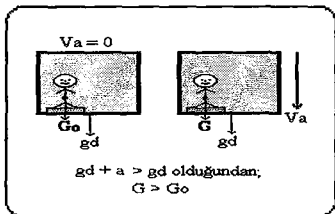


Asansör düşerken içerideki hava çocuğa yukarı doğru basınç uyguladığı için çocuğun ağırlığı azalır. (9. S: %1,62)

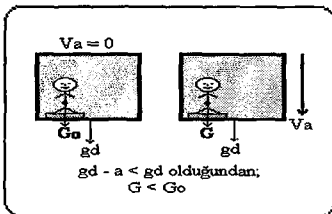


Asansör hızla düştüğünden çocuk havada kalıp tartıya basamayacağı için ağırlığı sıfır olarak okunur. (9. S: %6,49; 10. S: %2,38)

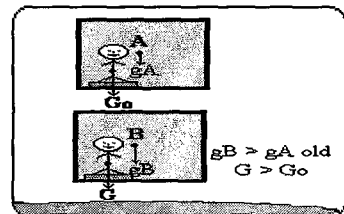
##### Sentetik Modeller:



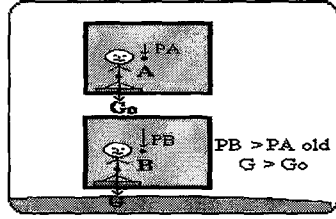
Asansörün ivmesi yerçekimi ivmesinin etkisini arttıracığından çocuğun ağırlığı artar. (9. S: %4,32; 10. S: %1,79)



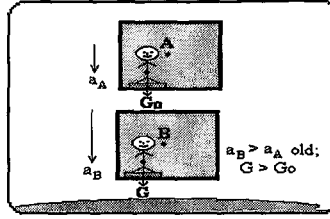
Asansörün ivmesi yerçekimi ivmesinin etkisini azaltacağından çocuğun ağırlığı azalır. (9. S: %3,78; 10. S: %11,31)



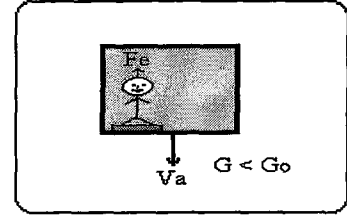
Yere yaklaştıkça yerçekimi ivmesi arttığından çocuğun ağırlığı da artar. (9. S: %8,11; 10. S: %1,19)



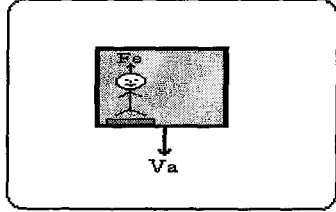
Yere yaklaştıkça atmosfer basıncı arttığından çocuğun ağırlığı da artar.  
(9. S: %2,16; 10. S: %0,60)



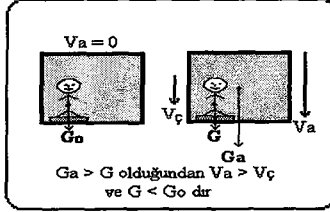
Yere yaklaştıkça asansörün ivmesi arttığından çocuğun ağırlığı da artar.  
(9. S: %0,54; 10. S: %0,60)



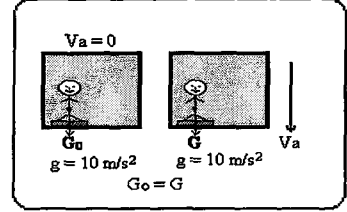
Çocuk eylemsizliğin etkisiyle bir miktar yukarı doğru hareket edeceğinden hafifler.  
(9. S: %20,00; 10. S: %19,64)



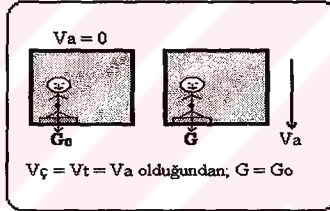
Çocuk eylemsizliğin etkisiyle havalanıp tartıya basamayacağından çocuktan hızlı düşer ağırlığı sıfır olarak okunur.  
(9. S: %3,24; 10. S: %2,98)



Asansör ağır olduğu için çocukta hızlı düşer ve çocuk hafif havalanır bu yüzden ağırlığı azalır.  
(9. S: %3,24; 10. S: %1,19)

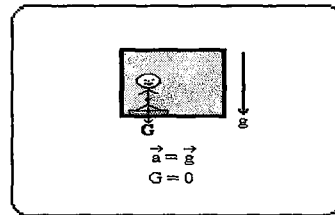


Yerçekimi değişmediği için çocuğun ağırlığı da değişmez.  
(9. S: %2,16; 10. S: %1,19)

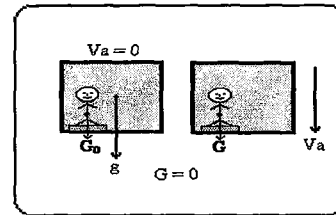


Asansör, tartı ve çocuk aynı hızla düştüğünden çocuğun ağırlığında bir değişiklik olmaz.  
(9. S: %3,24; 10. S: %1,79)

### Bilimsel Modeller:



Asansör yerçekimi ivmesiyle düştüğü için çocuk ağırlıksız olur.  
(10. S: %12,50)



Asansör düşerken yerçekiminin etkisi ortadan kalktığı için çocuk ağırlıksız olur.  
(9. S: %1,62; 10. S: %0,60)

Şekil 11. Dördüncü sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri

Dördüncü sorudan alınan cevaplar hareketin ağırlık üzerindeki etkisi hakkındaki öğrenci görüşlerini ortaya koymaktadır. Bu yüzden dördüncü sorunun modelleri daha çok öğrencilerin serbest düşme hareketi yapan cisimlerin ağırlıklarına etki eden faktörler hakkındaki farklı görüşlerini yansıtmaktadır. Bu modeller öğrencilerin serbest düşme hareketi boyunca gerçekleştiğini düşündükleri durumlarla ilgili yorumlarını içermektedir. Dördüncü sorunun başlangıç modellerinin ilki öğrencilerin sürtünmeli ortamda hafif cisimlerin daha hızlı düşeceğine dair görüşlerini yansıtmaktadır. Başka bir başlangıç modelinde ise asansörün halatındaki gerilme kuvveti asansörün içindeki çocuğa hiçbir şekilde etki etmediği halde çocuğa yukarı yönde kuvvet uygulayacağı görüşü ortaya çıkmıştır. Halat koptuktan sonra bu kuvvetin ortadan kalkacağını düşünen öğrenciler bu yüzden asansör düşerken çocuğun daha ağır olacağını düşünmüşlerdir. Asansör düşerken içindeki havanın çocuğa yukarı doğru basınç uygulaması durumu ise gerçekte olmadığı halde öğrencilerin zihinlerinde yapılandıkları bir durumdur. Başlangıç modelleri arasında en yaygın olanı; asansörün çocuktan hızlı düşeceği ve çocuğun havada kalarak tartıya basamayacağı görüşünü içeren modeldir (9. S: %6,49; 10. S: %2,38). Bu görüşü savunan öğrenciler asansör düşerken çocuğun ağırlıksız olacağını söylemişlerdir.

Dördüncü sorunun sentetik modellerinde öğrenciler; asansörün ivmesinin değeri hakkındaki farklı görüşleri ile bu ivmenin çocuk üzerinde kuvvet etkisi yapacağına dair bilgilerini sentezleyerek yeni modeller ortaya koymuşlardır. İlk sentetik modelde öğrenciler; asansörün ivmesinin, yerçekimi ivmesinin çocuk üzerindeki etkisini arttıracığı yönünde görüş belirtmişlerdir. İkinci sentetik modelde ise tam tersi bir durum söz konusudur. Bu iki modelde de öğrenciler asansörün yerçekimi ivmesiyle düştüğünü dikkate almamışlardır. Üçüncü sentetik modelde yerçekiminin yere yaklaştıkça artacağı bilgisine dayalı olarak yorum yapan öğrenciler; asansörün düştüğü yükseklik boyunca yerçekimindeki ihmal edilebilecek kadar küçük artışın çocuğun ağırlığını değiştirebilecek kadar büyük bir etkiye sahip olabileceğini düşünmüşlerdir. Burada da yine bir “order of magnitude (büyüklük basamakları)” durumu söz konusudur. Aynı durum dördüncü sentetik modelde de geçerlidir. Öğrenciler bu defa asansörün düşerken aldığı yol boyunca yerçekimindeki küçük artışın değil de atmosfer basıncındaki küçük artışın ağırlığı arttıracak yönde edeceğini düşünmüşlerdir. Beşinci

sentetik modelde ise çocuğun ağırlığının asansörün ivmesine bağlı olarak değişeceğini bilen öğrenciler asansörün ivmesinin yere yaklaştıkça artacağını düşündüklerinden çocuğun ağırlığının da yere yaklaştıkça artacağı sonucunu çıkarmışlardır. Bu cevabı veren öğrenciler muhtemelen ivme ile hız kavramlarını tam olarak ayırt edemediklerinden hızdaki artışı ivmedeki artış olarak yorumlamışlardır. Eylemsizlik kuvvetine bağlı olarak yorum yapan öğrencilerden altıncı modeldeki görüşü belirten öğrenciler eylemsizlik kuvvetinin çocuğu hafifleteceği; yedinci modeldeki görüşü belirten öğrenciler ise eylemsizlik kuvvetinin çocuğun havalanmasına sebep olacağı için çocuğun ağırlıksız kalacağı görüşünü savunmuşlardır. Sekizinci sentetik modelde; sürtünmeli ortamda ağır cisimlerin daha çabuk düştüğünü gözlemleyen öğrenciler sürtünme kuvvetinin çok küçük etkisinin ağırlığı değiştirebilecek bir değere sahip olabileceğini düşünmüşler ve asansörün ivmesinin ağırlık üzerindeki etkisini ihmal etmişlerdir. Dokuzuncu sentetik modelde ise; ağırlığı sadece yerçekimine bağlı olarak yorumlayan öğrenciler, asansörün bulunduğu ortamda yerçekimi değişmediği için ağırlığın da değişmeyeceğini sonucunu çıkarmışlardır. Son sentetik modelde asansör, tartı ve çocuğun aynı hareketi yaptığını bilen öğrenciler asansörün ivmesinin çocuğun ağırlığı üzerindeki etkisini düşünmemişlerdir.

Dördüncü sorunun sentetik modelleri arasında en yaygın olanı; çocuğun eylemsizliğin etkisiyle bir miktar yukarı doğru itileceği ve bunun sonucunda hafifleyeceği görüşünü içeren modeldir (9. S: %20,00; 10. S: %19,64). Bu sorunun sentetik modelleri; 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinde farklı oranlarda ortaya çıkmıştır. Bunun yanında sentetik modellerin hepsine hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinde rastlanmıştır.

Dördüncü sorunun bilimsel modelleri asansörün ivmesinin ağırlık üzerindeki etkisini doğru olarak ifade eden görüşleri içermektedir. Bu modellerde öğrenciler; ivmeli hareket yapan cisimlerin ivmelerinin cisimler üzerinde kuvvet etkisi yaptığı ve serbest düşme hareketi yapan cisimlerin ivmelerinin yerçekimi ivmesine eşit olduğu bilgilerini doğru olarak kullanmışlardır.

#### 4.1.4.3. Dördüncü Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Asansör düşerken çocuğun ağırlığının nasıl değişeceği ile ilgili soruya her iki gruptaki öğrenciler de “azalır” şeklinde cevap vermişlerdir:

G: Asansör düşerken çocuğun ağırlığının nasıl değişeceğine dair ön tahminleriniz nelerdir?

Ö2: Azalır.

Ö3: Azalır.

Ö1: Azalır. Hatta çocuk asansörün tavanına yapışır. Öyle olur.

Ö5: Daha az.

Ö6: Daha az evet.

Ö5: Yukarıya doğru hafif çıkabilir.

Ö4. Yaa, az gösterir diyelim.

İlk gruptaki iki öğrenci ağırlığın azalmasının sebebini asansörün ivmesinin artması olarak açıklamışlardır. Bu öğrenciler asansör düşerken hızının her saniye onar onar artması durumunu yanlış yorumlayarak ivmenin artması şeklinde söylemişlerdir. Burada öğrencilerin hız ve ivme arasındaki ayrımı tam olarak yapamadıkları görülmektedir. Bu tartışmalarda öğrencilerden birinin bu durumu yaşadığı bir olayla benzetme kurarak açıklamaya çalıştığı ve doğru yoruma yaklaştığı görülmüştür. Bu durum öğrencilerin açıklamakta zorlandıkları durumları kendi yaşantılarıyla ilişkilendirdiklerinde daha kolay kavrayabildiklerini ve yorumlayabildiklerini göstermektedir:

G: Neden azalır?

Ö2: Şeyy, ivme artar. Öyle bir şey vardı, asansörlerde işlemiştik ama...

Ö1: Mesela asansörün ağırlığı 100 olsa aşağı doğru her saniyede 10 ivme artacaktır, yani ivme onar onar artacaktır.

Ö2: İvme artacak da....

Ö1: Onar onar arttıkça da ne bileyim bu daha hızlı gidecek.

Ö2: Ters orantılı olduğu için de...

Ö1: Mesela arabanın içinde biz giderken mesela gaza basıyor babam ben koltuğa doğru böyle yapıyorum, geriye doğru gidiyorum. Ona göre düşünersek çocuk yukarı doğru çıkacaktır asansör aşağı inerken.

G: Yani asansörün hızının artmasına tepki olarak o da yukarı doğru çıkacak diyorsun.

Ö1: Evet, yukarı doğru çıkacaktır.

Ö2: Ağırlık azalacaktır.

Ö1: Ağırlığı azalır.

Her iki gruptaki öğrenciler de asansör düşmeden önce çocuğun üzerindeki kuvvetleri çizmeleri istendiğinde doğru bir şekilde gösterebilmişlerdir. Halat koptuktan sonra asansörün hareketiyle ilgili sorulara ikinci gruptaki öğrenciler hızını ve ivmesini doğru bir şekilde açıklayarak cevap vermişlerdir fakat ilk gruptaki öğrencilerin hız ve ivme kavramları hakkında bazı yanlışlıklarla düşüncelere sahip oldukları görülmüştür. İlk gruptaki öğrencilerden biri hız ile ivme arasındaki ilişkiyi, bir diğeri de serbest düşme durumunda ivmede artış olup olmayacağını formüllere dayalı olarak açıklamaya çalışmışlardır. Fakat ilk öğrenci yanlış formül kullandığından ikinci öğrenci ise kullandığı formülü yanlış yorumladığından hatalı açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu durum fizik eğitiminin formüllere dayalı olarak verilmesinin sakıncalı sonuçlarını ortaya koymaktadır:

G: Halat koptuktan sonra asansör nasıl bir hareket yapar?

Ö2: Serbest düşme.

G: Biraz tarif edebilir misin, serbest düşme nasıl bir harekettir?

Ö2: İlk hızı sıfır olacak. Aşağıya doğru ivmesi artarak, hızı da artarak aşağıya doğru inecek.

Ö3: Hızı artacak, ivmeyi bilmiyorum.

Ö1: İlk başta hızı sıfır olacak. Daha sonra aşağı indikçe ivmeye göre artacak.

G: İvme değişir mi peki?

Ö1: İvme hızlanır. Artar yani.

G: Hız artar mı?

Ö1: İvme artınca artar.

Ö2: İvmeyle hız doğru orantılı. İvme eşittir  $V$  bölü  $t$  den.

Ö3: Ama burdaki ivme zaten yerçekimi ivmesi değil midir?

G: Hızın arttığı her durumda ivme artar mı?

Ö1: Hızın arttığı her durumda, artar.

Ö2: Eğer hız sabit artıyorsa sıfır oluyor ivme. Eğer...

G: Ama hız artıyorsa ivme nasıl sıfır olur? Hızdaki değişimdir ivme.

Ö1: Sıfır olmaz da sabit kalır.

G: Asansörün düşmesi durumunda ivmede bir artış olacak mı?

Ö2: Evet, mi?..

Ö1: Şimdi,  $a$  eşittir  $V$  bölü  $t$  ya. Mesela diyelim ki  $V$ ,  $2V$  kadarsa  $t$  de  $t$  kadarsa, ikinci saniyede  $V$ ,  $4V$  olur  $t$  de  $2t$  olur. Oran yine aynı kalır değişmez, sabittir. Ama bu eşit sürede inmiyor ki. Eşit sürede mi iniyor, mesela belli aralığı eşit sürede mi iniyor? Halat kopuyorsa olmaz, yani olmaması lazım, o yüzden ivme artar. Yani eşit sürede buraları geçmez demek istiyorum. O yüzden de hızlanır gitgide, ivme de artar.

Serbest düşme hareketi yapan cisimlerin belli bir ivmeye sahip olup olmadıkları hakkındaki tartışmalar yine öğrencilerin fiziği formüle dayalı olarak öğrendiklerini ve formülü hatırlayamadıklarında öğrendikleri konularla ilgili hiçbir yorum yapamadıklarını göstermiştir:

G: Serbest düşme hareketinde cismin sabit bir ivmesi var mıdır?

Ö2: Asansörün ivmesi var ayrı, cismin de ivmesi var.

G: İkisi aynı hareketi yapıyorlar. Herhangi bir cismi serbest düşmeye bıraktığımız zaman onun hızını değiştiren sabit bir değer var mıdır?

Ö3: Yerçekimi ivmesi.

Ö2: Ağırlığın etkisi var aşağı inerken. Bir de ivme var.

G: Hızının kaçır kaçır arttığını söyleyebilirsin serbest düşmede?

Ö2: 1, 5.. 1, 5, nasıldı o? Ben onu biliyordum.

Ö1: Onar onar değil mi?

Ö2: Bir de beşli vardı. O ne? O öbürküydü herhalde.

G: O yollarla ilgili. Aldıkları yoların oranıydı.

Ö2: Hıııı.

G: Hız onar onar değişiyorsa nedir değiştiren şey?

Ö1: Yerçekimi.

Asansörün ivmesinin çocuk üzerindeki etkisi hakkında öğrenciler aynı şekilde görüş belirtmişlerdir:

G: Asansörün ivmesi çocuk üzerinde bir kuvvet etkisi yapar mı?

Ö1: Asansör inerken çocuğa yukarı doğru o şekilde bir kuvvet olmaz mı? Yapar.

Ö2: Uygular herhalde.

Ö3: Bence uygulanır.

Asansörün yerçekimi ivmesiyle hareket ettiği ortaya çıktıktan sonra öğrencilerden asansör düşerken çocuğa etki eden kuvvetleri çizmeleri istendiğinde bu kuvvetleri göstererek çocuğun ağırlıksız olacağını söylemişlerdir:

G: Asansör düşerken çocuğun üzerindeki kuvvetleri çizebilir misiniz?

Ö2: Hala  $mg$ 'si var. Yukarı doğru biraz şey olur hafifler yani. Hafifleten bir kuvvet olacak yukarıya doğru.

Ö1: Şeyin ivmesi değil mi işte yaa, asansörün ivmesi, yukarı doğru.

G: İvme kuvvet değildir ama onu bir kuvvet olarak nasıl gösterirsiniz?

Ö1: Şimdi bunun  $m$ 'i var ya çocuğun  $m$ 'i.  $m$  çocuk çarpı ivme işte.

G: O ivme nedir?

Ö1:  $g$ 'dir.

Ö2: O zaman  $m$  asansör çarpı  $g$ .

G: Çocuk üzerindeki bakıyoruz.

Ö2:  $mg$ 'si var çocuğun kendinin aşağıya doğru, yukarıya doğru da...

Ö1: Burdaki  $m$  asansör mü  $m$  çocuk mu?

Ö2: Çocuğun kendi kütlesi aşağıya doğru,  $g$  ile beraber çekiyor. Yukarı doğru da böyle bir şey olabilir mi?

G: m asansör çarpı g asansörün ağırlığıdır. Asansörün ağırlığı onu yukarıya çekiyor olabilir mi?

Ö2: Yok. Böyle öyle bir şey olamaz.

Ö1: m çocuk çarpı g bence.

Ö3: Bence de.

Ö2: O zaman aşağıya doğru da mg, yukarı doğru da mg. Birbirini götürür.

G: Çocuk üzerindeki net kuvvet nedir?

Ö2: Sıfır.

Ö3: Sıfırdır.

Ö1: Sıfır olur.

G: Çocuk bir tartı üzerinde bulunuyordu. Asansör düşerken tartı ne gösterecektir?

Ö2: Sıfırı gösterecektir.

İkinci gruptaki öğrenciler ise asansör düşerken çocuğun üzerindeki kuvvetleri şu şekilde belirtmişlerdir:

G: Asansör düşerken çocuğun üzerindeki kuvvetleri gösterebilir misiniz çizerek?

Ö4: Eylemsizlik ile yine aşağı doğru ağırlığı vardır çocuğun.

G: Eylemsizlik kuvveti dediğin kuvvet nedir?

Ö5: ma olması lazım.

Ö6: ma'dır. Yukarı doğru eylemsizlik, aşağı doğru mg.

Ö5: ma eşittir mg.

G: Ordaki a yerine ne yazabiliriz?

Ö5: g.

Ö6: Yerçekimi.

G: Yukarıya doğru etkiyen kuvvet nedir peki o zaman?

Ö4: mg oluyor.

Ö6: mg eşittir ma olduğu için.

Ö5: Ağırlığı oluyor yani.

Ö6: Ağırlığı evet.

G: Bu çocuk düşerken bir tartı üzerinde bulunuyor olsaydı tartı ağırlığını ne gösterecekti?

Ö4: Sıfır.

Ö6: Sıfır.

G: Serbest düşme hareketi boyunca çocuğun ağırlığı için ne söyleyebiliriz?

Ö5: Sıfır.

Ö4: Ağırlığı yoktur.

Ö6: Hep sıfır olarak kalır.

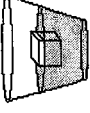
#### 4.1.5. Beşinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

Beşinci soru yine üçüncü soruda olduğu gibi kaldırma kuvveti ile yerçekimi arasındaki ilişkiye dayalı olarak sorulmuştur. Soruda; öğrencilerden, bir bardak su içerisinde bulunan buzun Dünya'daki batma oranı ile Ay'daki batma oranını sadece yerçekimindeki farklılığı göz önünde bulundurularak karşılaştırmaları istenmiştir. Soru; kaldırma kuvveti, yerçekimi ve ağırlık konularını içermektedir.

##### 4.1.5.1. Beşinci Soruya Verilen Cevaplar ve Açıklamaları

Beşinci soruya verilen cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri Tablo 7'de gösterilmiştir. Beşinci soruda; yerçekimindeki değişimin yüzen cisimlerin batma oranları üzerindeki etkisi hakkında öğrenci görüşleri alınmıştır. Öğrencilerin çoğunluğu; sadece ağırlıktaki değişimi göz önünde bulundurarak, çekim kuvvetinin azalmasının ağırlığı azaltacağı ve bunun sonucunda batma oranının da azalacağı şeklinde yorum yapmışlardır (9. S: %32,43; 10. S: %20,24). Öğrencilerin ikinci olarak

**Tablo 7. Öğrencilerin beşinci soruya verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri**

		TOPLAM
		9. S (%) 10. S (%)
<p><b>5. soru:</b> Dünyada, su dolu bir bardağın içine bırakılan buz, hacminin onda dokuzu suyun içinde kalacak şekilde yüzer. Çekimlerdeki farklılığı göz önünde bulundurarak aynı durum Ay’da denenseydi buzun ne kadarının batacağını düşünürdünüz?</p>		
		
A) 9/10 undan fazlası, çünkü;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Çekim kuvveti azaldığı için kaldırma kuvveti de azalır</li> <li>- Su, buzdan yoğun olduğu için daha ağırdır dolayısıyla Ay’da su daha fazla hafifler</li> <li>- Buzun kütlesi azaldığı için yoğunluğu artar</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>1,08 1,62 0,54 3,24 2,16</p>
B) 9/10 undan azı, çünkü;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Çekim kuvveti azaldığı için buzun ağırlığı da azalır</li> <li>- Çekim kuvveti azaldığı için ağırlıktan çok kaldırma kuvveti etkili olur</li> <li>- Atmosfer basıncı olmadığı için buzda hafif bir yükselme olur</li> <li>- Batan kısmın hacmi çekim kuvvetiyle doğru orantılıdır</li> <li>- Ay’da çekim kuvveti daha az olduğu için buzun yoğunluğu azalır</li> <li>- Ay’da çekim kuvveti olmadığı için ağırlık yoktur ama kaldırma kuvveti vardır</li> <li>- Ay’da çekim kuvveti olmadığından buz boşlukta serbestçe doluşur</li> <li>- Bir süre sonra buz erimeye başlar ve hacmi azalır</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>32,43 3,24 2,16 0,00 2,16 0,00 3,78 0,00 1,08 7,57</p>
C) 9/10 u, çünkü;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yerçekiminin değişmesi ağırlığı ve kaldırma kuvvetini aynı oranda değiştirir</li> <li>- Yerçekiminin değişmesi suyu ve buzı aynı oranda etkiler</li> <li>- Suyun ve buzun yoğunluklarında değişiklik olmaz</li> <li>- Kaldırma kuvveti yerçekiminin değişmesinden etkilenmez</li> <li>- Kütle ve yoğunluk hiçbir yerde değişmez</li> <li>- Yüzen cisimlerin batma oranı hiçbir yerde değişmez</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>5,41 6,49 8,11 1,08 0,54 0,00 0,54 2,70</p>
D) Tamamı, çünkü;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ay’da buzun tamamı erir</li> <li>- Ay’da çekim kuvveti olmadığı için kaldırma kuvveti de yoktur</li> <li>- Diğer</li> <li>- Açıklama yok</li> </ul>	<p>0,60 0,00 0,00 1,19 0,60 0,00 0,00 7,14</p>
<b>Cevap yok</b>		9,19

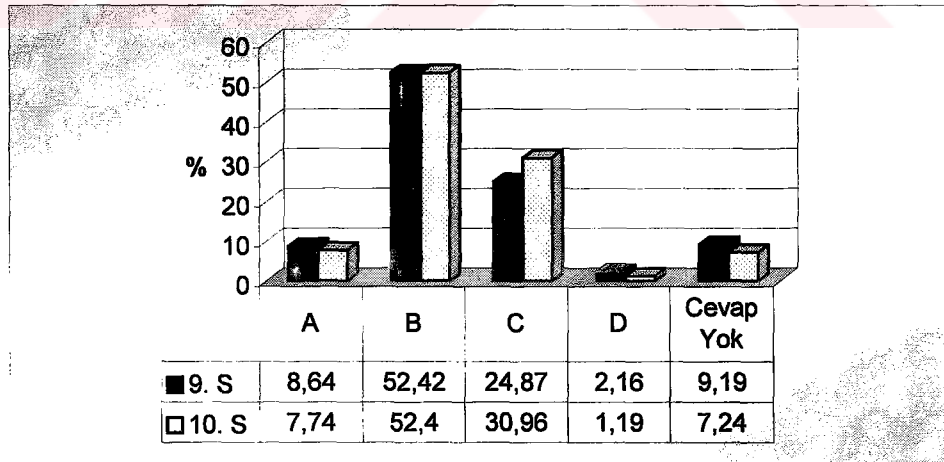
en yüksek oranda verdikleri cevap; yerçekiminin değişmesi suyu ve buzunu aynı oranda etkileyeceğinden buzun batma oranında değişiklik olmayacağı yönündedir (9. S: %8,11; 10. S: %11,31). Yerçekiminin azalmasının hem ağırlığı hem de kaldırma kuvvetini azaltacağı ve bunun sonucunda buzun batma oranının aynı kalacağı cevabı ise 9. sınıf öğrencilerinin %5,41'inden ve 10. sınıf öğrencilerinin %6,55'inden gelmiştir.

