

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM
FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN YERÇEKİMİ KONUSUNA
İLİŞKİN ALGILARININ İNCELENMESİ

Hamza KOÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman:
Prof. Dr. Oğuz DOĞAN

KONYA-2018



T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTAÖĞRETİM

FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI



**LİSE ÖĞRENCİLERİNİN YERÇEKİMİ KONUSUNA
İLİŞKİN ALGILARININ İNCELENMESİ**

Hamza KOÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman:

Prof. Dr. Oğuz DOĞAN

KONYA-2018



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



4

BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Hamza KOÇ
	Numarası	138307051003
	Ana Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi
	Bilim Dalı	Fizik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tezin Adı	Lise Öğrencilerinin Yerçekimi Konusuna İlişkin Algılarının İncelenmesi

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.


23/07/2018
Hamza KOÇ



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Hamza KOÇ
	Numarası	138307051003
	Ana Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi
	Bilim Dalı	Fizik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Oğuz DOĞAN
	Tezin Adı	Lise Öğrencilerinin Yerçekimi Konusuna İlişkin Algılarının İncelenmesi

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan “Lise Öğrencilerinin Yerçekimi Konusuna İlişkin Algılarının İncelenmesi” başlıklı bu çalışma 23/07/2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvanı Adı Soyadı	İmza
Danışman	Prof. Dr. Oğuz DOĞAN	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Haluk ŞAFAK	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Nusret GÜÇLÜ	

Önsöz

Bu çalışma süresince bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Oğuz DOĞAN' a, sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme de sonsuz teşekkürler ederim.

Hamza KOÇ



T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ



Eğitim Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Hamza KOÇ
	Numarası	138307051003
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı Fizik Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Oğuz DOĞAN
	Tezin Adı	Lise Öğrencilerinin Yerçekimi Konusuna İlişkin Algılarının İncelenmesi

Özet

Bu çalışmanın amacı yerçekimi olgusuyla ilgili lise öğrencilerinin bilgi düzeylerinin ve yerçekimi algılarının belirlenmesidir. Araştırmada yerçekimi ve algı ile ilgili kavramlar incelenmiştir. Yerçekimine ait temel kavramlar açıklandıktan sonra, Dünya'nın şekli ve yerçekimindeki farklılıklar hakkında bilgiler verilmiştir. Algıyla ilgili temel kavramlara yer verilerek bunlar alt başlıklar halinde açıklanmıştır. Birtakım senaryolar üzerinden hazırlanan 17 soru her sınıf seviyesindeki 19 gönüllü lise öğrencisine ve iki fizik öğretmenine yarı yapılandırılmış mülakat yoluyla yöneltilmiş ve 18. soruyla da günlük yaşam deneyimlerinden yerçekiminin varlığına dair bir resim çizmeleri istenmiştir. Sorulara verilen cevaplardan elde edilen verilerin ve çizilen resimlerin derinlemesine analizi sonucu öğrencilerin yerçekimi bilgilerinin yeterli düzeyde olduğu, yerçekimini sezgisel olarak algıladıkları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yerçekimi, Yerçekiminin Algılanması



T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ



Eğitim Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Hamza KOÇ
	Numarası	138307051003
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı Fizik Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Oğuz DOĞAN
	Tezin İngilizce Adı	Investigation of The Perceptions of High School Students Regarding the Gravitation Issue

Summary

The purpose of this study is to determine the level of knowledge and the sense of gravitation of the relevant high school students as a matter of gravity. Concepts related to gravity and perception in the research have been examined. After explaining the basic concepts of gravity, information on the shape of Earth and the differences in gravity are given. Basic concepts related to perception are mentioned and they are explained in subheadings. Seventeen questions from a series of scenarios were directed to 19 volunteer high school students and two physics teachers at each grade level through a semi-structured interview and 18th question was asked to draw a picture of the existence of space from daily life experiences. In-depth analysis of the data and drawings obtained from the answers to the questions revealed that the students were sufficiently aware of the gravity information and that they perceived gravity intuitively.