Beşinci sorudan alınan cevaplarda öğrencilerin; kaldırma kuvveti, ağırlık, yoğunluk ve Ay'ın çekim kuvveti hakkında yaptıkları farklı yorumlar sonucunda farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Çekim kuvvetinin azalmasının kaldırma kuvvetini azaltacağı, Ay'da çekim kuvveti ve ağırlık olmadığı halde kaldırma kuvvetinin olacağı, kaldırma kuvvetinin yerçekiminden bağımsız olduğu görüşleri kaldırma kuvveti hakkında ortaya çıkan görüşlerdir. Ay'da çekim kuvveti azaldığından buzun ağırlığının da azalacağı, Ay'ın çekim kuvveti olmadığından buzun ağırlığın da olmayacağı görüşleri Ay'daki buzun ağırlığı hakkında ortaya çıkan görüşlerdir. Yoğunluğu fazla olan cisimlerin ağırlıkları da daha fazla olduğundan yoğun cisimlerin Ay'da daha fazla hafifleyecekleri, Ay'da çekim kuvveti azaldığından yoğunluğun da azalacağı, yoğunluğun hiçbir yerde değişmeyeceği görüşleri ise yoğunluk hakkında ortaya çıkan görüşlerdir. Ay'ın çekim kuvveti hakkında ise Ay'ın çekim kuvvetinin olmadığı ve Dünya'dakinden daha az olduğu şeklinde iki farklı görüş ortaya çıkmıştır. Ay'da çekim kuvvetinin olmadığı görüşü hem B şikkını işaretleyen öğrenciler arasında hem de D şikkını işaretleyen öğrenciler arasında ortaya çıkmıştır. Ay'ın çekim kuvvetinin olmadığı görüşü öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevaplarda da görüldüğü gibi hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinde bulunmaktadır. Aynı şekilde kaldırma kuvvetinin yerçekiminden bağımsız olduğu görüşü; üçüncü sorunun cevaplarında da görüldüğü gibi hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencileri arasında yaygındır.

Beşinci soruya verilen cevaplarda; üçüncü sorunun cevaplarında olduğu gibi sadece 9. sınıf ve sadece 10. sınıf öğrencilerinin görüşlerini içeren cevaplar çoğunluktadır. Suyun buzdan daha yoğun olduğu için Ay'da daha fazla hafifleyeceği (9. S: %1,62), Ay'da buzun kütlesi azalacağı için yoğunluğunun artacağı (9. S: %0,54), Ay'da kaldırma kuvveti olmadığı için buzun tamamının batacağı (9. S: %1,08) görüşleri sadece 9. sınıf öğrencilerinde ortaya çıkan görüşlerdir. Batan kısmın hacmi çekim

kuvvetiyle doğru orantılı olduğundan Ay'da buzun daha azının batacağı (10. S: %0,60), Ay'da çekim kuvveti olmadığı için ağırlığın da olmayacağı fakat kaldırma kuvvetinin olacağı bunun sonucunda buzun daha da yükseleceği (10. S: %0,60), Ay'da bir süre sonra buz erimeye başlayacağından daha azının batmış olacağı (10. S: %1,19), yüzen cisimlerin batma oranı hiçbir yerde değişmediği için Ay'da buzun batma oranının aynı kalacağı (10. S: %0,60) görüşleri ise sadece 10. sınıf öğrencilerinde rastlanan görüşler olmuştur.

Şekil 12'de öğrencilerin dördüncü soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı görülmektedir. Öğrencilerin beşinci soruda en yüksek oranda işaretledikleri şık buzun batma oranının Ay'da daha az olacağını belirten B şikkı olmuştur (9. S: %52,42; 10. S: %52,4). Buzun tamamının batacağını belirten D şikkı ise en düşük oranda işaretlenen şiktir (9. S: %2,16; 10. S: %1,19). Cevap şıklarındaki "açıklama yok" oranları genelde düşük olmakla beraber 10. sınıf öğrencilerinin %17,26'sı cevabın B şikkı olduğunu belirtmiş fakat sebebinin açıklayamamıştır. Beşinci soru tüm sorular arasında "cevap yok" oranı en yüksek olan soru olmuştur. Bu soruyu 9. sınıf öğrencilerinin %9,19'u ve 10. sınıf öğrencilerinin %7,14'ü cevapsız bırakmıştır.

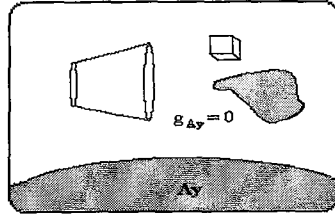


Şekil 12. Öğrencilerin beşinci soruya verdikleri cevapların şıklara göre dağılımı

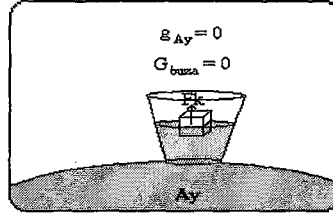
#### 4.1.5.2. Beşinci Sorudan Alınan Cevaplara Göre Öğrenci Zihinsel Modelleri

Beşinci sorudan alınan cevaplara göre öğrencilerin zihinsel modelleri şu şekildedir:

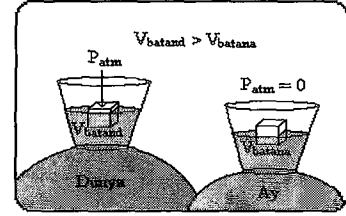
##### Başlangıç Modelleri:



Ay'da çekim kuvveti olmadığından buz boşlukta serbestçe dolaşır.  
(9. S: %3,78; 10. S: %1,79)

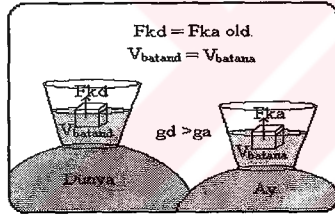


Ay'da çekim kuvveti olmadığından buzun ağırlığı yoktur ama kaldırma kuvveti vardır, bu yüzden buz daha çok yükselir. (10. S: %0,60)

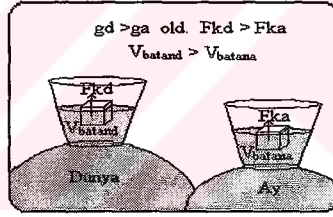


Ay'da atmosfer basıncı olmadığı için buz yükselir.  
(9. S: %2,16; 10. S: %2,98)

##### Sentetik Modeller:



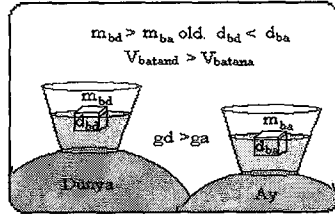
Çekim kuvvetinin değişmesi kaldırma kuvvetini değiştirmeyeceğinden buzun batma oranı değişmez.  
(9. S: %1,08; 10. S: %1,19)



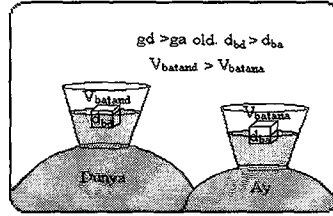
Çekim kuvvetinin azalması kaldırma kuvvetini azaltacağından buz daha çok batar.  
(9. S: %1,08; 10. S: %4,17)



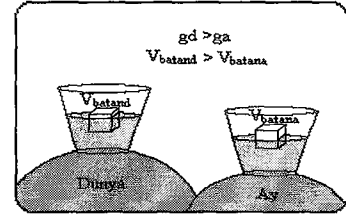
Çekim kuvvetinin azalması buzun ağırlığını azaltacağından buzun yükselmesine sebep olur.  
(9. S: %32,43; 10. S: %20,24)



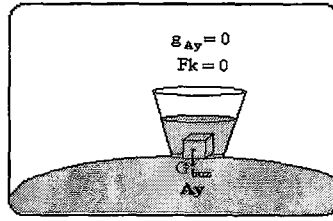
Çekim kuvvetinin azalması buzun kütleini azaltıp yoğunluğunu artıracığından buz daha çok batar.  
(9. S: %0,54)



Çekim kuvvetinin azalması buzun yoğunluğunu azaltır bu yüzden buz daha az batar.  
(9. S: %2,16; 10. S: %1,19)

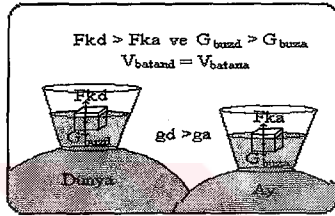


Batın kısmın hacmi çekim kuvvetiyle doğru orantılı olduğundan Ay'da buz daha az batar.  
(10. S: %0,60)

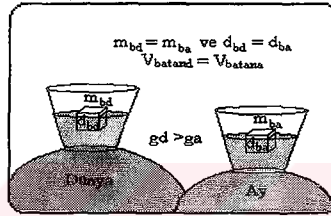


Ay'da çekim kuvveti olmadığından kaldırma kuvveti de yoktur, bu yüzden buz tamamen batar. (9. S: %1,08)

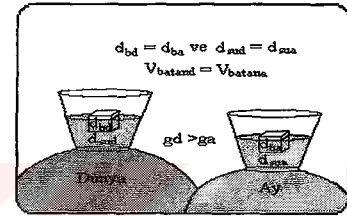
### Bilimsel Modeller:



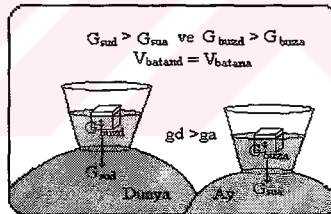
Çekim kuvvetinin değişmesi ağırlığı ve kaldırma kuvvetini aynı oranda etkileyeceğinden buzun batma oranı değişmez. (9. S: %5,41; 10. S: %6,55)



Kütle ve yoğunluk hiçbir yerde değişmediği için buzun batma oranı da değişmez. (9. S: %0,54; 10. S: %1,19)



Suyun ve buzun yoğunlukları değişmeyeceği için batan kısmın hacmi de değişmez. (9. S: %8,11; 10. S: %11,31)



Çekim kuvvetinin değişmesi suyu ve buz aynı oranda etkileyeceğinden buzun batma oranı değişmez. (9. S: %6,49; 10. S: %2,98)

**Şekil 13.** Beşinci sorunun cevaplarından elde edilen öğrenci zihinsel modelleri

Beşinci sorudan alınan cevaplarda öğrencilerin; yerçekimindeki azalmanın buzun batma oranına etkileri hakkındaki görüşleri ortaya çıkmıştır. Beşinci sorunun zihinsel modelleri öğrencilerin bu konudaki görüşlerini yansıtmaktadır. Beşinci sorunun başlangıç modellerinden ilk ikisi Ay'ın çekim kuvveti olmadığı görüşüne

dayanmaktadır. İlk başlangıç modelinde öğrenciler, Ay'da çekim kuvveti olmadığından buzun boşlukta serbestçe dolaşacağını; ikincisinde ise Ay'da çekim kuvveti olmadığını fakat kaldırma kuvvetinin olduğunu belirtmişlerdir. Her iki modelde de öğrenciler bir bilgiye dayanmadan kendi zihinlerindeki fikirleri ortaya koymuşlardır. Üçüncü başlangıç modelinde ise öğrenciler atmosfer basıncının etkisi düşünülerek yorum yapmışlardır. Bu modeldeki görüşü belirten öğrenciler; atmosfer basıncını cisimlere sadece üstten etki eden bir kuvvet olarak düşünmüşler ve bu kuvvetin buzunu aşağı iterek daha da batmasına sebep olacağı görüşünü savunmuşlardır.

Beşinci sorunun sentetik modellerinin ilk ikisi öğrencilerin kaldırma kuvveti hakkında iki farklı görüşünü içermektedir. İlk sentetik modelde öğrenciler; kaldırma kuvvetinin buzun batma oranı üzerinde etkili olduğunu bilmektedirler fakat kaldırma kuvvetinin yerçekiminden bağımsız olduğunu düşündüklerinden çekim kuvvetinin değişmesinin buzun batma oranını etkilemeyeceği sonucunu çıkarmışlardır. Bu öğrenciler ayrıca buzun ağırlığının batma oranı üzerindeki etkisini düşünmemişlerdir. İkinci sentetik modelde ise öğrenciler; kaldırma kuvvetinin yerçekimine bağlı olduğunu bilgisini kullanmışlar fakat yine ilk modelde olduğu gibi ağırlığın batma oranı üzerindeki etkisini düşünmediklerinden kaldırma kuvveti azalacağından buzun daha fazla batacağı sonucuna varmışlardır. Üçüncü sentetik modelde de aynı durum söz konusudur. Fakat bu defa öğrenciler; ağırlığın yerçekimine bağlı olarak değişeceği bilgisini kullanmışlar fakat kaldırma kuvvetinin batma oranı üzerindeki etkisini düşünmemişlerdir. Dördüncü sentetik modelde; yoğunluğa bağlı olarak yorum yapan öğrenciler; Ay'da kütle azalacağı yanlışına düşmüşler ayrıca kütle ile yoğunluk arasında yanlış bir ilişkilendirme yaparak kütle azalmasının yoğunluğu arttıracakını söylemişlerdir. Öğrenciler; bu yanlış görüşlerini yoğun cisimlerin daha fazla battığı bilgisine sentezleyerek yeni bir sentetik model oluşturmuşlardır. Beşinci sentetik modelde de yine yoğunluğa bağlı olarak yorum yapan öğrenciler; muhtemelen çekim kuvveti azaldığında hacmin genişleyeceğini düşünerek ve  $d = m/V$  bağıntısını kullanarak yoğunluğun azalacağı ve buzun daha az batacağı sonucunu çıkarmışlardır. Altıncı sentetik modelde, batan kısmın hacmi çekim kuvvetiyle doğru orantılı olduğundan buzun Ay'da daha az batacağı görüşünü savunan öğrenciler Ay'ın çekim kuvvetinin Dünya'ninkinden az olduğu ve buzun batmasında yerçekiminin etkili olduğu

bilgilerini kullanmışlar fakat kaldırma kuvvetinin etkisini düşünmediklerinden böyle bir yanılgıya düşmüşlerdir. Son sentetik modelde buzun tamamen batacağını söyleyen öğrenciler; Ay'ın çekim kuvvetinin olmadığı konusunda yanılgıya düşmüş olmalarına rağmen kaldırma kuvvetinin yerçekimine bağlı olduğu bilgisini doğru bir şekilde kullanmışlardır. Sentetik modeller arasında en yaygın olan model, Ay'da çekim kuvveti azaldığı için buzun ağırlığının da azalacağı ve bunun sonucunda batma oranının artacağı görüşünü içeren modeldir (9. S: %32,43; 10. S: %20,24).

Beşinci sorunun bilimsel modelleri çekim kuvvetinin değişmesinin ağırlık, kaldırma kuvveti, kütle ve yoğunluk üzerindeki etkilerini doğru bir şekilde açıklayan bilgileri içermektedir. Beşinci sorunun bilimsel modellerinin tümü hem 9. sınıf hem de 10. sınıf öğrencilerinde birbirine yakın oranlarda ortaya çıkmıştır.

#### 4.1.5.3. Beşinci Soru İle İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Beşinci soruda; yüzen cisimlerin batma oranlarının çekim kuvvetindeki farklılığa bağlı olarak nasıl değişeceği konusunda öğrenci görüşleri alınmıştır. Bu durum yine hikayedeki olaylarla bağlantılı olarak ele alınmıştır. Beşinci soruyla ilgili görüşmelerin başında öğrencilere bu durum aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

“Hikayenin bazı bölümlerinde yolcuların yemek yediklerinden ve bir şeyler içtiklerinden bahsediliyor. Merminin ağırlıksız olduğunu biliyoruz. Şimdi bu olayda hayal gücümüzü de kullanarak bazı değişiklikler yapalım. Yolcuların Ay'a ulaştıklarını ve su içtikleri bardağın içinde buz olduğunu düşünelim. Yolcular bu bardağı Dünya'dayken ellerinde tutuyor olsalardı içindeki buzun onda dokuzu batmış olacaktı. Sadece yerçekimindeki farklılığı göz önünde bulundurarak yolcuların su içtiği bardağın içindeki buzun Ay'da ne kadarının batacağını düşünürdünüz?”

Bu konu tartışılmaya başlanmadan önce öğrencilerin Ay'ın çekim kuvveti hakkındaki bilgilerinden emin olmak için Ay'ın çekim kuvvetinin olup olmadığı sorusu tekrar sorulmuştur:

G: Ay'ın çekim kuvveti var mıdır?

Ö2: Vardır.

Ö1: Ay'ın yerçekimi vardır. Normal g nin yaklaşık bir bölü altısı kadar.

Ö3: Vardır.

Öğrenciler; buzun Ay'daki batma oranı hakkında ön tahminlerde bulunmuşlardır. Bu konudaki ön tahminlerinde ilk gruptaki öğrencilerden biri ağırlığın değil de kütlenin yerçekimine bağlı olarak değişeceğini düşünmüş ve Ay'da kütle azalacağı için kaldırma kuvvetinin de azalacağı yorumunda bulunmuştur:

G: Aynı bardak ve su Ay'da olsaydı buzun ne kadarı batardı? Ön tahminleriniz nelerdir?

Ö2: Orda şey olacak. V batan çarpı d sıvı işte kütleyle eşitti. Kütle altıda biri kadar azaldığı zaman kaldırma kuvveti de altıda biri kadar azalacak.

G: Azalan şey kütle midir peki Ay'da?

Ö2: Evet. Kütle azalınca kaldırma kuvveti de azalır.

Ö3: Azalan şey g dir.

Ö2: Haa, doğru.

Ö1 Yerçekimi azalmıyor mu? Fk burda şey oluyor...

İlk gruptaki öğrenciler buzun Ay'daki batma oranına dair ön tahminlerinde kaldırma kuvveti azalacağı için buzun batma oranının artacağı yönünde görüş bildirmişlerdir. Üçüncü soruyla ilgili görüşmeler sonucunda kaldırma kuvvetinin yerçekimine bağlı olarak değişeceğini kavrayan öğrenciler bu defa da ağırlıktaki değişimi ihmal ettikleri için yanılığa düşmüşlerdir:

G: Sadece ön tahmin olarak azalır, artar ya da değişmez şeklindeki tahminleriniz nelerdir?

Ö2: Azalır.

G: Daha mı azı batar?

Ö2: Daha mı azı batar. Hayır. Aşağıya doğru girer içeriye çünkü F kuvveti azalıyor.

Ö1: Batan kısmı artar. F kuvveti altıda biri kadar azalır. O yüzden de daha çok batar.

Ö3: Hı hı. Daha çok batar.

İkinci gruptaki öğrenciler yoğunluk değişmediği için buzun batma oranının da değişmeyeceğini düşünmüşlerdir:

G: Ön tahminlerinize göre Ay'da buzun ne kadarı batar?

Ö5: Aynı.

Ö6: Yoğunluğu değişmiyor ki, Ay'da, o şeyin, buzla suyun. O zaman yine aynı şekilde batar.

Ö4: İm. Yoğunlukları arasındaki fark aynı. Aynı olur herhalde. Yoğunlukları değişmez herhalde. Kütle değişmiyor, hacmi de değişmiyor, yoğunluğu da değişmez ikisinin de..

İlk gruptaki öğrenciler su içerisindeki buzun dengede tutan kuvvetleri doğru bir şekilde göstermişlerdir. Fakat bu öğrencilerden biri ilk anda kaldırma kuvvetindeki yerçekimi ivmesini koymayı ihmal etmiş, hemen sonra yaptığı hatayı fark ederek düzeltmiştir:

G: Dünya'dayken buzun bardağın içinde dengede tutan kuvvetleri gösterebilir misiniz?

Ö2: F kaldırma kuvveti ile ağırlığı.

Ö1: Fk ya G, yani m buz çarpı g.

G: G dediğiniz ağırlık mg kadar, Fk nedir?

Ö2: V batan çarpı d sıvı.

Ö1: V batan çarpı d sıvı çarpı g.

Ö2: Hum. Bir de g si var.

Ö3: Fk mı? V batan çarpı d sıvı çarpı g.

İkinci grupta da yine aynı şekilde öğrencilerden biri kaldırma kuvvetindeki yerçekimi ivmesini ilk anda ihmal etmiş ve daha sonra yaptığı hatayı fark ederek düzeltmiştir. Bu durum öğrencilerde yerleşmiş kavramların yerine yenilerini yerleştirmenin oldukça güç olduğunu göstermektedir:

G: Dünya'dayken buz suyun içerisinde dengede tutan kuvvetler nelerdir şekil çizerek gösterebilir misiniz?

Ö5: Fk var mg var. Başka bir şey yok.

Ö4: Evet.

G: Fk nın bağıntısını yazabilir misiniz?

Ö6: V batan çarpı d su.

Ö5: V batan çarpı d su çarpı g.

Ö6: Yine g.

Ö4: V batan çarpı d su, g yine var.

Öğrencilere şekil üzerinde çizdikleri kuvvetlerden hangilerinin yerçekimine bağlı olarak değişeceği sorulduğunda ilk gruptaki öğrenciler her ikisi de yerçekimine bağlı olduğundan ikisinin de değişeceğini söyleyebilmişlerdir. Fakat yerçekiminin değişmesinin ağırlığı nasıl etkileyeceği sorulduğunda ağırlıkla neyin kast edildiğini tam olarak anlamadıkları ve çok farklı yorumlarda buldukları görülmüştür. Bu öğrenciler yerçekiminden dolayı aşağı yönde etki eden kuvveti “mg” ya da “G” olarak kullanabildikleri halde bunu “ağırlık” olarak düşünememişlerdir. Öğrencilerin ayrıca kütle denildiğinde de tam olarak neden bahsedildiğini anlamadıkları görülmüştür. Ancak kütle için “m” olduğu söylendiğinde doğru yorum yapabilmişlerdir. Bu da öğrencilerin sembollere bağlı olarak öğrendiklerini ve bu şekilde öğrendikleri konuları tam olarak anlamlandıramadıklarını göstermektedir:

G: Yerçekiminin değişmesi bu çizdiğiniz kuvvetlerden hangilerini değiştirir?

Ö2: mg yi de değiştirir Fk yi da değiştirir. Çünkü ikisinde de g var. Etkiliyor ikisini de.

Ö1: Yerçekimi  $mg$  si,  $m$  çarpı  $g$  bölü altı olur.  $F_k$  sı da şey olur işte, çarpı bir bölü altı. İkisi de değişir, yani azalır.

G: Yerçekiminin azalması buzun ağırlığını nasıl etkiler?

Ö2: Ağırlığı normalde azalması lazım, bu azalınca.

Ö3: Azalması lazım.

Ö2: Artar mı acaba? Azalır mı?

Ö1: Artar herhalde. Yaa, şimdi nasıl diyeyim, ağırlığı aynı da yerçekimi azalır. Yerçekimi azalınca burası da bir bölü altı, burası da bir bölü altı oranında azalır. Bence gene...

G: Kaldırma kuvvetini düşünmeden sadece ağırlığa ne olacağını söyleyebilir misin?

Ö1: Ağırlığı azalmaz.

Ö2: Şey yok mu?  $mg$ 'de bu ters orantılı. Bu ( $g$ ) azalınca bunun ( $m$ 'in) artması gerekmez mi?

G: Kaldırma kuvvetinin mi?

Ö2: Hayır, hayır.  $m$ 'in.  $mg$  ya. çarpımı bu ( $m$ ) bununla ( $g$  ile) ters orantılı çarpım durumunda oldukları için.

G:  $g$  azaldı kütle artacak diye mi düşünüyorsun?

Ö2: Evet.

G: (Ö1'e) Sence neden artar?

Ö1: Ben artar da demiyorum, azalır da demiyorum, değişmez yani. Sonuçta azalan  $g$  değil miydi? Yerçekimi ivmesi azalır ama ağırlık azalmaz. Sabit kalır.

G: Ağırlık değişmez diyorsun.

Ö1: Ağırlık derken, ağırlık dediğimiz şu ( $mg$ ) değil mi? Haa, o zaman tamam. O da azalır. Altıda biri kadar azalır. Tamam; azalır, azalır.

G: (Ö2'ye)  $m$  artar dedin. Kütle değişir mi cismin bulunduğu yere göre?

Ö2: Yerçekimine göre değişmez mi?

G: Mesela Dünya'da 10 gram gelen bir şey Ay'da nasıl olur?

Ö2: Ay'da bir bölü altısı kadar geliyor.

Ö1: (Ö2'ye) Bak şimdi, bir şey diyebilir miyim? Kütle dediğimiz şu  $m$  oluyor, ağırlık dediğimiz  $G$  oluyor.  $m$  sabit kalıyor,  $G$  yerçekimi değiştikçe değişiyor.

Ö2: Biz şimdi şu  $G$  den mi konuşuyoruz.

G: Ağırlıktan bahsediyoruz.

Ö2: Haa bu, değişmez.

Ö1: Değişmez mi?

Ö2: m değişmez G değişir. Şu küçük g, yani yerçekimi ivmesi bunu (G'yi) değiştirir. Mesela Dünya'da birken Ay'da bir bölü altı olur. Ağırlık değişir.

G: Peki az önce söylediğin şey, bu kütlenin artacağı doğru mu?

Ö2: Değil.

Ö1: Kütle değişmez. Ben de onu diyorum işte.

G: Yerçekiminin azalması kütleği değiştirmiyor, peki ağırlığı nasıl değiştiriyor?

Ö2: Yerçekimi azaldıkça azalıyor, arttıkça artıyor.

Ö1: Yerçekimi azaldığı için o da azalır.

İlk gruptaki öğrenciler yerçekiminin azalmasının kaldırma kuvveti üzerindeki etkisini doğru bir şekilde açıklamışlardır:

G: Yerçekiminin azalması kaldırma kuvvetini değiştirir mi?

Ö2: Değiştirir.

Ö3: Değiştirir.

Ö1: Bir bölü altı oranında azalır, çünkü çarpı g idi. Evet, bir bölü altı oranında azalır.

İkinci gruptaki öğrenciler ise yerçekiminin azalmasının hem kaldırma kuvveti hem de ağırlık üzerindeki etkisini doğru bir şekilde açıklamışlardır:

G: Yerçekiminin değişmesi bu kuvvetlerden hangilerini değiştirir?

Ö5: Ağırlığı değiştirir. Kaldırma kuvvetini de değiştirir. Aynı oranda.

Ö4: Evet. Değişmez yine böyle kalırlar. Bunun ağırlığı değişecek. Sonuçta bu (Fk) da değişir. g azaldığı için.

G: Yerçekiminin değişmesi buzun ağırlığını nasıl etkiler?

Ö5: Azaltır.

Ö6: Azalır.

Ö4: Buzun ağırlığını azaltır.

G: Kaldırma kuvveti yerçekiminin değişmesinden etkilenir mi?

Ö5: Etkilenir.

Ö4: Etkilenir. O da azalır.

G: Yerçekimi azalırsa kaldırma kuvveti nasıl değişir?

Ö5: Azalır.

Ö4: Ben azalır dedim.

Ö6: O da azalır.

Öğrenciler yerçekimi azaldıktan sonra buzun üzerindeki kuvvetleri tekrar çizdiklerinde buzun yine aynı şekilde dengede kalacağını ve batma oranının değişmeyeceğini fark etmişlerdir:

G: Ay'daki durum için buz ve buzun üzerindeki kuvvetleri çizebilir misiniz?

Ö2: F kaldırma var yine. Ama az, bir bölü altısı kadar.

Ö1: Şöyle diyebilir miyiz? Fk bölü altı yukarı doğru. Burası da mg bölü altı.

Ö2: mg de bir bölü altısı kadar bu da bir bölü altısı kadar. Yani yine birbirini dengeliyor.

Ö1: Evet.

Ö2: O zaman aynı şekilde kalır.

Ö1: Evet, doğru.

Sonuç olarak öğrenciler yerçekiminin değişmesinin yüzen cisimlerin batma oranlarını değiştirmeyeceğini söylemişler ve nedeni açıklamışlardır:

G: Yerçekiminin değişmesi yüzen cisimlerin batma oranını değiştirir mi?

Ö2: Değiştirmez.

Ö1: Değiştirmez.

G: Neden değiştirmez?

Ö2: Çünkü birbirini, eşit kalıyor iki tarafta da, dengede kalıyor. Burda da (Dünya'da) dengede kalıyor, burda da (Ay'da). Dengede kalıyor.

Ö1: Ben anlatabilir miyim? Şimdi, F kaldırma kuvveti Dünya'dayken, işte mesela Fk'ya X diyelim, mg'de Y olsun. Burası X bölü altı olur Ay'dayken,

diğeri de Y bölü altı oluyor. Sonuçta oran olarak aynı değıştikleri için gene aynı şekilde kalır.

İkinci grupta:

G: Ay'da buzun batma oranında değışiklik olur mu?

Ö5: Batma oranı değışmez.

Ö4: Değışmez.

Ö6: Değışmez.

G: Neden değışmez batma oranı?

Ö5: Kuvvetler aynı oranda azalıyor.

Ö6: Değışmez yani. Yaa, hala kafam yoğunlukta falan kalmış oldu da. Yoğunlukları değışmediği için değışmez gibi geliyor bana. Madde aynı madde yine. Ama bunlar (kuvvetler) da birbirini dengelediğine göre gene aynı şekilde kalır.

G: Batan cisimlerin yüzme oranı cismin bulunduğu yerin çekimine göre değışirmi?

Ö4: Değışmez.

Ö5: Değışmez.

Ö6: Yok, değışmiyor.

Öğrencilere kaldırma kuvveti bağıntısını ilk yazdıkları gibi olsaydı sonucun ne olacağı sorulmuş ve oradaki yerçekimi ifadesinin ne kadar önemli olduğu gösterilmiştir:

G: Kaldırma kuvvetine  $g$ 'yi yazmasaydınız, ilk yazdığınız gibi olsaydı formül yine batma oranının aynı kalacağını söyleyebilir miydiniz?

Ö5: Hayır.

Ö4: Yok, hayır.

Ö5: Batardı o zaman.

## **4.2. Bilimkurgu Hikayelerinin Fizik Derslerinde Kullanılması ile İlgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular**

Görüşmelere başlamadan önce her iki gruptaki öğrencilere; Jules Verne’ün “Ay’ın Çevresinde Seyahat” adlı hikayesinden seçilen bazı bölümlerdeki fizik konuları ile ilgili ifadeleri tespit edip değerlendirmelerine yönelik bir çalışma yaptırılmıştır. Görüşmelerin sonunda da öğrencilerin bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanımı hakkındaki görüşleri alınmıştır. Bu bölümde bilimkurgu hikayelerinin derste kullanımı ile ilgili olarak yapılan bu iki çalışmanın bulgularına yer verilecektir.

### **4.2.1. Öğrencilerin Seçilen Bilimkurgu Hikayesindeki Fizikle İlgili Olaylar Hakkındaki Değerlendirmeleri**

Görüşmelerin başlangıcında öğrencilere Jules Verne’ün “Ay’ın Çevresinde Seyahat” adlı hikayesinden bazı bölümler verilerek bunlardaki fizik konularıyla ilgili bilimsel bilgiyle tutarlı ya da çelişkili olan ifadeleri tespit etmeleri istenmiştir. Bunun için öğrencilere Ek 2a’daki üç sayfalık kısım verilmiştir. Bu sayfalarda öğrencilere yapacakları çalışmayla ilgili açıklama, hikayenin özeti, hikayenin kahramanları, hikayeden seçilen bölümler ve boş bir tablo bulunmaktadır. Öğrenciler buradaki boş tabloyu hikayenin kendilerine verilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeleri kaydetmek için kullanmışlardır. Öğrenciler ayrıca bu tabloya; buldukları ifadelerin fiziğin hangi konusuna ait olduğunu, bilimsel bilgiyle tutarlıysa tutarlı olan yanını, çelişkiliyse çelişkili olan yanını ve çelişkiliyse olması gereken doğru ifadeyi de yazmışlardır. Bu tablonun bir benzeri daha önce Perales-Palacios ve Vélchez-González (2002)’in çizgi filmlerin fizik öğretiminde kullanılması hakkındaki araştırmalarında kullanılmıştır. Bu çalışma; öğrencilerin okudukları kaynaklardaki fizikle ilgili olayların farkına varıp varamadıklarını ve bunların doğruluğu hakkında değerlendirmede bulunup

bulunamadıklarını araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu çalışma için öğrencilere yaklaşık 20 dakikalık süre verilmiştir.

Tablo 8, 9, 10, 11, 12 ve 13 öğrencilerin; hikayenin kendilerine verilen bölümlerinde buldukları fizikle ilgili ifadeler hakkında yaptıkları değerlendirmeleri göstermektedir. Bu tablolara öğrencilerin EK 2a'daki boş tabloya yazdıkları ifadeler hiç değiştirilmeden aynen yazılmıştır. Her öğrenci bilimsel bilgiyle çelişkili ifade bulamadığından bazı öğrenciler doldurdukları tablolarda “bilimsel bilgile çelişkili yanı” ve “olması gereken doğru ifade” sütunlarını boş bırakmışlardır. Bu yüzden burada da öğrencilerin tablolarında bu iki sütün yazılmamıştır. Tablolarda gösterilen numaralar araştırmacı tarafından öğrencinin yazdığı ifadeyle ilgili değerlendirmelerin takibini kolaylaştırmak amacıyla koyulmuştur. Bir tablo içinde aynı numarayla gösterilen değerlendirmeler aynı ifadeye aittir. Bazı durumlarda öğrenciler buldukları ifadelerle ilgili değerlendirme yapamadıklarından tablolarda bazı numaraların devamı yoktur.

**Tablo 8.** Ö1'in hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi

<b><u>Fizikle İlgili İfade:</u></b>	<b><u>Fizikteki</u></b>	<b><u>Bilimsel Bilgiyle Tutarlı Yanı:</u></b>
1. Merminin atılışı	<b><u>Konusu:</u></b>	2. Gerçekte de Ay ile Dünya arasında çekimlerin eşitlendiği yer vardır. Doğru.
2. Nötr nokta	1. Eğik atış	3. Yerçekimi belli bir noktadan sonra sıfırlanıyor.
3. Bardağın havada kalması	2. Yerçekimi	5. Mesela bir bowling topu ile bir elmayı aynı mesafeden yere bıraktığımızda aynı anda düştükleri görülür, bu da düşüş hızlarının aynı olduğunu gösterir.
4. Merminin torbayı yörüngesinde tutması	3. Çekim kuvveti	
5. Ağırlıkları ya da biçimleri ne olursa olsun cisimler boşlukta aynı hızda düşerler.	4. Hareket	

**Tablo 9.** Ö2'nin hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi

<b><u>Fizikle İlgili İfade:</u></b>	<b><u>Fizikteki Konusu:</u></b>	<b><u>Bilimsel Bilgiyle Tutarlı Yanı:</u></b>
1. Merminin atılışı 2. Havada kalmaları 3. Merminin çekim gücüyle tuttuğu ve Ay'a kadar yanında taşıyacağı uzay cisimciği olan torba 4. Boşlukta cisimler ağırlıkları önemsenmeden aynı hızda hareket ederler	1. Aşağıdan yukarıya atış hareketi 2. Çekim kuvveti 3. Çekim kuvveti 4. Sürtünme kuvveti	1. Mermi nötr noktaya ulaşacak ve sonra sadece kendi ağırlığı ile Ay'ın üstüne düşecek. Doğru bilgi. 2. Yerçekimi kuvveti nötrlendiğinde ağırlıkları önemsenmeyerek havada kalıyorlar. 4. Sürtünme kuvveti sayesinde cisimler yavaşlar. Boşlukta sürtünme kuvveti olmadığından ağırlık önemsizdir.

**Tablo 10.** Ö3'ün hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi

<b><u>Fizikle İlgili İfade:</u></b>	<b><u>Fizikteki Konusu:</u></b>	<b><u>Bilimsel Bilgiyle Tutarlı Yanı:</u></b>
1. Merminin nötr noktadan sonra Ay'a kendi hızıyla düşmesi 2. ... nasıl bir başlangıç hızıyla fırlaması gerektiğini... 3. Bu nesne mermi gibi hareketsiz görünüyordu, buna göre torba da mermi ile aynı hızda ilerliyordu. 4. Bu cismin merminin özgül ağırlığından kesinlikle daha az olan özgül ağırlığının onun mermiyle... 5. Cisimlerin havada kalması	1. Çekim kuvveti 2. Eğik atış hareketi 3. Bağıl hız 4. Özkütle 5. Sürtünmesiz ortamda hareket	1. Nötr noktadan sonra Dünya'nın çekim kuvveti olmayacak. Bunun için Ay'a kendi hızıyla düşecek. 2. İstenilen yere düşmesi için başlangıç hızının hesaplanması lazım. 3. Aynı hıza sahip oldukları için onu hareketsiz olarak görüyorlar. 5. Ortam sürtünmesiz olduğu ve yerçekimi olmadığı için havada kalıyorlar.

**Tablo 11.** Ö4'in hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi

<b><u>Fizikle İlgili İfade:</u></b>	<b><u>Fizikteki Konusu:</u></b>	<b><u>Bilimsel Bilgiyle Tutarlı Yanı:</u></b>
1. Ay'a ulaşmak için gerekli fırlatma hızı 2. Cisimlerdeki ağırlık kaybı 3. Boşlukta farklı kütleli cisimlerin eşit hızda hareket etmesi 4. Ay'ın ve Dünya'nın çekim gücünün eşitlendiği nötr nokta	1. Hareket 2. Yerçekimi 3. Yerçekimi 4. Yerçekimi	1. Cisimlerin belli bir mesafeyi kat etmesi için belli bir başlangıç hızı gereklidir. 2. Yerçekimi azaldıkça cisimlerde ağırlık kaybı gözlenir.

**Tablo 12.** Ö5'in hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi

<b><u>Fizikle İlgili İfade:</u></b>	<b><u>Fizikteki Konusu:</u></b>	<b><u>Bilimsel Bilgiyle Tutarlı Yanı:</u></b>	<b><u>Bilimsel Bilgiyle Celîşkili Yanı:</u></b>	<b><u>Olması Gereken İfade:</u></b>
1. Başlangıç hızı 2. Ay'ın ve Dünya'nın çekimlerinin sıfırlandığı nokta 3. Merminin ağırlığı hemen hemen yok gibi ve azalmakta 4. Yerçekimine bağlı olmayan yaylı kantar ağırlık azalmasını ölçebilir. 5. Acaba mermimizin çekim gücüyle tuttuğu ve Ay'a kadar yanında taşıyacağı uzay cisimciklerinden biri... 6. Boşlukta cisimler ağırlıkları ya da biçimleri ne olursa olsun eşit hızda düşer ya da hareket ederler	1. Hareket 2. Yerçekimi 3. Yerçekimi 4. Yerçekimi 5. Yerçekimi 6. Yerçekimi	1. Mermiyi fırlatmak için gerekli 3. Dünya'dan uzaklaştıkça yerçekimi ivmesi azalacağından ağırlık azalır 4. Yaylı kantar yerçekimli ortamda bunu yapabilir 5. Eğer merminin ağırlığı Ay'ın ağırlığından büyük olsaydı olabilirdi. 6. Boşlukta cisimler sabit hareket ediyorlarsa sabit; ivmeli hareket ediyorlarsa ivmeli bir hareket yaparlar.	4. Ağırlık zaten yerçekimine bağlı bir değerdir 5. Buradaki merminin çekiminin Ay'ın çekiminden büyük olması	4. O anki yerçekimine bağlı yaylı kantar ağırlık azalmasını ölçebilir.

**Tablo13.** Ö6'nun hikayenin seçilen bölümlerindeki fizikle ilgili ifadeler hakkındaki değerlendirmesi

<b><u>Fizikle İlgili</u></b> <b><u>İfade:</u></b>	<b><u>Fizikteki</u></b> <b><u>Konusu:</u></b>	<b><u>Bilimsel Bilgiyle</u></b> <b><u>Tutarlı Yanı:</u></b>	<b><u>Bilimsel Bilgiyle</u></b> <b><u>Çelişkili Yanı:</u></b>	<b><u>Olması</u></b> <b><u>Gereken</u></b> <b><u>İfade:</u></b>
1. Yerçekimiyle maddenin aşağı hareketi	1. Yerçekimi	1. Ağırlık	1. Farklı ağırlık ve şekilli maddeler aynı anda yere düşemezler.	1. Özgül ağırlığı az
2. Merminin poşeti peşinden sürüklemesi	2. Çekim gücü	2. Maddeler birbirlerini çekebilirler	2. Mermi çekim gücüyle poşeti çekemez.	olan madde aynı düzeyde
3. Çekimin ters yönde oluşup birbirini nötrlemesi	3. Çekim gücü	3. Nötr noktada mutlaka olur.	3. Uzaklık kütleyle ilgiliyse yolun daha öncesinde de nötrlenir.	inmemeli
4. Merminin başlangıç hızıyla fırlatılması	4. Başlangıç hızı	4. Madde ilk hızla fırlatılırsa yükselir ve bir süre sonra ağırlık etkisiyle düşer.	Sadece kendi ağırlığıyla düşemeyebilir.	

Öğrencilerin yaptıkları değerlendirmelere bakıldığında hikaye içerisinde geçen fizikle ilgili ifadeleri bulmada oldukça başarılı oldukları görülmektedir. Öğrencilerin çoğu buldukları ifadelerin tümünün fiziğin hangi konusuyla ilgili olduğunu yaklaşık olarak belirtebilmişlerdir. Ancak buldukları ifadelerin bilimsel bilgiyle tutarlı ya da çelişkili olduğu konusunda yaptıkları değerlendirmelerde bazı konularda yetersiz oldukları görülmüştür. Öğrencilerin çoğu bilimsel bilgiyle tutarlı olduğunu düşündükleri ifadelerin tutarlı yanını açıklamışlar fakat diğer ifadelerin tutarlı ya da çelişkili olduğu konusunda bir yorum yapamamışlardır. Öğrenciler buldukları ifadeleri kendi bilgilerine göre değerlendirdiklerinden tutarlı olduğunu söyledikleri bazı ifadelerde kendi kavram yanılgılarını kullanarak açıklama yapmışlardır. Bu da öğrencilerin sahip oldukları ön kavramların fiziksel dünya ile ilgili olayları yorumlamalarında oldukça etkili bir rol oynadığını göstermektedir. Bu durum

öğrencilerin ön kavramlarının araştırılıp fizik öğretiminin buna göre düzenlenmesinin önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir.

Öğrencilerin çoğu yaptıkları değerlendirmelerde bilimsel bilgiyle çelişkili ifade gösterememişlerdir. Çalışmaya katılan altı öğrenciden sadece iki tanesi buldukları ifadelerdeki çelişkili olduğunu düşündükleri bazı noktaları açıklayabilmişlerdir. Bu öğrencilerin açıklamaları da yine kendi bilgilerine göre olduğundan bazı durumlarda doğru olmayan yorumlar da yapmışlardır. Diğer öğrenciler ise çelişkili buldukları ifadeler ile ilgili hiçbir yorum yapamamışlardır. Bu durum; öğrencilerin okudukları kaynaklara karşı eleştirel tutumla yaklaşma alışkanlığı kazanmamış olmalarından kaynaklanmaktadır. Bundan önceki bölümde de görüşmelerde bazı öğrencilerin hikayede anlatılanları doğrulayacak şekilde açıklama yaptıkları görülmüştü. Bütün bunlar öğrencilerin okuduklarını eleştirmeden doğru kabul etmeye eğilimli olduklarını göstermektedir. Bu kaynakların eleştirel bir yaklaşımla derslerde kullanılması öğrencilerin bunlardan kontrolsüzce yanlış bilgiler edinmelerini önlemede ve eleştirel düşünme yeteneğini geliştirmede etkili olabilir.

Öğrencilerin değerlendirmeleri onların hikayede karşılaştıkları fizikle ilgili olayların farkına varabildiklerini, bu olaylardaki bilimselliği kendi ön kavramlarına göre değerlendirdiklerinden bazı hatalı değerlendirmeler yapabildiklerini ve hikayede anlatılanlara karşı eleştirel bir tutumla yaklaşma alışkanlığının gelişmemiş olduğunu göstermiştir.

Öğrenciler okudukları kaynaklarda bilimsel bilgiyle tutarlı olan ya da çelişen bir çok olayla karşılaşmaktadırlar. Öğrencilerin bu olayların farkına varıp bunları eleştirel düşünce süzgecinden geçirerek haklarında doğru değerlendirmeler yapabilmeleri önemlidir. Öğrenciler öğrendikleri fizik bilgilerini bu kaynaklarda da kullanabilmelidirler. Bunun için öncelikle öğrencilerde okuduklarına karşı eleştirel düşüncenin geliştirilmesi gerekmektedir. Fizik derslerinde bu kaynakların bu tür uygulamaları sıkça yapılarak öğrencilerde hem eleştirel düşünce yeteneğinin hem de doğru değerlendirme yapabilme yeteneğinin geliştirilmesi sağlanabilir.

#### 4.2.2. Bilimkurgu Hikayelerinin Fizik Derslerinde Kullanılması İle İlgili Öğrenci Görüşleri

Anket sorularıyla ilgili görüşmelerden sonra, görüşmeye katılan öğrencilerin bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılması hakkındaki görüşleri alınmıştır. Öğrenciler; bu konuyla ilgili oldukça olumlu görüşler belirtmişlerdir. İlk gruptaki öğrenciler bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılmasının ne gibi sonuçları olabileceği konusunda şu yorumları yapmışlardır:

G: Sizlerle bilimkurgu hikayelerinin fizik eğitiminde kullanılması ile ilgili bir örnek yaptık. Şimdi bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılmasının sizler üzerinde ne gibi etkileri olabilir bunu tartışacağız. Sizlere bununla ilgili birkaç sorum olacak. Öncelikle, bilimkurgu hikayeleri derste kullanılsaydı sizce nasıl olurdu?

Ö2: Bence iyi olurdu. Düşünebilirdik o zaman mesela onunla fiziği karşılaştırarak daha doğru şeyleri bulurduk. Hem de daha iyi olurdu yani. Araştırma isteği artardı.

Ö3: Hem formüller daha kalıcı olurdu hem de yani dersler daha zevkli hale gelirdi.

İkinci gruptaki öğrenciler de bu konuda yine oldukça olumlu görüşler belirtmişlerdir. İkinci gruptaki öğrencilerin yorumları şu şekilde olmuştur:

G: Burada sizlerle bilimkurgu hikayelerinin fizik eğitiminde kullanımı ile ilgili bir örnek gerçekleştirdik. Fizik derslerinde bilimkurgu hikayelerinin öğrenciler üzerinde ne gibi etkilerinin olabileceği ile ilgili konuşacağız şimdi. Söylemek istediğiniz bir şeyler var mı bu konuda? Nasıl etkiler sizce?

Ö5: Bence iyi etkiler. Çünkü; anlaması daha kolay oluyor, unutmuyorsun. Mesela ben unutmuştum bunları ama yeniden hatırladım. Bi daha da unutmam herhalde.

Ö6: Kesinlikle, hele hele böyle bir şekilde olursa daha eğlenceli olur ve yani ders havasından çıktığı için daha insan kendini iyi hissettiği için unutmaz bi de.

Yani ben şu anda diyelim ezberlemiştim. V batan çarpı d sıvı. Ama şimdi ordaki g... hala kafam onu kabullenemiyor ama o kadar ezbercilikten...

Ö4: Kolaylaştırır herhalde öğrenmeyi. Yani biraz daha, derse daha fazla süre motive olunur. Sıkılmak biraz daha zor olur herhalde. Az sıkılır insan.

Öğrencilerin bilimkurgu hikayelerinin öğrenilen bilgilerin kullanılmasına katkı sağlayıp sağlamadığı hakkındaki açıklamaları şu şekilde olmuştur:

G: Bilimkurgu hikayeleri ile öğrendiğiniz bilgileri kullanmış oluyor musunuz?

Ö3: Evet.

Ö1: Ezbercilikten çıkmış olurduk. Yani daha çok...

Ö2: Mantığa dayalı, mantık olurdu.

Ö1: Kendimiz düşünerek de bulabilirdik yani.

G: Yani bazı şeyleri sorgulamanıza sebep oluyor mu bilimkurgu hikayeleri?

Burda yaptığımız örnekte bunlar oldu mu sizde?

Ö2: Evet. Oldu.

Ö3: Oldu.

Ö1: Oldu bence. Bayağı bir şey öğrendik. Mesela Fk nın V batan çarpı d sıvı çarpı g olduğu.

Öğrenciler bu çalışmada yapılan bilimkurgu hikayesi ile ilgili uygulamanın kendileri üzerlerindeki etkilerini açıklarken şu şekilde yorum yapmışlardır:

G: Sizin kendi üzerinizde kendinizin fark ettiğiniz etkileri var mı?

Ö2: Bazı şeyleri daha iyi öğrendiğimi hissettim.

Ö1: Mesela yaptığım bazı şeyleri anladığımı. Mesela anlamadan geçtiğim şeyler de oluyordu. Bu sefer anladığımı gördüm yani. Anladım.

İkinci gruptaki öğrenciler de burada yapılan uygulamanın kendilerine etkisi hakkında benzer şeyler söylemişlerdir:

G: Bizim burda gerçekleştirdiğimiz örnekte kendinizde ne gibi değişiklikler hissettiniz? Derse karşı tutumunuzda ya da fizik hakkındaki düşüncelerinizde?

Ö5: Öğrendiklerimizin yanlış olduğunu gördük. Tahminlerimizin yanlış olduğunu çok değişik şeylerin çıktığını da gördük.

Ö6: Eğer sınıfta böyle bir şekilde işlense herhalde daha iyi olur. Yani şöyle, bilimkurgu hikayeleri ile. Tabi ki olumlu etkileri oldu.

Ö4: Burda gördüğümüz konular biraz daha aklımda kalır herhalde. Ama yani normal fizik dersine girdiğimiz zaman bunun pek de fazla etkisi olacağını sanmıyorum. Ben yine her zamanki şeyde girerim. Her zaman nasıl giriyorsam fizik dersine yine öyle girerim. Derste sonuçta böyle işlenmediği sürece pek fark etmez.

Bilimkurgu hikayelerinin başka ne gibi uygulamalarının olabileceği ile ilgili öğrenci görüşleri alınmıştır. Ayrıca; öğrencilere bilimkurgu hikayesi yazdırılması hakkındaki düşünceleri de sorulmuştur. Öğrenciler; bununla ilgili şu şekilde görüş belirtmişlerdir:

G: Biz burada tanınmış bir yazarın hikayesindeki olayları tartıştık. Bilimkurgu hikayelerinin derste başka türlü kullanımları da olabilir. Başka ne şekillerde kullanılmasını tavsiye edersiniz? Mesela öğrenciye hikaye yazdırma şeklinde olabilir mi?

Ö2: O da olabilirdi. Öğrenci yanlış yazdığı zaman doğrusunu hocayla birlikte tartışarak bulabilirdi.

Ö3: Bence öyle de olurdu.

Ö1: Ya, bence mesela hoca yazdırdığında, hayal gücünü kullanarak öğrenci yaptığında, hocasının kontrolünde mesela hatasını görür. Yani iyi olurdu. Bence öyle de olur...

G: Başka önerebileceğiniz metodlar var mı?

Ö1: Şey olabilir, ders anında bir anlık böyle bir şey uydurabilirler.

Ö2: Deney. Deneyle de olabilir. Hikayede yapabileceğimiz deneyleri göstererek... daha kalıcı olur o. Bir de hikayedeki olayları izleye de biliriz. O daha da, daha da iyi olur yani izlemek.

G: Bilimkurgu filmleri mi?

Ö2: Hı hım..İşte filmleri.

Ö1: Evet. Hatta film daha çok etkili oluyor. Çünkü herkes kitap okumuyor ama televizyon seyrediyor sonuçta.

İkinci gruptaki öğrenciler bilmedikleri konular hakkında yazmanın imkansız olacağını düşündüklerinden öğrencilere bilimkurgu hikayesi yazdırma fikrini pek sıcak karşılamamışlardır fakat öğrenilen konuların pekiştirilmesi için öğrencilere hikaye yazdırmanın etkili olacağını söylemişlerdir:

G: Bunun farklı şekillerde kullanımları da olabilir. Bizim burada yaptığımız sadece bir tür kullanımdı. Başka ne şekillerde kullanılabileceğini düşünüyorsunuz?

Ö4: Bu şekilde olur herhalde.

Ö5: Bilmiyorum. Daha fazla bi şey tahmin edemiyorum.

G: Mesela öğrencilere bilimkurgu hikayesi yazdırma şeklinde olabilir mi?

Ö4: Im ıh. Hiç... o zaman bilimkurgu hikayeleri sıkmaya başlar.

Ö6: Hayır. Kesinlikle yanlış yanlış şeyler çıkardı yine.

G: Öğrencilere yazdırıldığı zaman, öğrenci olayı yazarken orada bilgisini kullanmak zorunda kalacak, onun doğru mu yanlış mı olduğunu anlaması gerekecek ve kendi bilgilerini kontrol etmeye çalışacak. Bunun bir yararı olmaz mıydı?

Ö4: Evet evet. Bu güzel olurdu yani. Böyle üstünde oturup çalışmak daha faydalı.

Ö6: Ama yani bilgisi düzeyinde. Farklı bir şey o. Bilgisi yoksa eğer bir konuda...

G: Öğrenmeye itmez mi peki?

Ö6: Ama bi bilgi olmadan bilinmez ki yani. Hiçbir şekilde bilinemez. Yani sadece görmekle de alakası yok.

Ö5: Yazamaz ki.

G: Öğrenilenlerin pekiştirilmesi açısından olabilir mi?

Ö4: Bu konuda olabilir.

Ö6: Yani evet. Hikayeden dolayı insanın aklında daha kolay kalıyor.

G: Öğretmeniniz eğer öğrendiğiniz konuları içeren bir hikaye yazın derse hikayeyi yazarken ne öğrenip ne öğrenmediğinizi fark edebilirsiniz.