Key Words: Gravity, Perception of Gravity

İçindekiler

Bilimsel Etik Sayfası	ii
Yüksek Lisans Tezi Kabul Formu	iii
Önsöz	iv
Özet	v
Summary	vi
Kısaltmalar ve Simgeler Sayfası.....	ix
Şekiller Listesi	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırma Konusu ve Problemi	2
1.2. Araştırmanın Amacı	3
1.3. Araştırmanın Önemi	3
1.4. Yerçekimi.....	4
1.4.1 Yerçekimi ve Dünya'nın Şekli	4
1.4.2. Yerçekimindeki Farklılıklar, Yerçekimi İvmesi, Kütle ve Ağırlık	6
1.5. Algı.....	9
1.5.1. Duyum ve Algı	9
1.5.2. Geçmiş Deneyimlerin ve Zihnî Modellerin Algıya Etkisi	10
1.5.3. Algısal Psikoloji	14
1.5.4. Algıda Mantık, Muhakeme ve Soyut Kavramların Algılanması	15
1.6. Literatür Taraması	15
1.6.1.Yurt İçi Literatür Taraması	16
1.6.2. Yurt Dışı Literatür Taraması.....	18
1.7. Sınırlılık.....	20
1.8. Varsayımlar	20
2. YÖNTEM	21
2.1. Yöntem	21
2.2. Problem Cümlesi	21
2.3. Araştırmanın Evren ve Örneklemi	22

2.4. Veri Toplama Aracı.....	22
3. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	23
3.1. Mülakata Ait Bulgular.....	23
4. Sonuçlar ve Tartışma.....	46
4.1. Mülakat Verilerinin Analizi İle Ulaşılan Sonuçlar	46
4.2. Öğrenci Resimlerinin İçerik Analizi İle Ulaşılan Sonuçlar	56
5. Öneriler	62
6. Kaynakça	63
7. Ekler	68
7.1. Ek-1. Yarı Yapılandırılmış Mülakat Soruları.....	68
7.2. Ek-2. Yerçekiminin Varlığına Dair Çizilen Resimler.....	70

Kısaltmalar ve Simgeler Sayfası

- d** : Dünya'nın merkezinden ölçülen uzaklık
- ESA** : The European Space Agency (Avrupa Uzay Ajansı)
- F** : yerçekimi kuvveti
- fMRI** : Functional Magnetic Resonance Imaging (İşlevsel Manyetik Rezonans Görüntüleme)
- g** : yerçekimi ivmesi
- G** : Evrensel Çekim Sabiti
- G** : ağırlık
- GPS** : Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
- GRACE**: Gravity Recovery and Climate Experiment (Yerçekimi ve İklim keşif /Araştırma Uydusu)
- m** : kütle
- M** : kütle
- MEB** : Milli Eğitim Bakanlığı
- mg** : ağırlık
- NASA** : National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
- R** : Dünya'nın yarıçapı
- R_a** : Dünya ile Ay arası uzaklık
- s** : saniye
- T** : periyot
- w** : açısal hız

Şekiller Listesi

	Sayfa No
Şekil-1. Geoit	6
Şekil-2 Refleks yayının bileşenleri	10
Şekil-3. İki Bastonuyla Yerçekimine Direnen İhtiyar Kadın	70
Şekil-4. Yıllara Meydan Okuyan Beli Bükük İhtiyar	70
Şekil-5. Yerçekimi Girdabında Bir Göktaşı	70
Şekil-6. Her Şeyin “Yer” e Gitmesi.....	70
Şekil-7. Yerçekiminin Elma Karşısında Galibiyeti	71
Şekil-8. Newton’un Derin Uykusundan Uyanışı	71
Şekil-9. Yerçekimini Düşünen Adam.....	71
Şekil-10. Elma Ağacını Çeken Yerçekimi.....	71
Şekil-11. Yerçekimi Kazası	72
Şekil-12. Yaprak Olup Uçmak İsteyen Genç.....	72
Şekil-13. Yerçekimine Meydan Okuyan Çimenler.....	72
Şekil-14. Yere Çağrılan Top	72
Şekil-15. Zıplayan Çocuk	73
Şekil-16. Yerçekimiyle Oyun Oynayan Çocuk	73
Şekil-17. Yerçekiminin Resimlerdeki Kodları	73
Şekil-18. Yerçekimini Görmek.....	74
Şekil-19. Sarkık Saçlı Kız.....	74