Ö5: Evet, o zaman olabilir. Ama yani hiç bi şey öğretmeden öyle hikaye yazmak... Sonradan pekiştirme amaçlı kullanılabilir belki bu.

Bilimkurgu hikayelerinin derslerde kullanılmasının olumsuz etkilerinin neler olabileceği ile ilgili tartışmada öğrencilerden biri hikayelerde yanlışlıklar olmasından dolayı sakıncalı sonuçlar ortaya çıkabileceğini düşündürken başka bir öğrenci yanlışlıklar olmasının öğrenciyi doğruyu bulmaya ve eleştirel düşünmeye sevk edeceği için daha yararlı olacağını söylemiştir. Arkadaşının bu açıklamasını dinleyen öğrenci daha sonra ona hak vermiştir:

G: Bilimkurgu hikayelerinin derste kullanılmasının olumsuz etkileri neler olabilir?

Ö2: Bence olmaz. İyi olur yani.

Ö1: Ya mesela şey olabilir. Diyelim burda mesela bazı yanlışlıklar var, şimdi şeyde hikayede, o kafasında öyle kalabilir.

Ö2: Ama doğruyu açıklayacağı için....

G: Bu zaten öğretmen kontrolünde yaptırılan bir şey. Biraz da okuduklarımıza eleştirel gözle bakabilmeyi göstermek için yapılıyor.

Ö2: Bence yanlış olması daha iyi ki doğruyu kendin bulacaksın. Doğruyu verse sana zaten eleştiri kalmaz.

Ö1: Doğru.

İkinci grupta bilimkurgu hikayelerinin olumsuz etkilerinin neler olabileceği hakkında yapılan tartışmada daha farklı konular gündeme gelmiştir:

G: Ders içerisinde bilimkurgu hikayesinin kullanılmasının olumsuz etkileri neler olabilir?

Ö5: Zaman gerektiriyor. Bayağı bir zaman alır yani.

Ö6: Bi de kişiden kişiye göre de değişir yani. O, hikayeyi kavrama olayı çok ayrı bir şey. Ya da kimi insan sıkılabilir. Hikayeye göre herkesin... mesela diyelim ki

o asansörle alakalı olan bölümünde hani insanlar biraz daha yorum yapabilirler. O konuyla ilgili olarak işte “ha evet ben işte yukarı doğru çıkarken diyelim aşağıya doğru da daha kendimi ağır hissetmişim” gibi düşünebilir. Sonuçta günlük hayatta kullanabileceğimiz bi şey. Ama diğerleri yani diyelim o Ay’a yolculuk malum hikayede, pek şey günlük hayatla alakası olmadığı için... sadece fizikle alakalı.

G: Sence sıkıcı oldu mu peki bu şekilde olması?

Ö6: Yok. Benim için sıkıcı değil de yani diğer insanlar için olabilir.

Bilimkurgu hikayelerinin derste kullanılmasının vakit kaybına sebep olup olmayacağı konusunda ilk grupta farklı bir yaklaşım ortaya çıkmıştır. İlk gruptaki bir öğrencinin konuya yaklaşımı şu şekilde olmuştur:

G: Bilimkurgu hikayelerinin fizik dersine başka ne gibi etkileri olabilir? Mesela vakit kaybı olur diyebilir miyiz?

Ö1: Hayır. Sonuçta o da bir fizik. Vakit kaybı olmaz. Ben öyle diyorum. İyi olur yani. Herkes de ister yani, istemeyen de olmaz. Kesinlikle iyi olur.

Öğrencilerin; bilimkurgu hikayelerinin kavramlar arasında ilişki kurmaya yardımcı olup olmadığı konusundaki görüşleri şu şekilde olmuştur:

G: Bilimkurgu hikayeleri fizik kavramlarınız arasında ilişki kurabilmenize yardımcı oluyor mu?

Ö2: Evet. Zaten fizikle yola çıkarak yapıyoruz her şeyi. Başka türlü bir mantık olamaz yani.

Ö1: Zaten az önce yaparken işte gördük, fizikle yapıyoruz. Yani diyecek bir şey yok. Kurmadan, zaten mesela siz soru soruyorsunuz öteki bilgileri kullanarak onu cevaplıyoruz.

İkinci grupta:

G: Fizik kavramları arasında ilişki kurmayı kolaylaştırabilir mi?

Ö4: Onu kolaylaştırır tabi.

Ö5: Kolaylaştırır. Bir sürü boyuttan düşünmek gerekiyor ya.

Ö6: Evet.

Fizik konuları ile diğer alanlardaki konular arasında ilişki kurmaya yardımcı olup olmayacağı konusunda öğrenciler şu şekilde görüş belirtmişlerdir:

G: Fizik konuları ile diğer alanlardaki konular arasında bağlantı kurabiliyor musunuz?

Ö2: Genel olarak sağlar. Konumunda, yörüngesinde coğrafya kullanabiliriz.

Ö1: Sağlar evet. Bence de.

Ö2: Mesela şeyde, gazlarda kimyayı gördük. Gazların hacmi arttı, basıncı arttı, genişledi falan. Kimya da girdi.

İkinci grupta:

G: Fizik konuları ile diğer alanlardaki konular arasında bağlantı kurmanızı sağlayabilir mi?

Ö4: Sağlar tabi. Hikayenin içinde olan şeyler oluyor zaten.

Ö5: Kimya ile sağladı.

Ö6: Mumun yanmasındaki gibi.

Öğrenilen konuların pekiştirilmesi konusunda öğrenciler daha önce de söyledikleri gibi yararlı olacağı yönünde görüş belirtmişlerdir:

G: Öğrendiğiniz fizik konularını pekiştirmede etkili olabilir mi?

Ö2: Evet olur. Hatta mesela şu an benim çok iyi aklımda kaldı işlediğimiz konular yani.

Ö1: Mesela ben o g yi (kaldırma kuvvetindeki) hiç unutamıyım.

G: Bilimkurgu hikayeleri fizik bilgilerinizdeki yanlışları fark etmenizde yardımcı olabilir mi?

Ö2: Evet. Yakalayabilir yani bunları. Bence olur.

G: Problemlere farklı çözümler getirmenizi sağlayabilir mi?

Ö2: Mantıkla ilerleyerek de olabilir.

Ö1: Deneyerek olabilir.

Ö2: Zaten soruyu anlarsak mantıkla çözüm kolay oluyor. Zaten çözüm matematiğe kalıyor. İlk önce bir fizikle anlamamız gerekiyor soruyu.

Bilimkurgu hikayelerinin hayal gücünü geliştirmede etkili olup olamayacağı konusunda öğrenciler şunları söylemişlerdir:

G: Hayal gücünü ve yaratıcı düşüncüyü geliştirmede bir faydası olur mu?

Ö4: Bilimkurgu zaten genelde hayal gücü. Çünkü; Ay'a yolculuk, bu Ay'a yolculuk yapılmadan önce yazılmış bir hikayedir büyük ihtimalle.

Ö6: Normalde zaten gerçekçi olmuyorlar da. Yani onun için hayal gücü güçlü olan her insan bu hikayeleri okurken daha da bi şeyleri sorgulamaya başlar herhalde.

İlgi ve motivasyon üzerindeki etkileri konusunda öğrencileri şu şekilde görüş belirtmişlerdir:

G: Fizik dersine karşı ilgi ve motivasyonu artırma da etkili olabilir mi?

Ö1: Olabilir.

Ö2: Evet.

G: Ben size sorayım mesela; fizik dersine karşı ilginizde, konularına karşı ilginizde bir değişiklik oldu mu burada yaptığımız etkinlik sonucunda?

Ö1: Benim oldu. Yani nasıl diyeyim. Mesela derste dinlerken insan diyor işte bunu kitapta da görüyorum, işte kitaptan da yaparım falan diyor. Ama mesela böyle şey olunca insan böyle bi daha hevesli oluyor yani.

Ö2: Şey, bi de biz şimdi burda uygulamaya geçirdik bildiklerimizi mesela normalde şey de, derslerde böyle bir şey yok. Sadece öğrenip geçiyoruz. Ama biz burda öğrendiklerimizi uyguladığımız için daha iyi oldu bence yani.

İkinci grupta:

G: Fizik derslerine olan ilgi ve motivasyonu arttırmada etkili olabilir mi?

Ö5: Olabilir.

Ö4: Onları söyledik zaten. Yani şey oluyor, hatta ilgi çektiği için daha iyi.

G: Bilime olan ilgi ve merakı arttırmada etkili olabilir mi böyle bir şey?

Ö5: Arttırır. İnsan daha değişik bakıyor olaylara. Mesela şu an biz bu şeyde görmüştük, havaya mesela daha değişik baktım. Mecburen, düşünmek zorunda kalıyorsun, niye böyle oluyor diye.

Ö4: Biraz daha tabi. Olan olayların oluş sebeplerini araştırmaya karşı itiyor.

Bilimkurgu hikayelerinin bilime olan ilgi ve merakı arttırma konusundaki etkisini öğrenciler şu şekilde açıklamışlardır:

G: Bilimkurgu hikayeleri bilime karşı ilgi ve merak uyandırabilir mi?

Ö2: Evet. Belki bi şeyler üretmek bile isteyebiliriz yani.

İkinci grupta:

G: Bilime olan ilgi ve merakı arttırmada etkili olabilir mi böyle bir şey?

Ö5: Arttırır. İnsan daha değişik bakıyor olaylara. Mesela şu an biz bu şeyde görmüştük, havaya mesela daha değişik baktım. Mecburen, düşünmek zorunda kalıyorsun, niye böyle oluyor diye.

Ö4: Biraz daha tabi. Olan olayların oluş sebeplerini araştırmaya karşı itiyor.

Yukarıdaki konuşmalardan da görüldüğü gibi öğrenciler öncelikle bilimkurgu hikayelerinin derslerde kullanılmasının olumlu ve olumsuz etkilerinin neler olabileceği hakkında kendi görüşlerini belirtmişler daha sonra araştırmacının sorduğu bazı konulardaki etkileri hakkındaki fikirlerini beyan etmişlerdir. Öğrencilerin kendi ifadelerine göre bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılmasının sağlayacağı faydalar şunlardır:

- Olaylar üzerinde düşünme yeteneğini geliştirme;
- Hikayedeki olayları öğrenilen fizik konuları ile karşılaştırarak doğru olanı bulma;
- Araştırma isteğini arttırma;
- Öğrenilen formüllerin kalıcılığını sağlama;
- Dersi zevkli ve eğlenceli hale getirme;
- Konuların anlaşılmasını kolaylaştırma;
- Öğrenilen bilgileri kalıcı hale getirme, unutulmasını önleme;
- Dersi ders havasından çıkararak öğrettiği için öğrencinin kendini iyi hissetmesini sağlama;
- Öğrenciyi ezbercilikten kurtarma;
- Öğrenmeyi kolaylaştırma;
- Öğrencinin derse daha uzun süre motive olmasını sağlama;
- Öğrencinin sıkılmasını önleme;
- Mantığa dayalı öğrenmeyi sağlama;
- Öğrendiklerini uygulamaya geçirme;
- Kendi bilgilerindeki yanlışlıkların farkına varma.

Öğrencilerin ifadelerine göre bilimkurgu hikayelerinin derste kullanılmasının olumsuz etkileri şunlar olabilir:

- Hikayelerdeki yanlışlıkların öğrencilerin kafasında o şekilde kalma olasılığı;
- Zaman gerektiren bir faaliyet olması;
- Hikayeyi kavrama yeteneği kişiye göre değiştiğinden hikayeyi kavrayamayan öğrencilerin sıkılması olasılığı.

Öğrenciler ayrıca araştırmacının kendilerine yönelttiği, kavramlar arasında ilişki kurma, fizik konuları ile diğer alanlardaki konular arasında ilişki kurma, öğrenilen konuları pekiştirme, problem çözme yeteneğini geliştirme, hayal gücünü geliştirme, derse karşı ilgi ve motivasyonu arttırma, bilime karşı ilgi ve merakı arttırma konusundaki sorulara da olumlu cevaplar vermişlerdir.

Öğrenciler; bilimkurgu hikayelerinin derste kullanılmasının bir çok açıdan faydalı olacağını düşünmektedirler. Fizik eğitimi için oldukça faydalı olabilecek potansiyel bir kaynak olan bilimkurgu hikayelerinin olumlu etkilerinden faydalanmak ve olabilecek olumsuz etkilerine karşı da dikkatli olmak gerekmektedir. Bilimkurgu hikayeleri ile dersi daha renkli ve eğlenceli hale getirmek ve öğrencinin öğrenmesini kolaylaştırmak mümkündür.

### 4.3. İlgı Testinden Elde Edilen Bulgular

İlgı testi öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine genel bakış açılarını tespit etmek amacıyla sorulmuş 9 sorudan oluşmaktadır. Bu sorulardan ilki öğrencilerin önceden bilimkurgu hikayesi okumuş olup olmalarıyla ilgilidir. Daha sonraki sorular sadece önceden bilimkurgu hikayesi okumuş olan öğrenciler tarafından cevaplanmıştır. Öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine karşı tutumlarının doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için ilk sorudan sonraki soruların sadece önceden bilimkurgu hikayesi okumuş olan öğrenciler tarafından cevaplanması özellikle istenmiştir.

İlgı testiyle 9. sınıf ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimkurgu hikayelerine karşı genel tutumu belirlenmeye çalışılmıştır. Buraya kadar yapılan çalışmalarda bilimkurgu hikayelerinin fizik konularının öğretiminde ve öğrenci ilgi ve motivasyonunun artırılmasında etkili bir kaynak olarak kullanılabileceği görülmüştür. Bilimkurgu hikayelerinin derslerde kullanılmasında öğrencilerin onlara karşı tutumları da oldukça önemlidir. Bu yüzden bu araştırmada öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine genel bakışı araştırılmıştır.

Öğrencilerin ilgi testindeki sorulara verdikleri cevaplar Tablo 8’de gösterilmiştir. Öğrencilerdeki bilimkurgu hikayesi okuma oranının ancak %65 ve %60’da kalmasına rağmen daha önce bilimkurgu hikayesi okumuş olan öğrencilerin bilimkurguya karşı

tutumları oldukça olumludur. Ayrıca ülkemizdeki kitap okuma oranı düşünüldüğünde öğrencilerin bilimkurgu hikayesi okuma oranının düşük olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (9. S: %90, 10. S: %77) bilimkurgu hikayelerini severek okuduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin bilimkurgu hikayelerinde çok fazla seçici olmadıkları, her türlü bilimkurgu hikayesini okudukları görülmektedir. Araştırmaya katılan 9. sınıf öğrencilerinin sadece %20'si ve 10. sınıf öğrencilerinin sadece %25'i belirli bilimkurgu yazarlarının hikayelerini okuduklarını belirtmişlerdir.

Bilimkurgu hikayelerinin bilimsel yanı ve maceracı yanı düşünüldüğünde öğrencilerin maceracı yönünden daha çok hoşlandıkları görülmektedir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu (9. S: %92; 10. S: %92) bilimkurgu hikayelerinin hayal gücünü geliştirdiğini düşünmektedir. Öğrenciler bilimkurgu hikayelerinin gelecekle ilgili ipuçları içerdiğini ve öğretici olduğunu düşünmektedirler. Son olarak, bilimkurgu hikayelerinin mantıksız ve gerçek dışı olduğu fikrine katılmamaktadırlar (9. S: %81; 10. S: %70).

Tablo 14. Öğrencilerin ilgi testindeki sorulara verdikleri cevaplar ve bu cevapların yüzdeleri

	Fen Lisesi						Anadolu Lisesi						Süper Lise						TOPLAM							
	E		H		K		E		H		K		E		H		K		E		H		K			
	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.		
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
<b>BİLİMKURGU</b>																										
1	68	72	32	28	0	0	59	58	41	42	0	74	43	26	57	0	0	65	60	35	40	0	0	0		
2	83	76	6	4	11	20	94	74	6	10	0	95	82	0	0	5	18	90	77	5	5	5	18	18		
3	15	26	70	67	15	7	22	29	71	66	6	23	18	73	64	4	18	20	25	71	66	9	9	9		
4	61	59	15	26	24	15	65	45	19	42	16	46	88	45	6	9	6	60	61	22	27	18	12	12		
5	37	41	20	37	43	22	49	69	16	26	35	73	29	23	24	4	47	48	49	19	30	33	21	21		
6	96	89	0	2	4	9	88	95	6	5	6	95	94	0	0	5	6	92	92	3	3	5	5	5		
7	74	52	9	24	17	24	71	76	21	19	8	82	71	14	12	4	17	74	66	15	19	11	15	15		
8	61	54	24	33	15	13	69	58	25	24	6	77	76	9	12	14	12	67	61	22	24	11	15	15		
9	13	6	76	74	11	20	10	16	82	66	8	0	17	91	71	9	12	10	13	81	70	9	17	17		

\* 2,3,4,5,6,7,8 ve 9. sorular sadece 1. sorudaki "daha önce bilimkurgu hikayesi okudum" ifadesine "evet" diyen öğrenciler tarafından cevaplanmıştır.

## V. SONUÇ, YORUM VE ÖNERİLER

### 5.1. SONUÇ VE YORUM

Bu araştırmada öğrencilerin yerçekimi ve ağırlıksızlık ile ilgili bazı konulardaki ön kavramlarına ve bilimkurgu hikayelerinin fizik derlerinde kullanılmasının sonuçlarına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Öğrencilerin ön kavramları üzerine yapılan çalışmalar; öğrencilerde lise düzeyinde yerçekimi, ağırlıksızlık ve uzayla ilgili temel konularda önemli kavram yanlışlarının bulunduğu göstermiştir. Ülkemizin en iyi düzeyde eğitim veren liselerinde okuyan öğrencilerde temel fizik kavramları ilgili ciddi yanlışların bulunması eğitim sistemimizde kavramsal öğrenmeye yeterince önem verilmediğini göstermektedir. Öğrencilerden daha çok test çözme tekniğinde başarılı olmalarının beklenmesi onların fizik kavramlarını kazanabilmelerini güçleştirmekte ve bunun sonucunda günlük hayatın problemlerini çözmedeki becerilerini köreltmektedir.

Öğrencilerin ön kavramlarına yönelik araştırmalarda p-prim adı verilen düşünce kalıplarıyla yapılandırılmış görüşlere sıkça rastlanmıştır. Öğrenciler bazı düşünce şekilleri geliştirerek bunlara göre yeni bilgilerini yapılandırmaktadırlar. Öğrencilerdeki bu düşünce kalıplarının araştırılması onların nasıl öğrendiklerinin anlaşılabilmesi ve bu yolla eğitim verilebilmesi için yararlı olacaktır. Bunun dışında öğrencilerde sıkça rastlanan başka bir durum da “order of magnitude” durumu olmuştur. Bu durum öğrencilerin büyüklükleri kıyaslama konusundaki sezgisel yetersizlikleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Öğrencilerde çok küçük etkenlerin çok büyük sonuçlara yol açabileceği düşüncesi yaygın olarak görülmektedir.

Öğrencilere yöneltilen anket soruları öğrencilerin, birkaç konuda birden yorum yapmalarını gerektiren niteliktedir. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevaplarda farklı fizik konularını bir arada yorumlamada zorlandıkları görülmüştür.

Bu araştırmada yapılan çalışmalar bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılmasının çeşitli sonuçlarını ortaya koymuştur. Bilimkurgu hikayeleri ile yapılan çalışmalarda öğrencilerin konuya karşı ilgili oldukları ve görüşmelerin başından sonuna kadar tartışmalara aktif bir şekilde katıldıkları görülmüştür. Öğrenciler hikayedeki olaylar üzerine ciddi bir şekilde kafa yormuşlar; olayların nasıl olabileceğini anlamaya çalışmışlardır. Ancak formüle dayalı olarak eğitim aldıkları için ve fizik konularını günlük yaşantıyla ilişkilendirmeden öğrendikleri için bazı basit olayları yorumlamada zorlanmışlardır. Bu araştırmada formüle dayalı eğitimin sakıncalı sonuçlarına rastlanmıştır. Öğrenciler; formülleri hatırlayamadıklarında temel konularda bile yorum yapamamışlardır. Bilimkurgu hikayelerinin kullanıldığı görüşmelerde; öğrencilerin bilimkurgu hikayeleri ile fizik öğrenimleri konusunda ortaya çıkan durumlardan bazıları şunlardır:

\* Öğrenciler; bilimkurgu hikayesindeki olayları açıklamaya çalışırken kendi ön kavramlarını kullandıklarından öğrencilerin ön kavramlarının tespitinde bilimkurgu hikayelerinden yararlanılabileceği görülmüştür.

\* Öğrenciler bazı durumlarda kendi fizik kavramlarındaki hatalı yanları fark edip bunlarda düzeltme yoluna gitmişlerdir.

\* Öğrencilerin bazı durumlarda hikayedeki olayları mantıksal çıkarım yoluyla açıklamaya çalıştıkları ve bunu yaparken de fiziğin birkaç konusunu bir arada kullandıkları görülmüştür.

\* Öğrencilerin bazı durumlarda hikayedeki olayları kendi yaşantılarında karşılaştıkları durumlarla benzerlik kurarak ve kendi yaşantılarındaki olaylarda farklı şekillerde düşünerek açıklamaya çalıştıkları görülmüştür.

\* Öğrenciler; hikayedeki olayları açıklarken sıkça kendi fizik bilgilerini gözden geçirmeleri gerekmiştir ve bazı durumlarda öğrenciler, kendi hatalı kavramlarındaki aksaklığı fark ederek düzeltme yoluna gitmişlerdir.

\* Öğrenciler; bilimkurgu hikayelerinde kendi yaşantılarından farklı durumlarla karşılaştıklarından, farklı durumların olaylar üzerindeki etkisini tahmin etmeye çalışmışlardır ve bunu yaparken yine kendi fizik bilgilerini gözden geçirmeleri gerekmiştir.

\* Öğrencilerin bazı durumlarda ele alınan konuyu kendi aralarında tartışmaya başladıkları ve kendi fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşarak bir çözüm yolu bulmaya çalıştıkları görülmüştür.

Görüşmelerde öğrencilerin zaman zaman hikayede anlatılanları doğrulayıcı yönde açıklama yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu davranışı onların okuduklarını eleştirmeden doğru olarak kabul etme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Öğrencilerin okuduklarından bilinçsizce yanlış bilgiler edinmelerinin önlenmesi için onlara eleştirel düşünce yeteneğinin kazandırılması zorunludur. Bilimkurgu hikayelerini derslerde bu yönde kullanarak öğrencilerde eleştirel düşünce yeteneğinin geliştirilmesi sağlanabilir.

Öğrenciler; bilimkurgu hikayesindeki olayları açıklarken öğrencilerin zaman zaman kendi kavramlarıyla çelişkiye düşmüşler ve bunlarda değişiklik yoluna gitmişlerdir. Bu da bilimkurgu hikayelerinin öğrencilerde kavram sorgulamasını gerçekleştirebilmek için etkili bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Öğrenciler kavram sorgulamasında bulduklarında, ne bildiklerinden emin olacaklar ve bilgilerini günlük yaşantıdaki problemleri çözmeye daha başarılı bir şekilde kullanabileceklerdir.

Bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılması hakkında öğrencilerle yapılan görüşmelerde, öğrenciler bilimkurgu hikayelerin derslerde kullanılmasının şu sonuçlara yol açacağını söylemişlerdir:

- Olaylar üzerinde düşünme yeteneğini geliştirme;
- Hikayedeki olayları öğrenilen fizik konuları ile karşılaştırarak doğru olanı bulma;
- Araştırma isteğini arttırma;

- Öğrenilen formüllerin kalıcılığını sağlama;
- Dersi zevkli ve eğlenceli hale getirme;
- Konuların anlaşılmasını kolaylaştırma;
- Öğrenilen bilgileri kalıcı hale getirme, unutulmasını önleme;
- Dersi ders havasından çıkararak öğrettiği için öğrencinin kendini iyi hissetmesini sağlama;
- Öğrenciyi ezbercilikten kurtarma;
- Öğrenmeyi kolaylaştırma;
- Öğrencinin derse daha uzun süre motive olmasını sağlama;
- Öğrencinin sıkılmasını önleme;
- Mantığa dayalı öğrenmeyi sağlama;
- Öğrendiklerini uygulamaya geçirme;
- Kendi bilgilerindeki yanlışlıkların farkına varma.

Öğrenciler bilimkurgu hikayelerinin derslerde kullanılmasının oldukça olumlu sonuçlara yol açacağını düşünmektedirler. Bu araştırmada yapılan çalışmaların sonuçları da onların bu düşüncelerini desteklemektedir. Bu durumda fizik eğitimi açısından oldukça faydalı olabilecek bu kaynağı derslerde kullanmak yararlı olacaktır.

Öğrencilerin bilimkurgu hikayelerine karşı tutumları üzerine yapılan araştırmalarda onların bilimkurgu hikayelerine karşı genel yaklaşımlarının oldukça olumlu olduğu görülmüştür. İlgili Testi'nin sonuçlarına göre öğrenciler; bilimkurgu hikayelerini severek okumaktadırlar, okudukları bilimkurgu hikayesinin türü konusunda seçici davranmamaktadırlar, bilimkurgu hikayelerinin daha çok maceracı yanından hoşlanmaktadırlar, hayal gücünü geliştirdiğini düşünmektedirler, gelecekle ilgili ipuçları içerdiğine inanmaktadırlar, öğretici bir rolünün olduğunu düşünmektedirler, mantıksız ve gerçek dışı olduğuna inanmamaktadırlar.

Yapılan çalışmalar bilimkurgu hikayelerinin öğrencilerde fizik konularına karşı ilgi ve merak uyandırmada etkili olduğunu, öğrencilerin kendi kavramlarını sorgulamaya teşvik edici rolünün bulunduğunu ve öğrencilerdeki alternatif görüşleri ortaya koymada etkili olduğunu göstermiştir. Bütün bu araştırmalar sonucunda

bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde öğrenci motivasyonunu sağlamak ve kavram gelişimini takip etmek için etkili bir araç olarak kullanılabileceği görülmüştür.

## 5.2. ÖNERİLER

Bu araştırmada yapılan çalışmalardan ortaya çıkan sonuçlar ışığında aşağıdaki öneriler getirilmiştir:

1. Bilimkurgu hikayelerinin derslerde kullanılması öğrencilerde oldukça olumlu etkiler yaptığından bu kaynağın özellikle fizik derslerine kazandırılması gerekmektedir.
2. Bilimkurgu hikayelerinin derslerde kullanımının bilinçli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için fakültelerdeki fizik öğretmeni adayları bu konuyla ilgili eğitim verilmelidir. Çünkü bilimkurgu hikayelerinin derslerde çok farklı şekillerde kullanılabilmesi mümkündür. Gerekli görüldüğü takdirde bununla ilgili özel bir ders de açılabilir. Bu konuda daha önce yabancı ülkelerde “bilimkurgu ve fen eğitimi” adı altında açılmış olan derslerden yararlanılabilir.
3. Yapısalcı öğretim yaklaşımına dayalı eğitim teknikleri okullarda yaygınlaştırılmalı ve öğrencilerin, kendisine verilen bilgiyi ezberleyen kişiler olmasından çok araştıran, merak eden, bilimsel bilgi süreçlerinden haberdar olan kişiler haline gelmesi sağlanmalıdır.
4. Okullarda verilen fizik eğitiminin formüllere dayalı eğitim olmasından çok kavramsal nitelik taşımaya özen gösterilmelidir.
5. Öğrencilerin okudukları kaynaklardan bilinçsizce yanlış bilgiler edinmelerini önleyebilmek için derslerde eleştirel düşüncüyü geliştirici faaliyetlere yer verilmelidir. Bilimkurgu hikayeleri bu konuda kullanılabilecek etkili bir kaynaktır.

6. İlköğretim Fen Bilgisi ve Lise Fizik müfredatı içerisindeki uzay ve yerçekimi konularına daha ayrıntılı bir şekilde yer verilmeli ve bu konularla ilgili öğretimin kavramsal nitelik taşımasına özen gösterilmelidir.
7. Okullarda öğrencileri uzay konusundaki gelişmelerden haberdar edici etkinlikler düzenlenmelidir. Öğrencilere teleskop kullanımı gibi uzay ve yerçekimi ile ilgili konularda geliştirici imkanlar sağlanmalıdır.



## KAYNAKLAR

- Adams, C.C. (1998). *Space Flight; Satellites, Spaceships, Space Stations and Space Travel Explained*. Mc.Graw, Hill Book Company Inc. 1998, New York.
- Adams, J.P. & Slater, T.F. (2000). Astronomy in the National Science Education Standards. *Journal of Geoscience Education*, 48(1), 39-45.
- Akkoç, B. (2001). Aşık Bir Bilimadamı. *Radikal*, Kitap eki, 7 Aralık 2001, sayfa 10.
- Akridge, R. (1990). Cartoon Physics. *The Physics Teacher*, 28(5), 336.
- Al-Khalili, J. (2003). Time Travel: Separating Science Fact from Science Fiction. *Physics Education*, 38(1), 14-19.
- Allday, J. (2003). Science in Science Fiction. *Physics Education*, 38(1), 27-30.
- Atwood, R.K. & Atwood, V.A. (1996). Preservice Elementary Teachers' Conceptions of the Causes of Seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 553-563.
- Bao, L. (1999). *Dynamics of Students Modeling: A Theory, Algorithms, and Application to Quantum Mechanics*. Ph.D. dissertation, University of Maryland.
- Bar, V., Zinn, B. & Goldmuntz, R. (1994). Children's Concepts About Weight and Free Fall. *Science Education*, 78(2), 149-169.
- Baxter, J. (1989). Children's Understanding of Familiar Astronomical Events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513.
- Bednar, A.K., Cunningham, D., Duffy, T.M., & Perry, J.D. (1995). *Theory into Practice: How do we Link?*. In *Instructional Technology: Past, Present, and Future*, 2nd Edition. (pp. 100-112). Gary J. Anglin, ed. Englewood, Colorado: Libraries Unlimited, Inc.
- Bisard, W.J., Aron, R.H., Francek, M.A. & Nelson, B.D. (1994). Assessing Selected Physical Science and Earth Science Misconceptions of Middle School through University PreService Teachers. *Journal of College Science Teaching*, 24, 38-42.

- Borgwald, J.M. and Schreiner, S. (1993). Classroom Analysis of Rotating Space Vehicles in 2001: A Space Odyssey. *The Physics Teacher*, 31, 406-409.
- Brooks, G. and Brooks, M.G. (1993). *In Search of Understanding; The Case for Constructivist Classrooms*. Alexandria, V.A. Association For The Supervision and Curriculum Development.
- Bruner, J. (1971). The Educational Relevance of Science Fiction. *Physics Education*, 6(11), 389-391.
- Chang, J. (1999). Teachers College Students' Conceptions About Evaporation, Condensation, and Boiling. *Science Education*, 83, 511-526.
- Çorlu, M. A., Özçelik, D. A., Özdaş, K., Ekem, N. ve Şenyel ,M., (1991). *Fizik Öğretimi*, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Yayın No: 437, 18-22.
- Deryakulu, D. (2000). *Sınıfta Demokrasi*. Alıntı: Şimşek, A., Eğitim Sen Yayınları, Ankara, Türkiye, 53-74.
- Dougiamas, M. (1998). A Journey Into Constructivism. <http://dougiamas.com/writing/constructivism.html>
- Driscoll, M.P. (1994). *Psychology of Learning for Instruction*. Boston, M.A.: Allyn & Bacon.
- Driver, R. (1985). *The Pupil as Scientist*. Milton Keynes: Open University Press, 41-47.
- Dubeck, L.W. (1981). Science and Science Fiction Films. *Journal of College Science Teaching*, 11, 111-113.
- Dubeck, L.W., Bruce, M.H., Schmuckler, J.S., Moshier, S.E. & Boss, J.E. (1990). Science Fiction Aids Science Teaching. *The Physics Teacher*, 28(5), 316-318.
- Dubeck, L.W, Moshier, S.E., Bruce, M.H. & Boss, J.E. (1993). Finding the Facts in Science Fiction Films. *The Science Teacher*, 60, 46-48.
- Dubeck, L.W, Moshier, S.E., Bruce, M.H. & Boss, J.E. (1995). Using Science Fiction Films to Teach Science at the College Level. *Journal of College Science Teaching*, 25, 46-50.
- Duffy, T.M. & Bednar, A.K. (1991). Attempting to Come to Grips with Alternative Perspectives. *Educational Technology*, 31, 12-15.
- Duru, O. (1973). Bilimkurgunun Tarihçesi. *Türk Dili*, Aylık Dil ve Edebiyat Dergisi, 1 Ocak 1973. <http://www.bilimkurgu2000.com/Makaleler/Mak23.asp>

- Ellenstein, M. (1990). Movie Misconceptions. *The Physics Teacher*, 28(4), 246.
- Eryılmaz, A. & Tatlı, (2000). ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 93-98.
- Fisher, N. (2001). Space Science 2001: Some Problems with Artificial Gravity. *Physics Education*, 36, 193-201.
- Fraknoi, A. (2003). Teaching Astronomy with Science Fiction: A Resource Guide. *Astronomy Education Review*, 1(2), 112-119.,  
<http://aer.noao.edu/AERArticle.php?issue=2&section=4&article=3>
- Galili, I. (1993). Weight and Gravity: Teachers' Ambiguity and Students' Confusion About the Concepts. *International Journal of Science Education*, 15(2), 149-162.
- Galili, I. & Kaplan, D. (1996). Students' Operations With the Weight Concept. *Science Education*, 80(4), 457-487.
- Griffiths, M. (2003). Mars in Fact and Fiction. *Physics Education*, 38(3), 224-231.
- Gürdal, A., Şahin, F. & Çağlar, A. (2001). *Fen Eğitimi; İlkeler, Stratejiler ve Yöntemler*. Marmara Üniversitesi, Yayın No: 668, İstanbul.
- Gürel, Z. & Acar, H. (2001). Temel Fizik Kanunlarının Ağırlıksız Ortamda İşleyişi ile İlgili Öğrenci Görüşlerinin İncelenmesi. *Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri*, Maltepe Üniversitesi, İstanbul Türkiye, 7-8 Eylül2001, 346-371.
- Gürel, Z. & Gürdal, A. (2002). 7-11 Sınıf Öğrencilerinin Yerçekimi Konusundaki Kavram Yanılgıları. *SDÜ Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(3), 42-55.
- Gürel, Z. & Acar, H. (2003). Research into Students' Views About Basic Physics Principles In The Weightless Environment. *Astronomy Education Review*, 2(3).  
<http://aer.noao.edu/AERArticle.php?issue=3&section=2&article=4>
- Hendershot, C. (2001). Chemistry and Science Fiction. *Journal of the History of Science in Society*, 92(1), 145.
- Idier, D. (2000). Science Fiction and Technology Scenarios: Comparing Asimov's Robots and Gibson's Cyberspace. *Technology in Society*, 22(2), 255-272.
- Jonassen, D.H. (1988). Designing Structured Hypertext, and Structuring Access to Hypertext. *Educational Technology*, 28(11), 13-16.

- Jonassen, D.H. (1990). *Semantic Net Elicitation: Tools for Structuring Hypertext*. In R. McAleese and C. Green (eds.) *Hypertext: State of the Art*. Oxford, UK, Intellect.
- Jonassen, D.H. (1991). Objectivism Versus Constructivism: Do We Need New Philosophical Paradigm? *Educational Technology: Research and Development*, 39 (3), 5-14.
- Kafa, Y. (2002). *Lise Öğrencilerinin Yerçekimi Konusundaki Kavram Yanılgılarında Yapıcı Öğretim Yaklaşımının Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
- Mali, G.B. & Howe, A. (1979) Development of Earth and Gravity Concepts Among Nepali Children. *Science Education*, 63(5), 685-691.
- Martin-Diaz, M.J., Pizarro, A., Bacas, P., Garcia, J.P. & Perera, F. (1992). Science Fiction Comes into the Classroom: Maelstrom II. *Physics Education*, 27, 18-23.
- McDermott, L.C. (1991). Millikan Lecture 1990: What We Teach and What is Learned – Closing the Gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301-315.
- National Research Council (NSES), (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Neves, M.S.D., Cardoso, F.C., Sakai, F.S., Veroneze, P.R., Andrade, A. Bernabé, H.S. (2000). Science Fiction in Physics Teaching: Improvement of Science Education and History of Science via Informal Strategies of Teaching. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 1(2), 91-101.
- Nussbaum, J. (1979). Children's Conceptions of the Earth as a Cosmic Body: A Cross Age Study. *Science Education*, 63(1), 83-93.
- Nussbaum, J. & Novak, J.D. (1976). An Assessment of Children's Concepts of the Earth Utilizing Structured Interviews. *Science Education*, 60(4), 535-550.
- Nussbaum, J. & Sharoni-Dagan, N. (1983). Changes in Second Grade Children's Preconceptions About the Earth as a Cosmic Body Resulting from a Short Series of Audio-Tutorial Lessons. *Science Education*, 67(1), 99-114.
- Ortoli, S. (1987). Gece Niçin Karanlıktır?. *Bilim ve Teknik*, Tübitak Yayınları, Mayıs, 1987, 30-32.
- Osborne, R.J. (1984). Children's Dynamics. *The Physics Teacher*, 22(11), 504-508.
- Osborne, R.J. & Gilbert, J.K. (1980). A Method for Investigating Concept Understanding in Science. *European Journal of Science Education*, 2, 311-371.

- Park, J.C. (1992). Video Vignettes: A Look at Physics in the Movies. *School Science and Mathematics*, 92(5), 257-262.
- Perales-Palacios, F.J. & Vílchez-González, J.M. (2002). Teaching Physics by Means of Cartoons: A Qualitative Study in Secondary Education. *Physics Education*, 37(5), 400-406.
- Philips, W.C. (1991). Earth Science Misconceptions. *The Science Teacher*, 58(2), 21-23.
- Philips, D.C. (1995). The Good, the Bad and the Ugly: The Manyfaces of Constructivism. *Educational Researcher*. 24 (7), 5-12.
- Prantzios, N. (2001). Geleceğe Yolculuk: İnsanlığın Kozmik Serüveni. çev: Dr. Ercüment Akat, *Güncel Yayıncılık*, İstanbul, 1. Basım.
- Redish, E.F. (1994). Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics. *American Journal of Physics*, 62(9), 796-803.
- Roald, I. & Mikalsen, Ø. (2000). What are the Earth and the Heavenly Bodies Like? A Study of Objectual Conceptions Among Norwegian Deaf and Hearing Pupils. *International Journal of Science Education*, 22(4), 337-355.
- Rollins, M.M., Dentton, J.J. and Janke, D.L. (1983). Attainment of Selected Earth Science Concepts by Texas High School Seniors. *The Journal of Educational Research*, 77(2), 81-88.
- Ruggiero, S., Cartelli, A., Dupre, F. & Vicentini-Missoni, M. (1985). Weight, Gravity and Air Pressure: Mental Representations by Italian Middle School Pupils. *European Journal of Science Education*, 7(2), 181-194.
- Sadler, P. (1992). *The Initial Knowledge State of High School Astronomy Students*. Ed.D. Dissertation, Harvard School of Education.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1996). Mental Models of the Earth, Sun, and Moon: Indian. *Cognitive Development*, 11, 491-521.
- Sarıçayır, H. (2000). *Lise 2 Kimya Derslerinde Kavram Haritalarının Başarıya Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniv. Fen Bilimleri Ens.
- Schneps, M.H. (1987). *A Private Universe*. Available from Pyramid Films and Video, 2801 Colorado Avenue, Santa Monica, CA 90404.
- Selman, R.L., Krupa, M.P., Stone, C.R. & Jaquette, D.S. (1982). Concrete Operational Thought and the Emergence of the Concept of Unseen Force in Children's Theories of Electromagnetism and Gravity. *Science Education*, 66(2), 181-194.

- Sharp, J.G. (1996). Children's Astronomical Beliefs: A Preliminary Study of Year 6 Children in South-West England. *International Journal of Science Education*, 18(6), 685-712.
- Shaw, D.G. (2000). Science and Popular Media. *Science Activities*, 37(2) 22-31.
- Slater, T.F. (1993). *The Effectiveness of a Constructivist Epistemological Approach to the Astronomy Education of Elementary and Middle Level in-Service Teachers*. Ph.D. Dissertation, University of South Carolina.
- Sneider, C. & Pulos, S. (1983). Children's Cosmographies: Understanding the Earth's Shape and Gravity. *Science Education*, 67(2), 205-221.
- Stannard, R. (2001). Communicating Physics Through Story. *Physics Education*, 36, 30-34.
- Şahin, T. (2001). İlköğretimde Oluşturmacı (Constructivist) Bir Sınıf Kültürü Yaratma. *Yaşadıkça Eğitim*, 72, Ekim-Aralık, 2001, 27-32
- Tapscott, D. (1999). Educating the Next Generation. *Educational Leadership*, 56 (5), 5-11.
- The World Book Encyclopedia. (1999). Chicago: World Book, Inc.
- Tok, G. (1996). Geçmişin Masalından Geleceğin Gerçeğine: Çağdaşımız Bilimkurgu. *Bilim ve Teknik*, Haziran 1996, 343, 34-43.
- Tok, G. (1999). Umutla Yıldızlara. *Bilim ve Teknik*, Şubat 1999, 375, 56-60.
- Treagust, D.F. & Smith, C.L. (1989). Secondary Students Understanding of Gravity and the Motions of Planets. *School Science and Mathematics*, 89(5), 380-391.
- Trumper, R. (2001). A Cross-Age Study of Junior High School Students' Conceptions of Basic Astronomy Concepts. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1111-1123.
- Twigger, D., Byard, M., Driver, R., Draper, S., Hartley, R., Hennessey, S., Mohamed, R., O'Malley, C., O'shea, T. & Scanlon, E. (1994). The Conception of Force and Motion of Students Aged Between 10 and 15 Years: An Interview Study Designed to Guide Instruction. *International Journal of Science Education*, 16(2), 215-229.
- Verne, J. (2001). *Ayın Çevresinde Seyahat*. çev: Aysen Altınel, İthaki Yayınları, İstanbul, 1. Baskı.
- Vosniadou, S. (1991). Designing Curricula for Conceptual Restructuring: Lessons from the Study of Knowledge Acquisition in Astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 23(3), 219-237.

- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1987). Theories of Knowledge Restructuring in Development, *Review of Educational Research*, 57(1), 51-67.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1989). *The Concept of Earth's Shape: A Study of Conceptual Change in Childhood*. ERIC Document ED 320 756.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood, *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1994). Mental Models of the Day/Night Cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Watts, D.M. (1982). Gravity-Don't Take it for Granted!. *Physics Education*, 17,116-121.
- Yager, R.E. (2000). The Constructivist Learning Model. *The Science Teacher*, 67(1), 44-45.
- Yelkenli, M. (2000). Öteki Dünyalı. *Çiviyazıları*, İstanbul, Türkiye, 2000.
- Yelkenli, M. (2001). İstilacı Uzaylılar. *Radikal*, Kitap eki, 7 Aralık 2001, sayfa 11.

## EK 1. ANKET FORMU

Sınıf:

Yaş:

Cinsiyet:

Sevgili öğrenciler;

Bu anket formu Dünya’da temel fizik kanunları ile açıklamaya alıştığımız bazı olayların uzay ortamında işleyişiyle ilgili sorular içermektedir. Sorulardan ilk üçü Jules Verne’ün “Ay’ın Çevresinde Seyahat” adlı hikayesinde geçen durumlarla ilgilidir. Bu hikaye aşağıda kısaca özetlenmiştir. Sorulara vereceğiniz cevaplar araştırma amaçlı kullanılacaktır. Herhangi bir şekilde notla değerlendirilmeyecektir. Bu yüzden içten ve samimi cevaplar vereceğinizi umuyoruz. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.



Jules Verne  
(1828-1905)

On dokuzuncu yüzyılın ilk yarısı, Amerika... Kuzey-Güney Savaşı bitmiştir. Kuzeyin eski askerleri, özellikle topçu subayları işsiz kalmış olmaktan yakınırılar. Aralarından biri, Ay’a bir mermi atmayı önerir. Büyük çabalardan sonra bu atışı gerçekleştirecek topu ve atılacak mermiyi hazırlarlar. Yolculuğun sonuna kadar gözlem yapmalarına yarayacak güçte bir teleskop da hazırır.

Hazırlıkların tamamlanmasına doğru, sıra dışı bir Fransız ortaya çıkar ve merminin içinde Ay’a gitmek istediğini söyler. İsteği kabul edilir; ancak bir iddialaşma sonucu Ay’a bir değil üç kişinin gönderilmesine karar verilir. Önceden saptanan gün ve saatte mermi fırlatılır. Artık Ay’a yolculuk başlamıştır...

Aşağıda; soruların çözümünde size yardımcı olabilecek bazı değerler verilmiştir.

Bunlardan sadece ihtiyacınız olanları kullanınız.

$$\begin{aligned} M_{DÜNYA} &= 5.98 \times 10^{24} \text{ kg} \\ M_{AY} &= 7.36 \times 10^{22} \text{ kg} \\ V_{MERMI} &= 11000 \text{ m/s} \\ V_{SES} &= 340 \text{ m/s} \end{aligned}$$

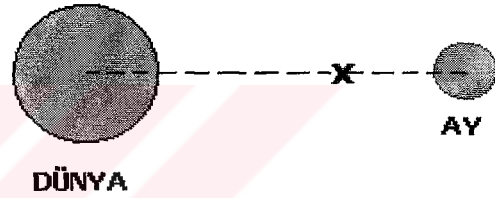
$$\begin{aligned} d_{SU} &= 1 \text{ g/cm}^3 \\ d_{BUZ} &= 0.9 \text{ g/cm}^3 \\ g_{DÜNYA} &= 10 \text{ m/s}^2 \\ g_{AY} &= 1,7 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

## SORULAR

1- Merminin içindeki yolcular, yolculuk başladığı andan itibaren giderek hafiflediklerini ve şekilde "X" ile gösterilen noktaya geldiklerinde tamamen ağırlıksız olduklarını söylüyorlar. Mermi bir ilk hızla fırlatıldığına göre yolcuların söylediklerinde yanlış olan nedir?

- A- X noktası Ay'a değil Dünyaya yakın olmalı
- B- Yolcular tüm yolculuk boyunca ağırlıksız olmalılar
- C- Yolcular X noktasından itibaren bütün noktalarda ağırlıksız olmalılar
- D- Yolcuların söylediklerinde yanlışlık yoktur

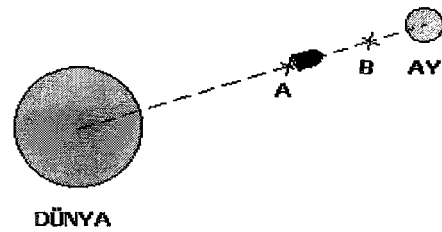
Neden?.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



2- Mermi Ay'a yaklaştığı sırada yolcular yanlarına aldıkları köpeğin öldüğünü fark ediyorlar. İçeride kalıp kokmaması için onu uzaya bırakmaya karar veriyorlar. Mermi A noktasındayken pencerelerden biri açılıp köpek öylece dışarı bırakılıyor. Mermi A noktasından B noktasına geldiği anda köpek nerede bulunur?

- A- A ile B arasında
- B- B noktasından ileride
- C- B noktasında
- D- Uzayın derinliklerinde

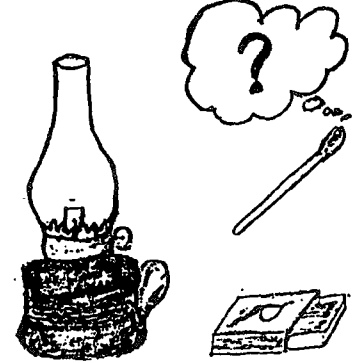
Neden?.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



3- Merminin ağırlıksız olduğu bir noktada yolculardan biri içeriyi aydınlatmak için gaz lambasını yakmak istiyor. Bu iş için çaktığı kibritin alevinin şekli nasıl olur?

(Not: Merminin içinde yeterince oksijen vardır.)

- A- Dünyadakinin aynısı
- B- Yukarıya doğru fakat Dünyadakinden daha uzun
- C- Yukarıya doğru fakat Dünyadakinden daha kısa
- D- Küresel

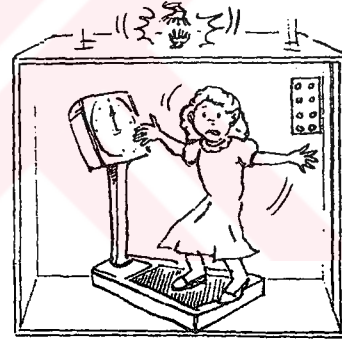


Neden?.....

.....  
 .....  
 .....  
 .....

4- Dünyada asansörle aşağı inmek isteyen bir çocuğun bir tartı üzerinde bulunduğunu ve bu sırada asansörün halatının koptuğunu düşünün. Çocuk, asansör düşerken tartıya bakarsa ağırlığını nasıl görür?

- A- Daha ağır olduğunu görür
- B- Daha hafif olduğunu görür
- C- Ağırlığında bir değişiklik olmaz
- D- Ağırlığının sıfır olduğunu görür

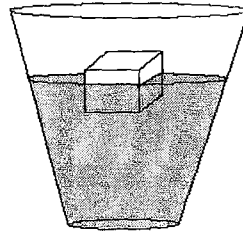


Neden ?.....

.....  
 .....  
 .....  
 .....

5- Dünyada, su dolu bir bardağın içine bırakılan buz, hacminin onda dokuzu suyun içinde kalacak şekilde yüzer. Çekimlerdeki farklılığı göz önünde bulundurarak aynı durum Ay'da denenseydi buzun ne kadarının batacağını düşünürdünüz?

- A- 9/10 dan fazla
- B- 9/10 dan az
- C- 9/10 u
- D- Tamamı batar



Neden?.....

.....

## EK 2. GÖRÜŞME PROTOKOLÜ

### EK 2A. Görüşmelerden Önce Değerlendirmeleri İçin Öğrencilere Verilen Bölüm

**Konu:** Yerçekimi ve Ağırlıksızlık

**Görüşmeci:** Hatice Acar

Sevgili Öğrenciler;

Sizlerle bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanılması ile ilgili bir görüşme yapacağız. Bu görüşmede Jules Verne'ün "Ay'ın Çevresinde Seyahat" adlı hikayesindeki bazı bölümleri fizik bilgisi açısından analiz edeceğiz. Görüşme daha önce size yöneltilmiş olan anket formundaki konular üzerinde yapılacaktır. Görüşmeye başlamadan önce aşağıda verilen Bölüm 1 ve Bölüm 2'yi dikkatle okuyarak tabloyu uygun şekilde doldurmanız gerekmektedir. Görüşme sonunda sizlere bilimkurgu hikayelerinin fizik derslerinde kullanımı hakkında sorular yöneltilecektir. Katkılarınız için teşekkürler...

### AY'IN ÇEVRESİNDE SEYAHAT

#### Hikayenin Özeti:

On dokuzuncu yüzyılın ilk yarısı, Amerika... Kuzey-Güney Savaşı bitmiştir. Kuzeyin eski askerleri, özellikle topçu subayları işsiz kalmış olmaktan yakınırlar. Aralarından biri, Ay'a bir mermi atmaya önerir. Büyük çabalardan sonra bu atışı gerçekleştirecek topu ve atılacak mermiyi hazırlarlar. Yolculuğun sonuna kadar gözlem yapmalarına yarayacak güçte bir teleskop da hazırdır.

Hazırlıkların tamamlanmasına doğru, sıra dışı bir Fransız ortaya çıkar ve merminin içinde Ay'a gitmek istediğini söyler. İsteği kabul edilir; ancak bir iddialaşma sonucu Ay'a bir değil üç kişinin gönderilmesine karar verilir. Önceden saptanan gün ve saatte mermi fırlatılır. Artık Ay'a yolculuk başlamıştır...

#### Hikayenin Kahramanları:

**Barbican:** Kırk yaşlarında, sakin, soğuk, sert bir adam. Amerikalı. Son derece ciddi, dikkatli ve düşünceli bir kişi. Her türlü zorluğa dayanan bir ruh yapısında, sarsılmaz bir karakteri var. Cesaret gösterilerine düşkün değil ama maceradan hoşlanır. En korkusuz girişimlere bile pratik çözümler bulur. Topçu, gülle atma konusunda uzman. Baltimore Gun Club'ün başkanı. Ay'a mermi yollama fikrini ortaya atan kişi.

**Nicholl:** Bilgin, dik başlı, inatçı, yaptığını inanarak yapan, ateşli bir Kuzey Amerikalı. Zırhlı gemiler konusunda uzman. İç savaş sırasında Barbican'ın ezeli rakibi idi. Barbican'ın gülle atma konusunda uzman olduğu kadar o da bu güllere dayanacak zırhlı araçlar geliştirme konusunda uzman. Ay'a mermi yollama fikrine karşı çıkan tek kişi. Bir iddialaşma sonucu mermideki yolcular arasında o da bulunuyor.

**Michel Ardan:** Kırk iki yaşında. Mücadeleci, cesur, girişimci, mütevazı ve mükemmeliyetçi bir insan. Elde etme ve sahip olma arzularından uzak maceracı ve şakacı bir Fransız. Zeki fakat fen ve matematik alanlarındaki bilgisi çok az. Ay'a gönderilecek mermide yolcu bulunabileceğini iddia eden ve yolcu olarak gitmek istediğini bildiren kişi.

## Bölüm 1:

“Bütün gece ne düşündüğümü biliyor musun Barbicane?” diye sordu Michel.

“Hayır,” diye yanıt verdi başkan.

“Cambridge’deki dostlarımızı. Gözlemevindeki bilgilerin, merminin Ay’a gitmek üzere Colombiad’dan ayrılırken nasıl bir başlangıç hızıyla fırlaması gerektiğini hesaplayabildiklerini anlamak benim için olanaksız.”

“Ay’ın ve Dünya’nın çekim güçlerinin eşitlendiği nötr noktaya demek istiyorsun sanırım,” dedi Barbicane, “çünkü izleyeceğimiz yolun yaklaşık onda dokuzunu yaptığımızda ulaşacağımız bu nötr noktadan başlayarak mermi sadece kendi ağırlığının etkisi ile Ay’ın üstüne düşecek.”