1. GİRİŞ

Doğada meydana gelen olaylar her zaman merak konusu olmuştur. Bu merak insanoğlunun bu olayları anlama ve açığa kavuşturma arzusunu sürekli kamçulamıştır. Fizik, evrenin başlangıcından günümüze kadar bu olayların nedenlerini ve aralarındaki ilişkileri inceleyen bilim dalıdır. Gözlemler, deneyler ve yapılan teorik modeller sonucunda fizikçiler doğada meydana gelen olayların nedeninin dört temel etkileşme ile açıklanabileceğini ve bu etkileşmeleri dört temel kuvvetin sağlandığını göstermişlerdir. Bunlar, kütle çekim kuvveti, elektromanyetik kuvvet, zayıf nükleer kuvvet ve güçlü nükleer kuvvetlerdir. Fizikçiler açısından bu etkileşmelerin araştırılması, deneylerinin yapılması, teorilerinin oluşturulması keyif verici olsa da, genel olarak öğrenciler açısından fizik dersi anlaşılması zor bir ders olarak nitelendirilir. Bu nitelendirmenin nedenlerinin araştırılması; zorluğun fiziksel kavramların öğrenilmesi ve anlaşılmasından mı yoksa matematik bilgisinin yetersizliğinden mi veya her ikisinden mi kaynaklandığının ortaya konması fizik öğretimi açısından önem arz etmektedir. Örneğin, bu tezinde konusu olan yerçekimi gibi kavramların anlaşılmasındaki zorlukların bilimsel ve felsefi temelleri tespit edilebilirse yeni bir öğretim metodu geliştirerek bu tür kavramların daha doğru ve daha kolay öğretilmesi mümkün olabilir.

Öğrencilerin kafasında daha okula başlamadan önce doğada süregelen olaylara ilişkin bazı modeller mevcuttur. Bu modeller öğrencilerin neler öğrenebileceğini belirlemede etkilidirler. (McDermott, 1991: 301), öğrencilerin zihinlerinin “boş bir sayfa” olmadığını ve belli fikirler ve modellerle sınıflara geldiklerini belirtmektedir. Bu anlamda öğrenmeyi sadece yeni kuralları ve fikirleri öğretmek değil önceden var olan zihinsel modelleriyle de uzlaştırmak olarak değerlendirmek gerekir. Örneğin, pek çok insan gibi öğrenciler de mıknatısların birbirini çekmesini veya itmesini doğal bir olay olarak görmekte, dolayısıyla olayın nasıl oluştuğunu sorgulamamaktadır. Bu tür varsayımlar öğrencinin kavramları doğru algılamasında ve anlamasında güçlüklerle bir temel oluşturmaktadır. Bu bakımdan önceden var olan fikirlerin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Son yıllarda fizik eğitimiyle ilgili araştırmalarda ciddi gelişmeler olmuştur. Fizikteki birçok kavramın incelenmesi, öğrenme kuramları, öğrenme yöntem ve teknikleri, öğrenmeyi etkileyen faktörler, fizik dersine karşı öğrenci tutumları araştırmaların çeşitliliğini göstermektedir. Elektrostatik, optik gibi alanlarda kapsamlı araştırmalar yapılmıştır: (Gülçiçek, 2016) tarafından yapılan “fen bilgisi öğretmen adaylarının elektrostatik konusundaki teknolojik pedagojik alan bilgilerinin araştırılması.”, (Çirkinoğlu, 2011) tarafından yapılan “akran öğretimi yönteminin öğretmen adaylarının elektrostatik konusundaki kavramsal anlama düzeylerine etkisi ve bu yöneme yönelik tutumları.” ve (Öztekin, 2018) tarafından yapılan “fen bilimleri öğretmen adaylarının geometrik optik konusundaki mental modellerinin belirlenmesi.” bu kapsamlı araştırmalardan birkaçıdır. Ülkemizde, yerçekimiyle ilgili yapılan sadece birkaç araştırmaya rastlanmıştır. Bu araştırmalar da genellikle ilkökul ve ortaokul seviyesindeki öğrencilere yöneliktir. (Gürel ve Gürdal, 1998), (Küçük, 2005), (Cankat, 2010), (Dinçer, 2009) ve (Kocakülâh ve Kenar Açıl, 2011)’nin yaptığı araştırmalar bunlar arasındadır. (Acar, Gürel, 2014)’in “Uydu hareketi ile ilgili görüşlerinin düşünce deneylerine yansımaları” adlı araştırması 10. sınıfta okuyan lise öğrencileri ile fizik öğretmenliği bölümü 4. sınıfta okuyan üniversite öğrencileri üzerinedir. Yine bu konuda lise öğrencilerini de kapsayan “kütle, ağırlık ve yerçekimi kavramlarının farklı öğretim seviyelerindeki öğrencilerin anlama düzeyleri” konulu bir araştırma (Ayvacı, Bakırcı ve Yıldız, 2012: 381-397) tarafından yapılmıştır. Bu yönüyle de yerçekimi olgusunun lise öğrencileri tarafından algısının belirlenmesine yönelik bir çalışmanın iyi bir seçim olduğu düşünülmüştür.