\*\*\*\*\*

O anda merminin ağırlığı hemen hemen yok gibiydi ve bu ağırlık durmadan azalıyordu, Ay’ın ve Dünya’nın çekim güçlerinin nötr duruma geldiği çizgide tümtüyle ortadan kalkacak ve çok şaşırtıcı sonuçlara yol açacaktı.

\*\*\*\*\*

Dünyayı terk ettiklerinden bu yana kendi ağırlıkları, merminin ve içindeki eşyaların ağırlığı giderek azalmıştı.

Bir terazinin bu ağırlık kaybını göstermemesi çok doğaldır, çünkü nesnenin ağırlığını ölçmeye yarayacak ağırlığın da ağırlığı ölçülecek nesne gibi azalacaktır; ama örneğin gerilimi yerçekimine bağımlı olmayan yaylı bir kantar bu ağırlık azalmasının ne kadar olduğunu tam olarak gösterir

\*\*\*\*\*

Ama o gün sabah saat on bire doğru bir bardağı elinden düşüren Nicholl, bardağın yere düşeceğine havada asılı kaldığını gördü.

“Ah!” diye bağırdı Michel Ardan, “biraz da eğlenceli fizik!”

Ve az sonra ortaya bırakılan çeşitli nesnelere, silahlar, şişeler bir mucize oluyormuş gibi havada durmaya başladılar. Michel’in havaya bıraktığı Diane bile hiçbir hile olmadan Gaston ve Robert-Houdin’in olağanüstü havada asılı kalma numarasını yaptı. Uzattıkları kolları artık yere düşmüyor, kafaları omuzlarının üstünde sallanıyor, ayakları merminin dibine değmiyordu. Burada ortaya çıkan gerçek, çekim güçlerinin nötr duruma gelmesiyle, insanların elindekilerin de kendilerinin de ağırlıklarını yitirmeleriydi.

## Bölüm 2:

(Yolcular yanlarına Diane ve Sattellite adında iki köpek almışlardı.)

Sattellite’in yuvasına doğru eğilmiş olan Michel doğruldu:

“Evet. Sattelite artık hasta değil,” dedi.

“Çok iyi!” dedi Nicholl.

“Hayır,” dedi Michel, “o öldü. İşte can sıkıcı bir şey,” diye ekledi berbat bir sesle.

“Şimdi bir sorunumuz var,” dedi Barbicane. “Önümüzdeki kırk sekiz saat boyunca bu köpeğin ölüsünü burada tutamayız.”

“Hayır, bu olanaksız,” dedi Nicholl, “ama lombozlarımız menteşelerle tuturulmuş. Aşağı inebilirler. İkisinden birini açar, hayvanın ölüsünü boşluğa bırakırız.”

\*\*\*\*\*

Michel Ardan aşağı indiğinde yan lomboza yaklaştı ve birden şaşkınlık belirten bir çığlık attı.

“Ne oldu?” diye sordu Barbicane.

Başkan cama yaklaştı ve mermiden birkaç metre uzakta yüzen yassılamış bir torba gördü (Yolcular daha sonra torba sandıkları bu şeyin uzay boşluğuna bıraktıkları köpek olduğunu fark ediyorlar). Bu nesne mermi gibi hareketsiz görünüyordu, buna göre torba da mermi ile aynı hızda ilerliyordu.

“Bu da ne?” diye yineleyip duruyordu Michel Ardan. “Acaba mermimizin çekim gücüyle tuttuğu ve Ay’a kadar yanında taşıyacağı uzay cisimciklerinden biri mi?”

“Beni şaşırtan şey,” dedi Nicholl, “bu cismin, merminin özgül ağırlığından kesinlikle daha az olan özgül ağırlığının, onun mermiyle aynı düzeyde kalmasını sağlaması.”

“Nicholl,” dedi Barbicane kısa bir süre düşündükten sonra, “bu cismin ne olduğunu bilmiyorum, ama neden mermiyle aynı düzeyde kaldığını kesinlikle biliyorum.”

“Neden?”

“Çünkü biz boşlukta yüzüyoruz, sevgili kaptan ve boşlukta cisimler ağırlıkları ya da biçimleri ne olursa olsun eşit bir hızda düşerler ya da hareket ederler.”



## EK 2B. Görüşmelerde Öğrencilere Yöneltilen Sorular

### SORULAR

Hikayeye geçmeden önce Dünya ve Ay'ın çekimleri hakkında birkaç soru ile başlayacağız. Bunun için önünüzdeki kağıtlara bazı çizimler yapmanız gerekecek.

- 1- Dünya'nın ve etrafındaki atmosferin şeklini kabataslak çiziniz.
- 2- Çizdiğiniz bu şekil üzerinde yerçekiminin nereye kadar uzandığını gösterebilir misiniz? Neden böyle olduğunu açıklayabilir misiniz?
- 3- Ağırlığın ya da yerçekiminin oluşması atmosfere bağlı mıdır? Atmosfer olmasaydı yine yerçekimi olur muydu?
- 4- Sizce yerçekiminin değeri nelere bağlı olarak değişir? Cismin kütlesi ile çekim kuvveti arasında bir ilişki var mıdır? Cismin hacmi ile çekim kuvveti arasında bir ilişki var mıdır?
- 5- Çizdiğiniz Dünya şeklinin yanına bir de Ay'ı çiziniz.
- 6- Çizdiğiniz bu Ay'ın çekim kuvveti var mıdır? Neden böyle düşündüğünüzü açıklayabilir misiniz?
- 7- Eğer Ay'ın çekim kuvveti varsa nereye kadar uzandığını çizdiğiniz şekil üzerinde gösterebilir misiniz? Sizce neden böyle oluyor?
- 8- Dünya'nın ve Ay'ın çekim kuvvetlerinin büyüklükleri hakkında nasıl bir kıyaslama yapabilirsiniz? Neden böyle olduğunu açıklayabilir misiniz?
- 9- Dünya ve Ay arasında her ikisinin de çekim kuvvetinin olmadığı bir bölge var mıdır?
- 10- Dünya'nın ve Ay'ın çekimlerinin her ikisinin de etkili olduğu bölgeler var mıdır? Varsa çizdiğiniz şekil üzerinde gösterebilir misiniz?
- 11- Dünya'nın ve Ay'ın çekimlerinin birbirini nötrlediği bir nokta var mıdır? Bu nasıl gerçekleşir?
- 12- Eğer nötr nokta var ise yaklaşık olarak nerededir? Neden böyle düşündüğünüzü açıklayabilir misiniz?

Şimdi hikaye ile ilgili sorulara geçebiliriz. Bu kısım beş bölümden oluşuyor. Her bölümde ayrı bir konu tartışılacak. Bu yüzden bölümler teker teker ele alınacak.

#### Bölüm 1:

Hikayede yazarın merminin hareketinden söz ettiği bölümlere birlikte tekrar bakacağız. Fizik bilgilerimizi kullanarak bu olayların gerçekten yazarın anlattığı gibi olup olmayacağını anlamaya çalışacağız. Bu bölümleri dinlerken merminin bir toptan fırlatıldığını ve hareketinin bir atış hareketi olduğunu özellikle göz önünde bulundurunuz.

.....

“Bütün gece ne düşündüğümü biliyor musun Barbicane?” diye sordu Michel.

“Hayır,” diye yanıt verdi başkan.

“Cambridge'deki dostlarımızı. Gözlemevindeki bilgilerin, merminin Ay'a gitmek üzere Colombiad'dan ayrılırken nasıl bir başlangıç hızıyla fırlaması gerektiğini hesaplayabildiklerini anlamak benim için olanaksız.”

“Ay'ın ve Dünya'nın çekim güçlerinin eşitlendiği nötr noktaya demek istiyorsun sanırım,” dedi Barbicane, “çünkü izleyeceğimiz yolun yaklaşık onda dokuzunu yaptığımızda ulaşacağımız bu nötr noktadan başlayarak mermi sadece kendi ağırlığının etkisi ile Ay'ın üstüne düşecek.”

Yazar burada yolculuğun onda dokuzu tamamlandığında merminin varacağı bir nötr noktadan bahsediyor. Bu noktada Dünya'nın ve Ay'ın çekimlerinin eşitleneceğini söylüyor.

.....

O anda merminin ağırlığı hemen hemen yok gibiydi ve bu ağırlık durmadan azalıyordu, Ay'ın ve Dünya'nın çekim güçlerinin nötr duruma geldiği çizgide tümüyle ortadan kalkacak ve çok şaşırtıcı sonuçlara yol açacaktı.

.....

Dünyayı terk ettiklerinden bu yana kendi ağırlıkları, merminin ve içindeki eşyaların ağırlığı giderek azalmıştı.

Bir terazinin bu ağırlık kaybını göstermemesi çok doğaldır, çünkü nesnenin ağırlığını ölçmeye yarayacak ağırlığın da ağırlığı ölçülecek nesne gibi azalacaktır; ama örneğin gerilimi yerçekimine bağımlı olmayan yaylı bir kantar bu ağırlık azalmasının ne kadar olduğunu tam olarak gösterir

Bu bölümlerde de yazar yolcuların ağırlıklarının giderek azaldığından bahsediyor.

.....

Ama o gün sabah saat on bire doğru bir bardağı elinden düşüren Nicholl, bardağın yere düşeceğine havada asılı kaldığını gördü.

"Ah!" diye bağırdı Michel Ardan, "biraz da eğlenceli fizik!"

Ve az sonra ortaya bırakılan çeşitli nesnelere, silahlar, şişeler bir mucize oluyormuş gibi havada durmaya başladılar. Michel'in havaya bıraktığı Diane bile hiçbir hile olmadan Gaston ve Robert-Houdin'in olağanüstü havada asılı kalma numarasını yaptı. Uzattıkları kolları artık yere düşmüyor, kafaları omuzlarının üstünde sallanıyor, ayakları merminin dibine değmiyordu. Burada ortaya çıkan gerçek, çekim güçlerinin nötr duruma gelmesiyle, insanların elindekilerin de kendilerinin de ağırlıklarını yitirmeleriydi.

Ve yolcular ağırlıklarının sıfır olduğu nötr noktadalar. Bu bölümde nötr noktada gerçekleşen olaylar anlatılıyor. Şimdi aşağıdaki soruları cevaplayarak bunların doğru olup olmadığını anlamaya çalışalım:

- 1- Mermi nötr noktaya varıncaya kadar hızında bir değişiklik olur mu? Olursa ne gibi bir değişiklik olmasını beklersiniz.
- 2- Sizce merminin bu hareket boyunca bir ivmesi var mıdır?
- 3- Mermi bir ivmesi olduğunu düşünüyorsanız bu ivmenin değeri hakkında bir şey söyleyebilir misiniz?
- 4- Sizce merminin ivmesinin yolcuların ağırlığı üzerinde bir etkisi olur mu?
- 5- Yolcuların ağırlığı ile ivmeden dolayı oluşan bu kuvveti büyüklük bakımından kıyaslayabilir misiniz?
- 6- Yolcular ivmenin bu etkisini yolculuğun hangi anından itibaren hissederler?
- 7- Mermi fırlatılmadan önce yolcular üzerindeki kuvvetleri şekil çizerek gösterebilir misiniz?
- 8- Mermi fırlatıldıktan sonra yolcular üzerindeki kuvvetleri şekil çizerek gösterebilir misiniz?
- 9- Yolcular mermide bir tartının üzerinde bulunuyor olsalardı mermi fırlatıldıktan sonra tartı yolcuların ağırlığını nasıl gösterirdi?
- 10- Yolculuk boyunca yolcuların ağırlığı hakkında ne söyleyebilirsiniz?
- 11- Hikayede anlatıldığı gibi yolcuların giderek hafifleyecekleri ve nötr noktada ağırlıksız olacakları fikrine katılıyor musunuz?
- 12- Sizce yazarın böyle düşünmesine sebep olan şey ne olabilir?

## Bölüm 2:

Yolcular yanlarına Diane ve Sattellite adlarında iki köpek almışlardı. Şimdi okuyacağım bölümde yazar Sattellite ile ilgili bir olaydan bahsediyor. Şöyle:

.....  
Sattellite'in yuvasına doğru eğilmiş olan Michel doğruldu:

"Evet. Sattelite artık hasta değil," dedi.

"Çok iyi!" dedi Nicholl.

"Hayır," dedi Michel, "o öldü. İşte can sıkıcı bir şey," diye ekledi berbat bir sesle.

"Şimdi bir sorunumuz var," dedi Barbicane. "Önümüzdeki kırk sekiz saat boyunca bu köpeğin ölüsünü burada tutamayız."

"Hayır, bu olanaksız," dedi Nicholl, "ama lombozlarımız menteşelerle tuturulmuş. Aşağı inebilirler. İkisinden birini açar, hayvanın ölüsünü boşluğa bırakırız."

.....  
Bu diyaloglara göre köpek sürtünmesiz ortamda mermiden serbest bırakılıyor. Köpeğin bundan sonraki durumunun ne olacağını anlayabilmek için bu olayı biraz inceleyelim.

- 1- Bu olay Ay'a yakın bir noktada gerçekleştiğine göre köpek ve merminin hızları hakkında nasıl bir kıyaslama yapabilirsiniz?
- 2- Sizce köpek mermiden hızlı gidiyor olabilir mi? Köpek daha hızlı gidiyorsa bu olaya sebep olan şey nedir?
- 3- Sizce mermi köpekten hızlı gidiyor olabilir mi? Mermi daha hızlı gidiyorsa bu olaya sebep olan şey nedir?
- 4- Ay'a yaklaşıldığı sırada Ay'ın köpeğe ya da mermiye uyguladığı bir çekim kuvveti var mıdır?
- 5- Ay'ın çekim kuvveti köpeğin ya da merminin daha hızlı düşmesine sebep olur mu? Bunu nasıl açıklarsınız?
- 6- Köpek ve mermi arasında oluşan çekim kuvveti bu iki cismin hareketini nasıl etkiler?
- 7- Köpeğin merminin yörüngesinde bulunabilmesi için belli şartlar gerekli midir yoksa her durumda köpek merminin yörüngesine girebilir mi?
- 8- Merminin hızla gidiyor olması köpeğin bundan sonraki hareketini nasıl etkiler?
- 9- Sürtünmesiz ortamda cisimlerin kütesinin hızları üzerinde bir etkisi olur mu? Bu duruma örnek verebilir misiniz?
- 10- Hikayede köpek ve merminin hareketinden bahseden bölüm şöyle:

Michel Ardan aşağı indiğinde yan lomboza yaklaştı ve birden şaşkınlık belirten bir çığlık attı.

"Ne oldu?" diye sordu Barbicane.

Başkan cama yaklaştı ve mermiden birkaç metre uzakta yüzen yassılamış bir torba gördü (Yolcular daha sonra torba sandıkları bu şeyin uzay boşluğuna bıraktıkları köpek olduğunu fark ediyorlar). Bu nesne mermi gibi hareketsiz görünüyordu, buna göre torba da mermi ile aynı hızda ilerliyordu.

"Bu da ne?" diye yineleyip duruyordu Michel Ardan. "Acaba mermimizin çekim gücüyle tuttuğu ve Ay'a kadar yanında taşıyacağı uzay cisimciklerinden biri mi?"

"Beni şaşırtan şey," dedi Nicholl, "bu cismin, merminin özgül ağırlığından kesinlikle daha az olan özgül ağırlığının, onun mermiyle aynı düzeyde kalmasını sağlaması."

"Nicholl," dedi Barbicane kısa bir süre düşündükten sonra, "bu cismin ne olduğunu bilmiyorum, ama neden mermiyle aynı düzeyde kaldığını kesinlikle biliyorum."

"Neden?"

"Çünkü biz boşlukta yüzüyoruz, sevgili kaptan ve boşlukta cisimler ağırlıkları ya da biçimleri ne olursa olsun eşit bir hızda düşerler ya da hareket ederler."

Yazar köpek ve merminin yan yana gittiğini söylüyor. Siz bu konuda yazara katılıyormusunuz?

- 11- Sizce Barbicane'in açıkladığı sebep köpek ve merminin yan yana gidebilmesi için geçerli bir sebep mi?
- 12- Mermi bir süre ilerledikten sonra köpeğin nerede olacağını düşünüyorsunuz?

### Bölüm 3:

Hikayenin bazı bölümlerinde yolcuların ateş için kibrit yaktıklarından bahsediliyor. Merminin yolculuk boyunca ağırlıksız olduğunu göz önünde bulundurarak bu bölümlerden bir kaçına göz atalım:

.....  
(Mermi fırlatıldıktan hemen sonra)

Michel Ardan, yeni bir çabayla dengesini sağladı. Ayağa kalkmayı başardı, cebinden bir kibrit çıkardı ve fosforunu sürterek yaktı.

.....  
Nicholl bir düzine sandviçin yenilmesini kolaylaştırmak amacıyla birkaç fincan çay hazırlamak istedi. Bunun için önce ateşi yakması gerekiyordu, kibriti sert bir biçimde sürttü.

Ben bu satırları okurken acaba siz bu ortamda oluşacak alevin şeklini hayalinizde nasıl canlandırdınız. Acaba alevin şekli ağırlıksız ortamda da bizim Dünya'da görmeye alıştığımız gibi mi olur? Bu soruya cevap bulmak için alevle ilgili birkaç olayı ve ağırlıksızlığın bunlar üzerindeki etkisini birlikte tartışalım.

- 1- Oksijenin alevin oluşması için gerekli olduğunu biliyoruz. Oksijen alevin şekillenmesinde de etkili midir?
- 2- Alevin şekillenmesinde yerçekiminin bir etkisinin olduğunu düşünüyor musunuz?
- 3- Yerçekimi aşağı doğru olmasına rağmen alev yukarı doğru yükseliyor. Bunu nasıl açıklarsınız?
- 4- Sizce yanma olayında alevin yükselmesini sağlayan şey nedir?
- 5- Ortamdaki gazların alevin şekillenmesinde bir etkisi olabilir mi?
- 6- Alevin etrafındaki ısınan hava moleküllerinde ne gibi değişiklikler olmasını beklersiniz?
- 7- Isınan hava moleküllerinin belli bir yönde hareket etmesi mümkün müdür? Sizce bu yön ne olabilir?
- 8- Isınan hava molekülleri üzerindeki kuvvetleri şekil çizerek gösterebilir misiniz?
- 9- Bu moleküllerinin hareketine sebep olan kuvvet nedir?
- 10- Kaldırma kuvveti yerçekiminin değişmesinden etkilenir mi? Etkileniyorsa bu etki ne şekilde olur?
- 11- Ağırlıksız ortamda kaldırma kuvveti oluşabilir mi?
- 12- Ağırlıksız ortamda ısınan hava molekülleri üzerindeki kuvvetleri şekil çizerek gösterebilir misiniz?
- 13- Çizdiğiniz bu şekle göre ağırlıksız ortamda ısınan hava molekülleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?
- 14- Ağırlıksız ortamda alevin şekli hakkında ne söyleyebilirsiniz?

#### Bölüm 4:

Bu kez Dünya'da gerçekleşen bir olay hakkında tartışacağız. Duruyorken halatı kopan bir asansörün içindeki bir çocuğun ağırlığına ne olduğunu bulmaya çalışacağız. Merminin fırlatılması bir atış hareketi idi. Bu defa serbest düşme hareketi söz konusu. Acaba serbest düşme durumunda ağırlıkta nasıl bir değişim olur?

- 1- Asansör düşmeden önce çocuğun üzerindeki kuvvetler nelerdir? Bu kuvvetleri şekil çizerek gösterebilir misiniz?
- 2- Halattaki gerilme kuvvetinin çocuk üzerinde bir etkisi var mıdır?
- 3- Halat koştuktan sonra asansörün nasıl bir hareket yapmasını beklersiniz?
- 4- Hareket boyunca asansörün hızı nasıl olur?
- 5- Asansörün hareketi ivmeli bir hareket midir?
- 6- Asansörün ivmesi hakkında ne söyleyebilirsiniz?
- 7- Asansör düşerken asansörün ivmesi değişir mi?
- 8- Asansör düşerken yerçekimi değişir mi?
- 9- Asansörün ivmesi çocuk üzerinde bir kuvvet etkisi yapar mı?
- 10- Çizdiğiniz şekle göre çocuğun tartı üzerindeki ağırlığına ne olmasını beklersiniz?
- 11- Bu bir serbest düşme hareketi olduğuna göre serbest düşme hareketi boyunca cisimlerin ağırlıklarının nasıl değişeceği hakkında ne söyleyebilirsiniz?

#### Bölüm 5:

Hayal gücümüzü ve fizik bilgimizi birlikte kullanmamız gereken bir başka olayı daha ele alacağız. Hikayenin bazı bölümlerinde yolcuların yemek yediklerinden ve bir şeyler içtiklerinden bahsediliyor. Merminin ağırlıksız olduğunu biliyoruz. Şimdi bu olayda birkaç değişiklik yapalım. Yolcuların Ay'a ulaştıklarını ve su içtikleri bardağın içinde buz olduğunu varsayalım. Ay'da atmosfer olmadığı için suyun da bulunmadığını biliyoruz. Ama eğer bulunsaydı sadece yerçekiminin farklı olduğunu varsayarak buzun ne kadarının batacağını düşünürdünüz?

- 1- Dünya'dayken su içerisindeki bir buz dengede tutan kuvvetler nelerdir? Bu kuvvetleri şekil çizerek gösterebilir misiniz?
- 2- Yerçekiminin değişmesi bu kuvvetlerden hangisinin ya da hangilerinin değişmesine sebep olur?
- 3- Yerçekimin azalması buzun ağırlığını nasıl etkiler?
- 4- Kaldırma kuvveti yerçekiminin değişmesinden etkilenir mi?
- 5- Yerçekiminin azalması kaldırma kuvvetini nasıl etkiler?
- 6- Ay'dayken suda yüzen buzun üzerindeki kuvvetleri şekil çizerek gösteriniz.
- 7- Ay'da bu kuvvetlerden hangileri değişir?
- 8- Bu değişikliklerden sonra buzun dengesinde bir değişiklik olur mu? Olursa nasıl bir değişiklik olmasını beklersiniz.
- 9- Sizce yerçekimindeki değişiklikler yüzen cisimlerin batma oranları üzerinde nasıl bir etki yapar?

**EK 3. İLGİ TESTİ**

Sınıf:

Yaş:

Cinsiyet:

Sevgili Öğrenciler;

Bu anket formu sizlerin bilimkurguya olan ilginize ve düşüncelerinize yönelik sorulardan oluşmaktadır. Vereceğiniz cevaplar bu konuda yapılan bir araştırma için kullanılacaktır. Lütfen soruları dikkatlice okuyarak size uygun seçeneği işaretleyiniz. Katkılarınızdan dolayı teşekkürler...

		EVET	HAYIR	KARARSIZIM
1	Daha önce bilimkurgu hikayesi okudum			
<b>Aşağıdaki soruları bilimkurgu hikayesi Okuduysanız cevaplayınız.</b>				
2	Bilimkurgu hikayelerini severek okuyorum			
3	Sadece belirli bilimkurgu yazarlarının kitaplarını okuyorum			
4	Bilimkurgu hikayelerinin daha çok maceracı yanını seviyorum			
5	Bilimkurgu hikayelerinin bilimsel yanı daha çok hoşuma gidiyor			
6	Bilimkurgu hikayelerinin hayal gücünü geliştirici bir etkisi var			
7	Bilimkurgu hikayeleri çoğu zaman gelecekle ilgili ipuçları içeriyor			
8	Bilimkurgu hikayelerini eğlendirici olduğu kadar öğretici de buluyorum			
9	Bilimkurgu hikayelerinin çoğunu mantıksız ve gerçek dışı buluyorum			

#### EK 4. Jules Verne'ün "Ay'ın Çevresinde Seyahat" Adlı Hikayesindeki Fizik Konuları ile İlişkilendirilebilecek Olaylar

##### Hikayenin Özeti:

On dokuzuncu yüzyılın ilk yarısı, Amerika... Kuzey-Güney Savaşı bitmiştir. Kuzeyin eski askerleri, özellikle topçu subayları işsiz kalmış olmaktan yakınır. Aralarından biri, Ay'a bir mermi atmaya önerir. Büyük çabalardan sonra bu atışı gerçekleştirecek topu ve atılacak mermiyi hazırlarlar. Yolculuğun sonuna kadar gözlem yapmalarına yarayacak güçte bir teleskop da hazırdır.

Hazırlıkların tamamlanmasına doğru, sıra dışı bir Fransız ortaya çıkar ve merminin içinde Ay'a gitmek istediğini söyler. İsteği kabul edilir; ancak bir iddialaşma sonucu Ay'a bir değil üç kişinin gönderilmesine karar verilir. Önceden saptanan gün ve saatte mermi fırlatılır. Artık Ay'a yolculuk başlamıştır...

##### Hikayenin Kahramanları:

**Barbican:** Kırk yaşlarında, sakin, soğuk, sert bir adam. Amerikalı. Son derece ciddi, dikkatli ve düşünceli bir kişi. Her türlü zorluğa dayanan bir ruh yapısında, sarsılmaz bir karakteri var. Cesaret gösterilerine düşkün değil ama maceradan hoşlanır. En korkusuz girişimlere bile pratik çözümler bulur. Topçu, gülle atma konusunda uzman. Baltimore Gun Club'ün başkanı. Ay'a mermi yollama fikrini ortaya atan kişi.

**Nicholl:** Bilgin, dik başlı, inatçı, yaptığını inanarak yapan, ateşli bir Kuzey Amerikalı. Zırhlı gemiler konusunda uzman. İç savaş sırasında Barbican'ın ezeli rakibi idi. Barbican'ın gülle atma konusunda uzman olduğu kadar o da bu güllere dayanacak zırhlı araçlar geliştirme konusunda uzman. Ay'a mermi yollama fikrine karşı çıkan tek kişi. Bir iddialaşma sonucu mermideki yolcular arasında o da bulunuyor.

**Michel Ardan:** Kırk iki yaşında. Mücadeleci, cesur, girişimci, mütevazı ve mükemmeliyetçi bir insan. Elde etme ve sahip olma arzularından uzak maceracı ve şakacı bir Fransız. Zeki fakat fen ve matematik alanlarındaki bilgisi çok az. Ay'a gönderilecek mermide yolcu bulunabileceğini iddia eden ve yolcu olarak gitmek istediğini bildiren kişi.

SAYFA*	İFADE	KONU
12	(Mermi fırlatılmadan önce) "Her şey yerli yerinde," dedi Barbican. "Şimdi kalkış sırasındaki sarsıntıya dayanabilmek için en iyi nasıl yerleşebiliriz ona karar verelim. Alacağımız durum çok önemli, kanın başımıza şiddetli bir biçimde hücum etmesini olabildiğince engellememiz gerek." "O zaman," diye yanıt verdi Michel Ardan, "Büyük sirkin palyaçoları gibi başımız aşağıda ayaklarımız yukarıda duralım."	Etki-Tepki Prensibi
19	(Mermi fırlatıldıktan hemen sonra) İçeride pek fazla bir düzensizlik yoktu. Birkaç eşya şiddetle tavana savrulmuştu.	Etki-Tepki Prensibi
20	(Mermi fırlatıldıktan hemen sonra) Michel Ardan, yeni bir çabayla dengesini sağladı. Ayağa kalkmayı başardı, cebinden bir kibrit çıkardı ve fosforunu sürterek yaktı.	Konveksiyon
22	"İlerliyor muyuz acaba?" diye soruyu yineledi Michel Ardan. "Yoksa Florida toprakları üzerinde sakin sakin dinleniyor muyuz?" diye sordu Nicholl. Ne olursa olsun henüz merminin durumu hakkında bir şey söyleyemiyorlardı. Görüntüye bakılırsa, hareketsizdi; dışarıyla ilişki kurulamaması sorunun çözümlenmesini engelliyordu.	Görelî Hareket

\* Tabloda gösterilen sayfa numaraları ve kullanılan ifadeler kitabın İthaki Yayınları, 2001 yılı, 1. baskısına aittir.