1.1. Araştırma Konusu ve Problemi

Bu tezde araştırma konusu kütle çekimi olarak belirlenmiştir. Kütle çekim alanı, yerçekimi, kütle çekimi, gravitasyon etkileşmesi gibi farklı kavramlarla da ifade edilmektedir. Bu araştırma özelde kütle çekimi kavramını içermekle birlikte genel olarak fizik dersinde kullanılan kuvvet alanı, elektrik alanı, manyetik alan, Higgs alanı, kütle çekim alanı gibi soyut kavramların anlaşılmasını da içerir. Bu çalışmada öğrencilerin yerçekimi konusundaki bilgi düzeyleri ve algılarının ne olduğu araştırılmıştır. Öğrencilerin çoğu fiziksel olayların doğal olduğunu kabullenmekte

veya bilim adamlarından çok farklı anlamaktadır. Bunların çoğu bilimsel temelden yoksun anlamalar olup, çok nadiren doğru ve farklı bakış açısı getiren özellikler taşımaktadır. Sınıfta bir kavramın açıklanması için seçilen örnekler öğrencilerin daha önce edindikleri bilimsel temele dayanmayan bilgi ile birleşerek kavramların çok daha yanlış anlaşılmasına neden olabilir. Öğrencilerin düşüncelerini değiştirebilmek için öncelikle mevcut düşüncelerinin bilinmesi gerekmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu tezde lise öğrencilerinin doğa yasalarından biri olan yerçekimi yasasını algılayış biçimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrenciler, kütle, ağırlık, yerçekimi, yerçekimi kuvveti kavramlarını birbirine karıştırır veya yanlış anlarlar. Öğrencilere bu kavramları doğru algılayabilmek için onların bu kavramlardan ne anladıklarının bilinmesi gerekir. Öğrencilerin yerçekimi algıları ortaya konduktan sonra diğer doğa yasalarını da nasıl algıladıkları tümevarım yoluyla anlaşılabilir. Yerçekimi gibi öğrenme güçlüğü çekilen birçok soyut kavramın anlaşılabilir yapılandırılmasında eğitimcilerde önerilerde bulunulması düşünülmektedir. Bu çalışmada yarı yapılandırılmış mülakat yoluyla veriler toplanmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Lise seviyesindeki öğrenciler fizik dersinin zor bir ders olduğunu belirtmektedirler. Bu genel durum liseye yeni başlayan öğrenciler arasında hızla yayılarak etkisini göstermekte ve birtakım ön yargılara neden olmaktadır. Yerçekimi gibi içinde sonsuzluk barındıran bir kavramın anlaşılması ve yeniden yapılandırılması amaçlanmıştır. Fizikte birçok doğa yasasının anlaşılması ve bu yasalara ilişkin problemlerin üstesinden gelinmesi için eğitimciler yeni yöntem ve metotların önerilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, lise düzeyinde fizik eğitimi veren öğretmenlerin öğrencilerine doğa yasalarını doğru algılatmalarına yardımcı olacaktır. Lise öğrencilerinin yerçekimi algıları ile ilgili hazırlanan yarı yapılandırılmış mülakat yönteminde kullanılan sorular objektif sonuçlar elde etmek için özenle hazırlanmıştır. Öğrencilere 18 soru yöneltilerek

yerçekimi yasasını ne düzeyde açıklayabildikleri ve algılayış biçimleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

1.4. Yerçekimi

Yerçekimi veya kütle çekim kuvveti evrensel kuvvetlerden biridir. Evrende tüm kütleler birbirini çekerler. Bu kuvvetin büyüklüğü kütlelerinin büyüklüğü ile orantılı olduğu için maddenin içyapısındaki etkileşimde ihmal edilebilir. Ancak, Güneş Sisteminden, galaksilere kadar tüm gezegenlerin, yıldızların yörüngelerini belirleyen kütle çekim kuvvetidir.

Yeryüzünde tüm cisimlerin bir ağırlığı vardır ve yerin merkezine doğru bir kuvvete maruz kalırlar. Bu kuvvet, yerçekimi kuvveti olarak adlandırılır. İnsan üzerinde yaşadığı Dünya'ya yerçekimiyle bağlıdır. Bu bağlılık onun evrendeki yerini sağlamlaştırmıştır. Bir kere insan onu eşsiz kılan, Dünya'yı en basit haliyle bile kolaylıkla anlamlandırabilen bir beyne sahiptir; ne bildiğini bilir ve nasıl davranacağına karar verir.