23	Yine bir ayrıntı Barbicane'in gözüne çarptı. Merminin içindeki sıcaklık tuhaf bir biçimde artmıştı. Termometre kırk beş derece santigradı gösteriyordu. "Evet!" diye bağırdı, "evet! İlerliyoruz! Sıcaklık atmosfer tabakalarına sürtünmeden oluşuyor. Yakında sıcaklık azalacak çünkü boşlukta ilerliyoruz."	Hava Sürtünmesi
24	"Yaklaşık sekiz dakika önce hareket ettik. Oysa, eğer başlangıçtaki hızımız sürtünme nedeniyle azalmadıysa yerküreyi saran an altı millik atmosferi aşmak için bize altı saniye yeterdi." "Çok doğru," diye yanıtladı Nicholl, "ama sürtünme nedeniyle hızın azalması hangi oranda oldu dersiniz?" "Üçte bir oranında, Nicholl," diye yanıt verdi Barbicane. ( $V_0=11.000$ m/s)	Sürtünme Nedeniyle Kaybedilen Enerji
25	"Ama aklıma başka bir varsayım geliyor." dedi Nicholl. "Hangi varsayım?" diye sordu Barbicane. "Ya şu ya da bu nedenle barut ateş almamış ve biz de uzaya doğru fırlamamışsak?" "Vallahi kaptan," diye bağırdı Michel Ardan "Sarsıntıdan yarı ölü bir hale gelmemiş miydik?" "Tamam Michel," diye yineledi Nicholl, "ama tek bir sorum var." "Sor bakalım Kaptan." "Kesinlikle çok büyük olması gereken patlamayı duydun mu?" "Hayır?" diye yanıtladı çok şaşırın Ardan, "gerçekten de patlamayı duymadım." "Yeniden düşünelim," diye mırıldandı başkan, patlamayı neden duymadık.	Ses
26	"Önce ne durumda olduğumuzu öğrenelim," dedi Barbicane, "pencere önündeki panoları aşağı indirelim." Bu son derece basit işlem hemen yapıldı. Sağdaki lombozun dış levhalarının üstüne civataları tuturan somunlar bir İngiliz anahtarıyla çıkarıldı.	Ağırlıksız Ortamda Dönme
30	(Mermi, yolculuk sırasında büyük bir nesneyle karşılaşılıyor.) "Hey!" diye bağırdı Michel Ardan, "bu da ne? Başka bir mermi mi?" Barbicane yanıt vermedi. Bu büyük gökcisminin ortaya çıkması onu şaşırtıyor, kaygılandırıyor. Bir çarpışma olabilir; bundan da çok kötü sonuçlar doğabilirdi: ya mermi yolundan çıkabilirdi, ya merminin hızını kesen bir sarsıntı onu Dünya'ya doğru fırlatabilirdi. Ya da mermi bu göktaşının çekim gücüne kapılarak karşı konulmaz bir biçimde döner dururdu.	Boşlukta İlerleyen İki Gökcisminin Birbirine Etkisi
30	Nesne, yaklaşırken hızla büyüyordu ve belli bir göz yanılmasıyla mermi onun üstüne doğru gidiyormuş gibi görünüyordu..	Görelî Hareket
31	Göktaşı merminin birkaç yüz metre uzağından geçti ve görünmez oldu, bu, yuvarın hızı nedeniyle değil, Ay'ın karşısındaki yüzünün birden boşluğun koyu karanlığına gömülmesindendi.	Aydınlanma
36	Dünya mermiye göre, son evresine giriyordu. Şu anda dairenin sekizde biri kadardı ve göğün siyah zemini üzerinde incecik çizilmiş bir hilal gibiydi. Yine de Ay hilal biçiminde iken oluşan bir doğa olayına benzer bir olayın ardından yerkürenin sınırları seçilebiliyordu. Tüm yuvar Ay'ın kül rengi ışığından daha soluk bir kül rengi ışık altında oldukça açık bir biçimde görünüyordu. Bu az orandaki yoğunluğun nedenini anlamak kolaydı. Ay'ın üzerindeki bu yansıma; Dünya'nın uydusuna doğru yansıttığı güneş ışınları sonucu oluşmaktadır. Burada ise bunun tam tersine Ay'ın Dünya'ya doğru yansıttığı güneş ışınları sonucu bu yansıma oluşmaktaydı. Dünya'nın ışığı Ay ışığına göre yaklaşık 13 kez daha yoğundur, bu da iki cismin hacimlerinin farklılığından ileri gelmektedir.	Işık Akısı

38	<p>“İyi ya,” dedi Michel, “uyumamız gerekiyorsa uyuyalım.”          Ve üçü de yataklarına uzanıp hemen derin bir uykuya daldılar.          Ama daha uyuyalı on beş dakika olmamıştı ki Barbicane birden ayağa kalktı ve neşeli bir sesle arkadaşlarını uyandırdı:          “Buldum,” diye bağırdı.          “Ne buldun?” diye sordu Michel Ardan, yatağından fırlayarak.          “Colombiad’ın patlama sesini duymayışımızın nedenini!”          “Neymiş?” dedi Nicholl.          “Çünkü mermimiz sestem daha hızlı gidiyordu.”</p>	Ses Hızı
42	<p>(Yolcular yanlarına Diane ve Sattellite adında iki köpek almışlardı.)          Sattellite’e gelince, o hala bulunamamıştı. Uzun uzun aradıktan sonra onu merminin üst bölmelerinden birinde buldular, açıklaması oldukça güç bir geri tepme onu şiddetli bir biçimde yukarı fırlatmıştı.</p>	Etki-Tepki Prensibi
44	<p>“Hay Allah!” dedi Michel Ardan, “Dünya’nın dolunay gibi görüldüğü zaman yani yerküremiz güneşle karşı karşıya kaldığı zaman yola çıkmadığımız için gerçekten üzgünüm.” (Mermi, akşam saat on kırk yedide fırlatılmıştı.)          “Neden?” diye sordu Nicholl          “Çünkü anakaralarımızı ve denizlerimizi değişik bir açıdan görecektik. Dünya’da insanoğlunun şimdiye dek göremediği kutupları görmek isterdim.”          “Ben de,” dedi Barbicane, “ama eğer Dünya yusuvarlak görünürse Ay hilal biçimindedir, yani Güneş’ten yayılan ışıkların ortasında görünmezdir.”</p>	Işık ve Gölge
47	<p>Mermi bu sırada Yerküre’den yansıyan koni biçimindeki gölgeden çıkıyordu.          “Güneş!” diye bağırdı Michel Ardan,          “Kuşkusuz,” diye yanıt verdi Barbicane. “Bunu bekliyordum.”          “Yine de,” dedi Michel, “Dünya’nın uzaya düşen koni biçimindeki gölgesi Ay’dan öteye uzanıyor mu acaba?”          “Atmosferdeki kırılma göz önüne alınmazsa çok daha öteye uzanabilir,” diye yanıt verdi Barbicane.</p>	Işık ve Gölge
51	<p>On iki saatten bu yana merminin havası soluk alma sırasında kandaki elementlerin yanmasıyla ortaya çıkan kesinlikle sağlığa zararlı karbon asidiyle (CO<sub>2</sub>) dolmuştu. Nicholl bu durumu, Diane’in güçlüğü ve sık sık soluk aldığı görünce anlamıştı. Gerçekten de karbon asidi ağırlığı nedeniyle merminin alt kısmında birikiyordu. Zavallı Diane, başı alçakta olduğu için bu gazdan efendilerinden önce zarar görmüş olmalıydı.</p>	Gazlar
52	<p>Barbicane beraberinde bir çok pusula getirmişti, bunlar bozulmamıştı. Bu koşullarda ibrenin çılına döndüğü, yani belli bir yönü göstermediği anlaşılıyordu. Gerçekten de mermi Dünya’dan bu kadar uzakta iken manyetik kutup, aygıtın üzerinde hissedilir hiçbir etki yapamıyordu. Ama Ay yuvarının üzerine götürülen bu mıknatıslar orada belki de çok özel bir takım olayları saptayabileceklerdi. Ne olursa olsun Dünya’nın uydusunun da Dünya gibi manyetik etki altında kalıp kalmadığını gözlemek ilginç olacaktı.</p>	Dünya’nın Manyetik Alanı
57	<p>Gece olaysız geçti. Doğrusu gece sözcüğünü kullanmak pek uygun değil. Merminin Güneş’e göre durumu değişmiyordu. Astronomi ilkelerine göre merminin alt bölümü gündüz, üst bölümü geceydi.</p>	Uzayda Gece- Gündüz Olayı
57	<p>Aşırı hızına karşı mermi sanki hiç hareket etmiyormuş gibi bir his uyandırdığı için yolcular rahatça uyuyordu. Yolculuk ne denli hızlı olursa, boşlukta yer değiştirildiğinde ya da havanın kütlesi sürüklenen cisimle birlikte dolaştığında organizma üzerinde hissedilir bir etki yaratmaz. Dünya üzerinde kim saatte 90 bin kilometre hızla döndüğünün farkındadır. Bu koşullarda hareket de hareketsizlik gibi hissedilir.</p>	Hareket-Kuvvet ilişkisi

59	<p>“Bütün gece ne düşündüğümü biliyor musun Barbicane?” diye sordu Michel.  “Hayır,” diye yanıt verdi başkan.  “Cambridge’deki dostlarımızı. Gözlemevindeki bilginlerin, merminin Ay’a gitmek üzere Colombiad’dan ayrılırken nasıl bir başlangıç hızıyla fırlaması gerektiğini hesaplayabildiklerini anlamak benim için olanaksız.”  “Ay’ın ve Dünya’nın çekim güçlerinin eşitlendiği nötr noktaya demek istiyorsun sanırım,” dedi Barbicane, “çünkü izleyeceğimiz yolun yaklaşık onda dokuzunu yaptığımızda ulaşacağımız bu nötr noktadan başlayarak mermi sadece kendi ağırlığının etkisi ile Ay’ın üstüne düşecek.”</p>	Nötr Noktanın Yeri
60-66	<p>“Tamam,” diye yanıt verdi Michel “ama bir kez daha sormak istiyorum. Başlangıç hızını nasıl hesaplayabildiler?”  “Bundan kolay ne var?” dedi Barbicane.  “Sen bu hesabı yapabilir miydin?” diye sordu Michel Ardan.  “Elbette. Eğer gözlem evinin yazısı bizi bu işi yapma zahmetinden kurtarmasaydı, Nicholl ve ben bunu hesaplayacaktık.”  “Ve şimdi,” diye yeniden konuşmaya başladı Barbicane, “bir kağıt bir kalem alıp yarım saat olmadan gerekli formülü bulmak istiyorum.”  Daha yarım saat olmamıştı ki Barbicane başını kaldırarak Michel Ardan’a, cebir işaretleriyle dolu ve ortasında şu genel formülün bulunduğu bir sayfa gösterdi:</p> $\frac{1}{2} (V^2 - V_0^2) = gr \left[ \frac{r}{x} - 1 + \frac{m'}{m} \left( \frac{r}{d-x} - \frac{r}{d-r} \right) \right]$ <p>(r, Dünya’nın yarı çapı; m, Dünya’nın kütlesi; m’, Ay’ın kütlesi; g, yerçekimi ivmesi; x, Mermi ile Dünya’nın merkezi arasındaki değişken uzaklık; V, Merminin x uzaklığındaki hızı; V<sub>0</sub>, Merminin atmosferden çıkıştaki hızı.)</p>	Merminin Hareket Denklemi
67	<p>“Başlangıçtaki, hızın atmosferden çıkıştaki hızın bir buçuk katı olduğunu biliyoruz” dedi Nicholl, “bu, mermimiz yer atmosferinin sınırına ulaştığında başlangıçtaki hızının üçte birini kaybetmiş demektir.”  “Bu kadarcık mı?”  “Evet dostum, ve bu, merminin atmosfer tabakalarına sürtünmesinden ileri geliyor. Senin anlayacağım mermi ne kadar hızlı ilerlerse o kadar havanın direnciyle karşılaşılıyor.”</p>	Hava Sürtünmesi ve Hız İlişkisi
70	<p>“Evet tüm hesaplamalar yapıldı,” diye yanıt verdi Nicholl, “v sıfır, yani Ay’ın ve Dünya’nın çekim güçlerinin eşit olduğu noktaya varmak için atmosferden çıkarken ki hızı,...”  “Ne olmalı?...” diye sordu Barbicane.  “İlk saniyede on bir bin elli bir metre olmalı.”  “Ne?” dedi Barbicane, yerinden fırlayarak, “ne diyorsunuz?”  “Neyin var?” diye sordu çok şaşırın Michel Ardan.  “Neyim mi var? Eğer o sırada hız sürtünme nedeniyle üçte bir kadar azalıyorsa, başlangıç hızı...”  “On altı bin beş yüz yetmiş altı metre olmalıydı!” diye yanıt verdi Nicholl.  “Oysa Cambridge Gözlemevi başlangıç hızı olarak on bir bin metrenin yeterli olacağını açıklamıştı ve mermimiz eğer bu hızla hareket etmişse...”  “Ne olur?” diye sordu Nicholl.</p>	Hareket
73	<p>Barbicane kaptandan yana hızla bir göz attıktan sonra Yerküre’nin açığı uzaklığını ölçmesine yarayan pergelini eline aldı. Ve iç camdan dışarı bakıp merminin görünüşteki hareketsizliğini göz önüne alarak çok doğru bir gözlemlerde bulundu. Ayağa kalktı, alnında parlayan terleri sildi ve kağıdın üstüne bir takım rakamlar yazdı. Nicholl, başkanın Dünya’nın çapından hareket ederek merminin Dünya’ya olan uzaklığını bulmak istediğini düşünüyordu.</p>	Uzaklık Ölçümü

73	<p>“Hayır!” diye bağırdı birkaç saniye sonra Barbicane, “hayır düşmüyoruz. Şimdi Dünya’dan elli bin fersahtan daha fazla uzaklıktayız. Hala yükseliyoruz.”</p> <p>“Bu kesin,” dedi Nicholl, “bundan, kalkıştaki hızımızın dört yüz bin librelilik pamuk barutun itme gücü ile, daha önceden açıklanmış olan on bir bin metreyi aşmış olduğu sonucunu çıkarmak gerek.”</p> <p>“Bu açıklama, merminin, kırılan dış bölmelerinin arasında kalan suyu dışarı atınca birden büyük bir yükten kurtulup hafiflemesi nedeniyle doğru olabilir.”</p>	Kütle-Hız İlişkisi
76	<p>“Dostum,” dedi Barbicane, “eğer Ay’da oturanlar varsa, onlar Dünya’dakilere göre birkaç bin yıl önce ortaya çıktılar çünkü bu yıldızın bizimkinden daha yaşlı olduğu konusunda hiç kuşku yok. Eğer Aylılar yüz binlerce yıl önce var olduysalar, beyinleri insan beyni gibiyse, bizim icat ettiğimiz, hatta bundan sonraki yüzyıllarda icat edeceğimiz her şeyi onlar daha önce icat etmişlerdir.”</p> <p>“Öyleyse dostum Barbicane, bizim kadar, hatta bizden daha güçlüyseler, neden Dünya ile iletişim kurmayı denemediler? Neden Dünya toprakları üzerine bir Ay mermisi fırlatmadılar?”</p> <p>“Kim sana bunu yapmadıklarını söyledi?” diye konuştu Barbicane.</p> <p>“Gerçekten de,” diye ekledi Nicholl, “bunu yapmak onlar için, iki nedenden bize göre daha kolaydı: birincisi, Ay yüzeyinde çekim gücü Dünya yüzeyinde olduğundan altı kat daha az, bu merminin daha kolay yükselmesini sağlar, ikincisi, gene aynı nedenden, bu mermiyi seksen bin fersah yerine sadece sekiz bin fersah uzağa göndermek yeterdi.”</p>	Ay Mermisinin Hareketi
80	<p>Sattellite’in yuvasına doğru eğilmiş olan Michel doğruldu:</p> <p>“Evet. Sattelite artık hasta değil,” dedi.</p> <p>“Çok iyi!” dedi Nicholl.</p> <p>“Hayır,” dedi Michel, “o öldü. İşte can sıkıcı bir şey,” diye ekledi berbat bir sesle.</p> <p>“Şimdi bir sorunumuz var,” dedi Barbicane. “Önümüzdeki kırk sekiz saat boyunca bu köpeğin ölüsünü burada tutamayız.”</p> <p>“Hayır, bu olanaksız,” dedi Nicholl, “ama lombozlarımız menteşelerle tuturulmuş. Aşağı inebilirler. İkisinden birini açar, hayvanın ölüsünü boşluğa bırakırız.”</p>	Uzaydaki Cisimlerin Hareketi
81	<p>“Canlı canlı donmamamız için dışarıdaki aşırı soğukun merminin içine girmemesine özen göstermeliyiz.”</p> <p>“Ama Güneş...”</p> <p>“Güneş, onun ışınlarını emen mermimizi ısıtıyor ama şu anda içinde dolaştığımız boşluğu ısıtmıyor. Havanın olmadığı yerde ne sıcaklık vardır ne de ışık, bu nedenle dışarı karanlık, Güneş ışınlarının doğrudan doğruya gelmediği yerler de soğuk.”</p>	Işın
82	<p>“Güneş’in sönmeyeceğini kabul edersek Dünya ondan uzaklaşmaz değil mi?” diye sordu Michel.</p> <p>“Çok güzel!” dedi Barbicane, “işte Michel ve düşünceleri!”</p> <p>“Pekâlâ,” diyerek sürdürdü Michel, “Dünya’nın 1861 yılında bir kuyruklu yıldızın kuyruğundan geçtiğini bilmiyor muyuz? Öyleyse, çekim gücü Güneş’in çekim gücünden daha fazla olan bir kuyruklu yıldız düşünelim, Dünya’nın yörüngesi dolaşan yıldızın doğru kayacaktır ve onun uydusu olan Dünya da Güneş ışınlarının, üzerinde hiçbir etki yapmayacağı bir uzaklıkta dolanıp duracaktır.”</p>	Gökcisimlerinin Hareketi
83	<p>“Dünya 1861’deki kuyruklu yıldız tarafından sürüklenseydi, Güneş’ten en uzakta olduğu zaman bile, Ay’ın bize gönderdiği ısının en güçlü mercceklerin odağında toplanmış olan, ama hiçbir önemli etkisi olmayan ısının on altı katı bir ısıyı hissetmeyecekti.”</p> <p>“Bu nasıl oluyor?” diye sordu Michel.</p> <p>“Bekle biraz, “diye yanıt verdi Barbicane. “Yine hesaplara göre, Dünya günberideyken, Güneş’e en yakın olduğu noktadayken, yaz ısısının yirmi sekiz bin katına eşit bir ısıyla karşı karşıya kalacaktır. Ama yeryüzündeki maddeleri camlaştırabilecek ve suları buharlaştırabilecek bu ısı, aşırı ısıyı azaltacak kalın bulut kümeleri oluşturmuştur. Bu nedenle günötenin soğukları ve günberinin sıcakları arasında bir denge ve dayanılabilir ortalama bir ısı oluşmuştur.”</p>	Mevsim Sıcaklıkları

83	<p>“Gezegener arası boşluğun sıcaklığının kaç derece olduğu tahmin ediliyor?” diye sordu Nicholl.</p> <p>“Eskiden,” diye yanıt verdi Barbicane “bu sıcaklığın sıfırın altında milyonlarca derece olduğu sanılıyordu. Bu sayıları en doğru biçimde hesaplayan bilim adamı Fourier’dir. Ona göre uzayın sıcaklığı sıfırın altında altmış derece santigradın altına düşmez.”</p>	Uzay Boşluğunun Sıcaklığı
84	<p>“Şimdi artık Fourier’in değerlendirmelerinde yanılmadığını kanıtlamak gerekiyor,” dedi Nicholl.</p> <p>“Şu anda değil,” diye atıldı Barbicane, “çünkü termometremize doğrudan doğruya çarpan Güneş ışınları, bunun tam tersine çok yüksek bir sıcaklık verecektir.”</p>	Sıcaklık Ölçümü
88	<p>Zaman olarak mermi içinde geçirmeleri gereken sürenin yarsını beş saat kırk dakika geçmişlerdi; ama izleyecekleri yolun yaklaşık onda yedisini tamamlamışlardı.</p>	Hareket
90	<p>Michel, mermi çok büyük başlangıç hızıyla hareket ettikten sonra dursaydı bu durmanın sonuçlarının neler olacağını bilmek istedi.</p> <p>“Gerçekleşmeyecek bir varsayım,” dedi deneyimli Barbicane. “Meğer ki itiş gücünden yoksun olsun. O zaman da hız yavaş yavaş azalırdı, mermi birden bire durmazdı.”</p> <p>“Merminin, boşlukta bir cisme çarptığını düşünelim.”</p> <p>“O zaman,” dedi Nicholl, “mermi bin bir parçaya ayrılırdı ve onunla beraber.”</p> <p>“Bu gene iyi,” dedi Barbicane, “canlı canlı yanardık. Artık ısının sadece hareketin değişimi sonucu oluştuğunu biliyoruz. Su ısıtıldığında, yani ona ısı eklendiğinde, bu onun moleküllerine hareket vermektir. Isı sadece bir molekül hareketi, bir cismin taneciklerinin basit bir titreşimidir. Fren yapıldığında tren durur. Ama onu yerinden oynatan hareket ne olur? Bu hareket ısıya dönüştür ve fren ısınır. Tekerlerin dingili neden yağlanır? Isınmalarını önlemek için, çünkü bu ısı, dönüşüm nedeniyle kaybolmuş hareket demektir. Anlıyor musun?”</p> <p>“Evet, anlıyorum!” diye yanıtladı Michel hayran olunacak bir biçimde. “Demek ki, örneğin, uzun uzun koştuğumda, yüzdüğümde, iri iri ter döktüğümde neden durmak zorunda kalıyorum? Bunun yanıtı çok basit, çünkü hareketim ısıya dönüşmüş oluyor!”</p> <p>Michel’in bu açıklaması karşısında Barbicane gülmekten kendini alamadı.</p>	Isı
92	<p>O zaman Dünya uzayda hareket ederken birdenbire durursa ne olur?” diye sordu Nicholl.</p> <p>“Sıcaklığı öyle bir noktaya yükselir ki hemen buhara dönüşür,” diye yanıt verdi Barbicane.</p> <p>“Böylece, dostlarım,” dedi Barbicane, “birden durdurulan bir hareket ısı üretir. Ve bu kuram bize Güneş yuvarının ısısının, Güneşin yüzeyine durmadan düşen bir yığın göktaşı ile beslendiğini düşündürür.”</p>	Isı
93	<p>“Dünya atmosferi Güneş ısısının onda dördünü emer. Zaten Dünya’nın tuttuğu ısı miktarı toplam ışımanın sadece iki milyarda biridir.”</p> <p>“Her şeyin mükemmel, bu atmosferin de yararlı bir icat olduğunu anlıyorum,” dedi Michel, “çünkü sadece soluk almamızı sağlamıyor, bir de bizim pişmemizi engelliyor.”</p> <p>“Evet,” dedi Nicholl, “ve ne yazık ki Ay’da aynı şey olmayacak.”</p>	Isı

94	<p>“Ha Barbicane,” dedi Michel, “sırası gelmişken sorayım. Aylılar için tutulmalar var mı?”</p> <p>“Evet, Güneş tutulması var,” dedi Barbicane. “üç yıldızın merkezleri aynı çizgi üzerine geldiğinde ve Dünya bu ikisinin ortasında kaldığında. Ama bunlar sadece halkamsı tutulmalardır, bu tutulmalar sırasında Güneş yuvarının üstüne bir perde gibi düşen Dünya’nın gölgesinden yine de Güneş’in büyük bir kısmı görülebilir.”</p> <p>“Neden tam tutulma olmuyor?” diye sordu Nicholl. “Dünya’dan düşen gölge konisi Ay’ın ötesine kadar uzanmıyor mu?”</p> <p>“Yer atmosferinin yol açtığı kırılma göz önüne alınmazsa evet uzanıyor. Bu kırılma göz önüne alınırsa hayır uzanmıyor.”</p>	Ay’da Güneş Tutulması
98	<p>Michel Ardan aşağı indiğinde yan lomboza yaklaştı ve birden şaşkınlık belirten bir çılgılık attı.</p> <p>“Ne oldu?” diye sordu Barbicane.</p> <p>Başkan cama yaklaştı ve mermiden birkaç metre uzakta yüzen yassılamış bir torba gördü. Bu nesne mermi gibi hareketsiz görünüyordu, buna göre torba da mermi ile aynı hızda ilerliyordu.</p> <p>“Bu da ne?” diye yineleyip duruyordu Michel Ardan. “Acaba mermimizin çekim gücüyle tuttuğu ve Ay’a kadar yanında taşıyacağı uzay cisimciklerinden biri mi?”</p> <p>“Beni şaşırtan şey,” dedi Nicholl, “bu cismin, merminin özgül ağırlığından kesinlikle daha az olan özgül ağırlığının, onun mermiyle aynı düzeyde kalmasını sağlaması.”</p> <p>“Nicholl,” dedi Barbicane kısa bir süre düşündükten sonra, “bu cismin ne olduğunu bilmiyorum, ama neden mermiyle aynı düzeyde kaldığını kesinlikle biliyorum.”</p> <p>“Neden?”</p> <p>“Çünkü biz boşlukta yüzüyoruz, sevgili kaptan ve boşlukta cisimler ağırlıkları ya da biçimleri ne olursa olsun eşit bir hızda düşerler ya da hareket ederler.”</p>	Boşlukta Serbest Düşme
105	O anda merminin ağırlığı hemen hemen yok gibiydi ve bu ağırlık durmadan azalıyordu, Ay’ın ve Dünya’nın çekim güçlerinin nötr duruma geldiği çizgide tümüyle ortadan kalkacak ve çok şaşırtıcı sonuçlara yol açacaktı.	Ağırlıksızlık
107	<p>“Ah!” dedi Michel, “en üzülmediğim şey dışarıda bir gezinti yapamamak. Eğer Barbicane bir dalgıç giysisi ve bir hava pompası getirmiş olsaydı, kendimi düşünmeden dışarı atardım.”</p> <p>“İyi de, sevgili Michel,” diye yanıt verdi Barbicane, uzun süre duramazdın çünkü dalgıç giysisine karşın senin içinde bulunan havanın genişmesi nedeniyle şişecektin ve bir obüs gibi ya da hava da çok yükselmiş bir balon gibi patlayacaktın.”</p>	Hava Basıncı
110	<p>“Ama düşünüyorum da...”</p> <p>“Ne düşünüyorsun?”</p> <p>“Harika bir düşünce! Neden mermimize bir tel takmadık? Dünya ile telgraflaşabilirdik!”</p> <p>“Hay Allah!” dedi Nicholl. “Doksan bin fersah uzunluğunda bir telin ağırlığını hiç hesaba katmıyor musun?”</p> <p>“Senin tasarına küçük bir itirazım olacak,” dedi Barbicane: “Dünyanın kendi eksenini çevresinde dönüşü sırasında bizim telimiz de onun çevresinde dolanacak ve bizi kaçınılmaz bir biçimde yeryüzüne geri getirecektir.”</p>	Haberleşme
118	<p>Nicholl bir düzine sandviçin yenilmesini kolaylaştırmak amacıyla birkaç fincan çay hazırlamak istedi. Bunun için önce ateşi yakması gerekiyordu, kibriti sert bir biçimde sürttü.</p> <p>Kükürdün olağanüstü ve hemen hemen bakılmayacak kadar parlaklıkla yandığını görünce çok şaşırdı. Nicholl’un aklına çok önemli bir şey geldi.</p> <p>“Oksijen!” diye bağırdı.</p> <p>Ve hava aygıtının üzerine eğildiğinde musluktan bu gazın çıktığını gördü. Michel şaşkınlıktan hava aygıtının musluğunu sununa kadar açık bırakmıştı.</p>	Konveksiyon, Yanma

121	Dünyayı terk ettiklerinden bu yana kendi ağırlıkları, merminin ve içindeki eşyaların ağırlığı giderek azalmıştı. Bir terazinin bu ağırlık kaybını göstermemesi çok doğaldır, çünkü nesnenin ağırlığını ölçmeye yarayacak ağırlığın da ağırlığı ölçülecek nesne gibi azalacaktır; ama örneğin gerilimi yerçekimine bağımlı olmayan yaylı bir kantar bu ağırlık azalmasının ne kadar olduğunu tam olarak gösterir	Ağırlık Ölçümü
124	Ama o gün sabah saat on bire doğru bir bardağı elinden düşüren Nicholl, bardağın yere düşeceğine havada asılı kaldığını gördü. "Ah!" diye bağırdı Michel Ardan, "biraz da eğlenceli fizik!" Ve az sonra ortaya bırakılan çeşitli nesnelere, silahlar, şişeler bir mucize oluyormuş gibi havada durmaya başladılar. Michel'in havaya bıraktığı Diane bile hiçbir hile olmadan Gaston ve Robert-Houdin'in olağanüstü havada asılı kalma numarasını yaptı. Uzattıkları kolları artık yere düşmüyor, kafaları omuzlarının üstünde sallanıyor, ayakları merminin dibine değmiyordu. Burada ortaya çıkan gerçek, çekim güçlerinin nötr duruma gelmesiyle, insanların elindekilerin de kendilerinin de ağırlıklarını yitirmeleriydi.	Ağırlıksızlık
126	"Mermi nötr noktayı geçerse Ay'ın çekim gücü bizi Ay'a doğru çekecektir." "O zaman ayaklarımızla merminin tavanına basacağız," dedi Michel. "Hayır," dedi Barbicane, "çünkü ağırlık merkezi çok aşağıda olan mermi yavaş yavaş dönecek."	Dönme Momenti
129	"Nesneler Ay'ın yüzeyinde Dünya'nın yüzeyine oranla altı kat daha az ağırlığa sahiptirler, bunu saptamak da çok kolaydır." "Biz bunu göremeyecek miyiz?" diye sordu Michel. "Elbette göreceğiz, çünkü iki yüz kilo Ay yüzeyinde otuz kilo gelecek." "Peki kas gücümüz azalmayacak mı?" "Kesinlikle azalmayacak. Sıçradığında bir metre yükseleceğine, on sekiz ayak yükseleceksin."	Ağırlık
136	Florida'da Tampa-Town'da yapılmış olan mitingde Kaptan Nicholl'un kendini Barbicane'in düşmanı Michel Ardan'ın hasmı olarak gösterdiği sahneyi anımsayacaksınız. Michel, merminin cam gibi tuz buz olacağını ileri süren Kaptan Nicholl'e, uygun biçimde yerleştirilmiş füzeler yardımıyla düşüşün geciktirilebileceğini söyleyerek yanıt vermişti. Gerçekten de dayanak noktaları merminin altında bulunan ve dışarıda yanacak güçlü fişekler geriye doğru bir hareket oluşturarak merminin hızını belli bir oranda azaltabilirlerdi. Bu füzelerin boşlukta yanmaları gerektiği doğrudu, oksijenleri de eksik olmayacaktı.	Etki-Tepki Prensibi
140-143	"Hayır! Yüz kez hayır!" dedi Barbicane. "Merminin yönü doğru olsaydı hızı aşmış olmak bizim Ay'a ulaşmamızı engellemezdi. Hayır! Bir sapma oldu. Yolumuzdan saptık." Yine de mermi Ay'a yanlamasına yaklaşmaya devam ediyordu. Barbicane iki bin fersahtan daha az uzaklıkta olan Ay'ın üstündeki bazı işaret noktalarına bakarak merminin hızının hiç değişmediğini saptayabilmişti. Bu da düşmenin olmadığını yeni bir kanıtıydı. Mermi gözle görünür derecede Ay'a yaklaşıyordu ama ona ulaşamayacağı da çok açıktı. "Ben tek bir şey istiyorum," diye yineledi Michel: "Ay'ın gizlerinin içine girebilmek için onun yakınından geçmek!" "Lanet olsun!" diye bağırdı Nicholl, "mermiyi yolundan saptıran şey!" "Lanet olsun!" diye yanıt verdi Barbicane, aklı başına yeni gelmiş gibi, "yolda karşılaştığımız göktaşına lanet olsun!" "Ha?" dedi Michel Ardan. "Ne demek istiyorsunuz?" diye bağırdı Nicholl.	Kütle çekimi
145	Mermiyi uydudan ayıran uzaklığın yaklaşık iki yüz fersah olduğunu tahmin ediyorlardı. Bu koşullarda yolcular, yuvarın ayrıntılarının görünürlüğü açısından Ay'a, güçlü teleskopları olan dünyalılardan daha uzakta bulunuyorlardı.	Teleskopta Görüntü

146	Yine de Ay'ın boyu eninden uzun biçimi şimdiden belli olmaya başlamıştı. Sivri ucu Dünya'ya doğru dönmüş dev bir yumurta gibi görünüyordu. Gerçekten de biçimlenmesinin ilk günlerinde sıvı ya da yumuşak olan Ay kusursuz bir küre olarak kendini gösteriyordu; ama kısa bir süre sonra Dünya'nın çekim merkezine girince yerçekiminin etkisiyle uzadı. Uydu haline gelince hatları başlangıçtaki uyumunu yitirdi, ağırlık merkezi şeklin merkezinin önüne kaydı ve kimi bilginler bu duruma bakarak havanın ve suyun; Ay'ın Dünya'dan hiçbir zaman görünmeyen karşı yüzeyine çekilmiş olabileceği sonucunu çıkardılar.	Ay'ın Şekli ve Oluşumu
173	Ve Barbicane, bu konuda bu çöküntülerin oluşumu üzerine Kepler'in biraz garip olan görüşünü arkadaşlarına aktardı. Ünlü matematikçiye göre bu krater biçimindeki çukurlar insan eliyle kazılmış olmalıydı. "Ne amaçla?" diye sordu Nicholl. "Çok doğal bir amaçla diye yanıt verdi Barbicane. "Aylılar on beş gün art arda üzerlerine düşecek Güneş ışınlarından kendilerini korumak ve sığınmak için bu büyük işe girişmiş, bu dev çukurları kazmış olmalılar." "Tuhaf bir düşünce!" dedi Nicholl. "Ama Kepler herhalde bu çöküntülerin gerçek boyutunu bilmiyordu çünkü bunları kazmak ancak devlerin yapabileceği, Aylıların gerçekleştirmesi olanaksız bir iş." "Ay yüzeyinde ağırlık Dünya'dakinden altı kat az olduğuna göre neden yapamamışlar?" dedi Michel.	Ağırlık
178	Merminin öteleme hızının göreceli olarak bu kadar düşük olması Başkan Barbicane için açıklanamaz bir şeydi. Ay'dan bu denli uzaklıkta, çekim gücüne karşı durumunu korumak için merminin hızının çok fazla olması gerekiyordu.	Yörünge hızı
184	"Benim varsayımım bu olukların neden düzenli olarak dönem dönem kaybolduklarını ya da kaybolmuş gibi göründüklerini daha iyi açıklayacaktır." "Nasıl bir nedenle?" "Bu ağaçlar yapraklarını yitirdiklerinde görünmez oluyorlar, yaprakları yeniden çıktığında görünür oluyorlar, işte bu nedenle." "Açıklaman çok ustaca, sevgili dostum," dedi Barbicane, "ama kabul edilemez." "Neden?" "Çünkü Ay yüzeyinde mevsimler yoktur, bunun sonucu olarak da senin sözünü ettiğin bitki örtüsü olayları gerçekleşmez."	Mevsimler
188	Ay'ın bir atmosferi ve dolayısıyla bir gaz kabuğunun olmamasının sonuçları çoktan kanıtlanmıştır. Derin bir karanlığın ortasında yanan ya da sönen bir lamba gibi birdenbire gündüzden geceye, geceden gündüze çevriliverir ve Ay'ın yüzeyinde hiç alacakaranlık olmaz. Soğuktan sıcağa doğru da bir geçiş yoktur, sıcaklık bir anda suyun kaynama noktasından boşluğun soğuk derecesine düşer. Bu hava yokluğunun bir başka sonucu da şudur: Güneş ışığının ulaşmadığı yerde salt koyu karanlık vardır. Yeryüzü'nde yayınlık ışık adı verilen, havada dağınık duran, şafağı ve alacakaranlığı yaratan, gölgeleri, yarıgölgeleri, ışık-gölgenin tüm büyüsunü oluşturan bu ışıklı madde Ay'da bulunmuyor. Ay'da ancak iki rengi, siyahı ve beyazı kabul eden bir karşıtlığın sertliği vardır.	Ay'da Atmosfer Olmayışının Sonuçları
190	Michel Ardan lombozlardan birini açıp kendini Ay yüzeyine atmak istiyordu. On iki fersahtan bir düşüş! Ama bir şeyi hesaplayamıyordu. Bu yararsız bir girişimdi, çünkü mermi uydunun herhangi bir noktasına ulaşamıyorsa, merminin hareketiyle sürüklenen Michel'in de ondan daha fazla ulaşma olanağı yoktu.	Yörünge Hareketi-Kütle

195-197	<p>“Ve biz buraya yeni ay döneminde, yani 15 gün sonra gelmiş olsaydık, bu görünmeyen yüzü görebilecektik,” diye ekledi Nicholl.</p> <p>“Buna karşılık bende şunu eklemek istiyorum,” dedi Barbicane, “görünmeyen yüzde oturanlar görünen yüzde oturan kardeşlerine göre doğa tarafından tuhaf bir biçimde kayrılmışlardır. Görünmeyen yüzdekiler, gördüğümüz gibi karanlığı delen hiçbir ışın olmadan üç yüz elli dört saatlik derin geceler yaşıyorlar. Ötekiler ise buna karşılık onları on beş gün boyunca aydınlatan Güneş ufukta battığı zaman karşı ufuktan parlak bir gökcisminin doğduğunu görüyorlar. Bu, bizim bildiğimiz küçük Ay’dan on üç kez daha büyük olan Dünya’dır. Güneş tekrar görüldüğünde yok olan Dünya!”</p> <p>“Ama,” dedi Nicholl, “bu elverişli durum ışığın beraberinde getirdiği dayanılmaz ısı ile ortadan kalkmış.”</p> <p>“Bu açıdan her iki yüz için de aynı sakınca vardır, çünkü Dünya’nın yansıttığı ışık kesinlikle ısıdan yoksundur. Yine de görünmeyen yüz görünen yüze göre daha fazla ısı alır.”</p> <p>“Gerçekten de,” diye sürdürdü Barbicane, “bu görünmeyen yüz hem Güneş ısı hem Güneş ışığı aldığı zaman yeni ay vardır yani Ay kavuşma konumundadır, Güneş’le Dünya arasında. Dolunay olduğunda karşı konumda bulunduğu göre Dünya’ya olan uzaklığının iki katı kadar Güneş’e yaklaşmış olacaktır. Oysa bu uzaklık Güneş’le Dünya arasındaki uzaklığın yüzde ikisi yuvarlak hesapla iki yüz bin fersah olarak değerlendirilebilir. Buna göre görünmeyen yüz Güneş ışınlarını alırken Güneş’e iki yüz bin fersahdan daha yakındır.”</p>	Ay’ın İki Yüzü Arasındaki Isı ve Işık Farklılıkları
198	<p>Barbicane ciddi bir biçimde sevimli arkadaşının elini sıktı ve görünmeyen yüzde oturanlara has ayrıcalıkları sıralamayı sürdürdü.</p> <p>Bunlar arasında Güneş tutulmalarının gözleminden de söz etti, Güneş tutulmalarının olabilmesi için Ay’ın karşı konumda bulunması gerektiğinden bu tutulmaların Ay’ın sadece bu yanında olduğunu, Dünya’nın Ay ile Güneş arasında girmesi sonucu oluşan bu tutulmaların iki saat sürebileceğini, bu süre içinde atmosferde kırılan ışınlar nedeniyle Yerküre’nin Güneş’in üstünde sadece siyah bir nokta gibi görünebileceğini söyledi.</p>	Ay’da Güneş Tutulması
199	<p>Ay, Dünya’ya yuvarının yarısından biraz fazlasını gösterir. Ağırlık merkezi Dünya’ya doğru kaymış düzenli olarak sallanan bir sarkaç gibidir. Bu salınım nereden gelmektedir? Kendi eksenini etrafında belli bir hızla dönmesinden, oysa Dünya çevresindeki elips biçimindeki yörüngesine göre yaptığı öteleme hareketinde bu salınım yoktur. Yerberide öteleme hızı baskın gelir ve Ay batı kıyısının bir bölümünü gösterir. Yerötede bunun tersine kendi çevresinde dönme hızı baskın gelir ve doğu kıyısının bir bölümü görünür. Bu yaklaşık sekiz derecelik bir dilimdir, bir doğudan, bir batıdan görünür. Bundan çıkan sonuca göre Ay bin parçaya bölünürse bunlardan ancak beş yüz altmış dokuzunu bize gösteriyor demektir.</p>	Ay’ın Görünen Kısmı
200	<p>Açıklanması olanaksız bir olay Barbicane’in kafasını kurcalayıp duruyordu. Ay’a bu kadar yaklaşmışken –yaklaşık elli kilometre- nasıl olmuş da mermi Ay’ın üstüne düşmemiştir? Hızı çok fazla olsaydı bu düşmenin neden gerçekleşmediği anlaşılabilirdi. Ama merminin ortanın altında bir hızla Ay’ın çekim gücüne karşı koyması artık açıklanamazdı.</p>	Yörünge Hareketi
201	<p>Gerçekten de, görünmeyen gök cismi (Ay) belki de orada, sadece birkaç fersah ötedeydi ama ne arkadaşları ne de o (Barbicane) artık bu gökcismini görmüyorlardı. Yüzeyle bir gürültü olsa duyamazlardı. Ay’ın iniltilerini onlara aktaracak olan havadan, sesi iletecek bu araçtan yoksundular.</p>	Ses
203	<p>Gerçekten de hiçbir şey bu duru sonsuzlukta yüzen yıldız evreninin parlaklığıyla bir olamazdı. Gök kubbeye takılmış bu mücevherler görkemli ışıklar saçıyorlardı. Doğal bir etkiyle bu takımyıldızlar tatlı tatlı parlıyorlardı; ışıdamıyorlardı çünkü eşit olmayan yoğunlukta ve çeşitli nemlilikte tabakalarının üst üste gelmesiyle ışıdamayı oluşturan atmosfer yoktu. Bu yıldızlar boşluğun salt sessizliğinin ortasında derin bir karalığın içinden tatlı tatlı bakan gözlerdi.</p>	Yıldızların Işıldaması

204	<p>Can sıkıcı bir duyum onları gözlemlerinden uzaklaştırdı. Bu keskin bir soğuktu, zaten az sonra lombozların camını içeriden kalın bir buz tabakasıyla kapladı. Termometreye bakan Nicholl sıcaklığın sıfırın altında on yedi derece santigrada düştüğünü gördü.</p> <p>“Artık yolculuğumuzun tekdüzeliğinden yakınamayacağız,” dedi Michel Ardan.</p> <p>“En azından sıcaklıkta pek çok değişim oldu. Kimi zaman Pampa yerlileri gibi ısıdan bunaldık, ışıktan kör olduk, kimi zaman da Eskimolar gibi kutup soğğunun ortasında, karanlık derinliklere daldık. Hayır, gerçekten de yakınmaya hakkımız yok, doğa bizim onurumuza çok iyi şeyler yapıyor.”</p> <p>“Ama dışarıda sıcaklık kaç derece?” diye sordu Nicholl.</p> <p>“Kesinlikle gezegenler arası boşlukların sıcaklığı kadar,” diye yanıt verdi Barbicane.</p> <p>“O zaman, Güneş ışınlarına boğulup kaldığımızda yapamadığımız deneyi yapma fırsatı çıkmış olmuyor mu karşımıza?” diye sordu Michel Ardan.</p>	Sıcaklığın Ölçümü
222-224	<p>“Allah kahretsin!” diye bağırdı Michel Ardan, “bu da ne?”</p> <p>“Bir göktaşı,” diye yanıt verdi Barbicane.</p> <p>“Boşlukta alev alev yanan bir göktaşı mı?”</p> <p>“Evet.”</p> <p>Bu ateşten küre gerçekten de bir göktaşıydı, Barbicane yanılmıyordu.</p> <p>Karanlığın içinde birdenbire en azından yüz fersah uzaklıkta ortaya çıkan bu kayan küre, Barbicane’in değerlendirmelerine göre, iki bin metre çapında olmalıydı, saniyede yaklaşık iki kilometre hızla gidip dakikada otuz fersah yol alıyordu. Merminin yolunu kesiyordu ve birkaç dakika sonra mermiye ulaşacaktı. Yaklaşırken akıl almaz bir oranda büyüyordu.</p> <p>Göktaşının birden ortaya çıkmasından iki dakika sonra, korkudan iki yüzyıl gibi gelen dakikalardan sonra mermi göktaşına çarpmak üzereyken ateş küresi boşluğun ortasında, sadece hava katmanlarının titreşmesi demek olan ses oluşmadan ve hiçbir gürültü çıkarmadan bir bomba gibi patladı.</p>	Ses
261	<p>“Büyük bir olasılıkla Ay’ın kendi eksenini çevresinde dönme hareketi, yuvarın her noktasını on beş gün boyunca Güneş ışınlarının etkisi altında bırakan düzene, Ay’ın yörüngesinde dolanma hareketine eşit değildi.”</p> <p>“Tamam,” dedi Nicholl, “ama bu iki hareket şimdi eşit olduğuna göre neden daha önce eşit olmasın?”</p> <p>“Çünkü bu eşitlik sadece yerçekimi ile ortaya çıkmıştı. Oysa kim bize bu çekimin, Dünya’nın henüz akışkan olduğu dönemde Ay’ın hareketlerini değişikliğe uğratabileceği denli, güçlü olduğunu söyleyebilir?”</p> <p>“Ama kim bize Ay’ın her zaman Dünya’nın uydusu olduğunu söyleyebilir?” diye karşılık verdi Nicholl.</p>	Yerçekiminin Ay’ın Hareketleri Üzerindeki Etkisi
265	<p>Merminin Ay’a göre olan durumu değişmişti, tabanı Dünya’ya doğru dönmüştü. Saptadığı bu değişiklik Barbicane’i yine şaşırttı. Eğer mermi uydunun çevresinde elips biçiminde bir yörünge izleyerek dönüyorsa neden Ay’ın Dünya’ya yaptığı gibi en ağır bölümünü Dünya’nın uydusuna doğru çevirmiyordu? Bu anlaşılması güç bir noktaydı.</p>	Yerçekiminin Yörüngedeki Cisimlerin Pozisyonlarına Etkisi
266	<p>Mermi büyük bir olasılıkla Dünya’nın ve uydusunun birbirlerinin etkisini yok ettiği, çekim güçlerinin eşit olduğu noktaya kadar uzanan çok uzun bir elips çiziyordu.</p> <p>“Bu ölü noktaya gelince ne olacağız?” diye sordu Michel Ardan.</p> <p>“Bunu bilemiyoruz!” diye yanıt verdi Barbicane.</p> <p>“Ama birtakım varsayımlar olabilir sanırım.”</p> <p>“İki varsayım olabilir,” dedi Barbicane. “Ya merminin hızı yetersizdir ve sonsuza dek bu çizgi üzerinde hareketsiz kalır,</p> <p>“Nasıl olursa olsun öteki varsayımı yeğlerim,” diye karşılık verdi Michel Ardan.</p> <p>“Ya da hızı yeterli olur,” diye devam etti Barbicane, “ve o zaman da sonsuza dek Ay’ın çevresinde izleyeceği elips biçimindeki yörüngesi üzerinde dolanır durur.”</p>	Yörünge Hareketi

268	<p>“Merminin hareketini değiştiremez miyiz?” diye sordu Michel.  “Hayır,” dedi Barbicane.  “Hızını azaltamaz mıyız?”  “Hayır.”  “Çok yüklü bir gemi nasıl hafifletiliyorsa biz de mermiyi öyle hafifletemez miyiz?  “Neyi dışarı atmak istiyorsun?” diye sordu Nicholl. “Gemide yük yok ki. Ama hafifletilmiş mermi bence daha hızlı ilerleyecektir.”  “Daha yavaş,” dedi Michel.  “Daha hızlı,” diye karşılık verdi Nicholl.  “Ne daha hızlı ne daha yavaş,” diye yanıt verdi Barbicane, iki arkadaşını uzlaştırmak için, “çünkü kendine özgü ağırlığın olmadığı boşlukta dolaşıyoruz.”</p>	Ağırlığın Yörünge Hareketine Etkisi
271	<p>Mermi ayberi durumunda en büyük hızına ayöte durumunda en düşük hızına ulaşmış olmalıdır. Oysa mermi şimdi kuşkusuz ayöte noktasına doğru ilerlemekteydi ve Barbicane, merminin hızının bu noktaya kadar azalacağını, sonra Ay’a yaklaşmaya başladıkça yeniden artacağını düşünmekte haklıydı. Eğer bu nokta eşit çekim noktasıyla üst üste gelirse bu hızın sıfır olacağı da kesindi.</p>	Yörünge Hareketi
272	<p>“Bizi Ay’dan uzaklaştıran bu hızı azaltmamızın çok kolay bir yolu var ve biz bunu kullanmıyoruz,” dedi Michel.  “Bu nasıl bir yol?  “Fişeklerimizin içine yerleştirdiğimiz itme gücünü kullanmak.”  “Bu gücü henüz kullanmadık,” dedi Barbicane, “bu doğru, ama kullanacağız.”  “Ne zaman?” diye sordu Michel.  “Zamanı geldiğinde. Bakın dostlarım, merminin bulunduğu konumda, Ay yuvarına göre daha eğik olan bu konumda fişeklerimiz onun yönünü değiştirerek onu Ay’a yaklaştıracak yerde Ay’dan uzaklaştırabilir. Oysa sizin de inmek istediğiniz yer Ay değil mi?”  “Doğru,” diye yanıt verdi Michel.  “O zaman bekleyin. Açıklaması olanaksız bir etki nedeniyle mermi alt tarafını Dünya’ya döndürüyor. Çekimlerin eşit olduğu noktada büyük bir olasılıkla koni biçimindeki başlığı dosdoğru Ay’a dönecek. Bu noktada merminin hızının sıfır olacağını umut edebiliriz. İşte bu an harekete geçme anı olacak ve fişeklerimizin gücüyle belki de doğrudan Ay yuvarının yüzeyine doğru bir düşüş başlatabiliriz.”</p>	Etki-Tepki Prensibi
279	<p>Michel Ardan yanan fitili füzelerle bağlantıda olan bir havai fişeğe yaklaştırdı. Hava olmadığı için içerden hiçbir patlama sesi duyulmadı. Ama Barbicane, lombozlardan uzun bir füze ateşinin fişkırdığını sonra da hemen söndüğünü gördü. Mermi içerden oldukça hissedilir bir biçimde sarsıldı. Üç arkadaş bakıyorlar, konuşmadan dinliyorlar, neredeyse soluk almıyorlardı. Bu mutlak sessizlik içinde yürek atışları bile duyulabilirdi.  “Düşüyor muyuz?” diye sordu sonunda Michel Ardan.  “Hayır,” dedi Nicholl, “merminin alt tarafı Ay yuvarına doğru dönmediğine göre düşmüyoruz!”  O anda lomboz camlarının yanından ayrılan Barbicane iki arkadaşına döndü. Rengi bembeyazdı, alını kırışmış dudakları kasılmıştı.  “Düşüyoruz!” dedi.  “Ah!” diye bağırdı Michel Ardan, “Ay’a doğru mu?”  “Dünya’ya doğru,” diye yanıt verdi Barbicane.</p>	Ses Etki-Tepki Prensini

---

295	<p>Demir attıktan sonra kaptan Blomsberry ve Teğmen Bronsfield sekiz kürekli bir sandalla denize indiler ve çabucak kıyıya yanaştılar.</p> <p>Limana subayı onları büyük bir meraklı kalabalığın arasından telgraf bürosuna kadar kendisi götürdü.</p> <p>Birkaç dakika sonra bir yazıdan dört örnek çıkartılarak gerekli yerlere gönderilmişti. Yazı şu sözcükleri içeriyordu:</p> <p>“12 Aralık sabaha karşı saat bir on yedide Colombiad’ın mermisi 20 derece 7 dakika kuzey enlem ve 41 derece 37 dakika batı boylamda Büyük Okyanus’a düştü. Talimatınızı Susquehanna’nın komutanı Blomsberry’ye gönderiniz”</p> <p>(Merminin Dünya’dan fırlatılış anı: 1 Aralık, gece saat on kırk yedi.</p> <p>Merminin nötr noktadan ilk geçişi: 5 Aralık, öğlen saat 11 e doğru.</p> <p>Merminin nötr noktadan ateşlenme anı: 8 Aralık, gece yarısı saat bir.</p> <p>Mermini Dünya’ya düşüş anı: 12 Aralık, sabaha karşı saat bir on yedi.)</p>	Hareket
-----	--	---------

---



## ÖZGEÇMİŞ

Bu tezi hazırlayan Hatice Acar; 13 Nisan 1978'de Sinop'ta doğdu. İlkokulu Balıkesir'in Bigadiç ilçesinde Cumhuriyet İlkokulu'nda okudu. Ortaokul ve liseyi öğrenimini Bigadiç İmam Hatip Lisesi'nde tamamladı. 1996 yılında liseyi bitirip üniversiteye başladı. Üniversiteyi Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği bölümünde okudu. 2000 yılında üniversiteden mezun olup aynı bölümde yüksek lisans eğitimine başladı.

2000 yılında Beykoz Halide Edip İlköğretim Okulu'nda sınıf öğretmeni olarak göreve başladı ve halen aynı okulda öğretmenlik yapmaktadır.