İnsan tüm evreni gözden geçirir, Dünya'daki yerinin ya çok sıradan ya da çok özel olduğuna dair çeşitli senaryolar üretir. Sonuçta evrendeki yerine dair bir farkındalık oluşturmuştur. Bu yönüyle de koskoca evrende Dünya gezegeninde özel bir konuma sahip olduğunu garantilemiştir.

1.4.1 Yerçekimi ve Dünya'nın Şekli

İki kütlelerin birbirlerine uyguladıkları kuvvet kütle çekim kuvvetidir. Kütlelerden birisi yerküre ise kütle çekim kuvveti özel olarak yerçekimi kuvveti olarak adlandırılır (Holliday vd., 2017: 95). Bu bölümde genel olarak Dünya'nın nesnelere uyguladığı kütle çekiminden bahsedildiği için yerçekimi tabiri tercih edilmiştir.

Yerküre tarafından bir nesneye uygulanan yerçekimi kuvveti, yerküre ve nesnenin kütlesiyle doğru orantılıdır. m kütleli bir nesne serbest düşmeye bırakılırsa, yer onu g ivmesiyle ivmelendirecektir. Kütle iki katına çıkarılırsa hızlanma ivmesi

yine g olacaktır. Bu gözlemden, yerküre 2m kütleyi m kütleyle göre iki kat daha fazla çeker sonucu elde edilir (Mazur, 2015: 311).

Efsaneye göre Newton, ağaçtan düşen elmadan ilhamla; yerçekimi dağın zirvesinde etkili ise bu etkinin Ay'a kadar uzandığı fikrinden yola çıkarak bazı hesaplar yaptı. Dünya'ya dönük Ay'ın ivmesinin $a_R = 4\pi^2 R_a / T^2 = 0,00272 \text{ m/s}^2 = (1/3600) \text{ g}$ olduğunu hesapladı. Dünya yarıçapı 6380 km ve yüzeydeki çekim ivmesi g ; dir, Ay bu uzaklığın 60 katı mesafede, 384 000 km'de ve çekim ivmesi 3600 de biri, yani 60x60; Newton buradan çekim kuvvetinin uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğunu iddia etti (Giancoli ve Douglas, 2009: 140).

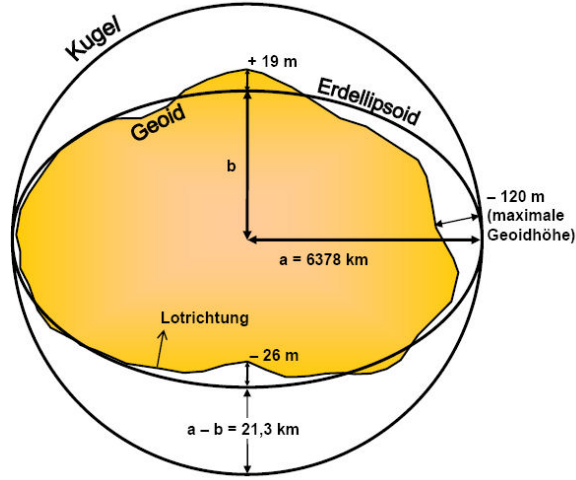
Nasıl ki 1 metre uzaktaki birisi 2 metre uzağa gidince öncekinin dörtte biri, 3 metre uzakta 9 kat, 4 metre uzakta ise 16 kat daha küçülmüş gibi görünür, 500 metre uzakta ise onu görmek zorlaşır; çekim kuvveti de belirtilen oranda, uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak değişir.

Üzerindeki her şey Dünya'ya yerçekimi ile bağlıdır. Dünya, gördüğü her maddeyi kendisine doğru çeker, her şeyi yere gitmeye zorlar. Cisimler de Dünya'yı aynı şekilde kendisine doğru, tam tamına aynı büyüklükte, fakat zıt yönlü bir kuvvetle çeker. Bu kuvvet iki kütlenin sanki birbirlerini "gördükleri" sanal büyüklükle doğru, aralarındaki uzaklıkla ters orantılıdır (Selamoğlu, 1997: 46-50).

Çekim kuvvetini belirleyen iki cisim arasındaki uzaklık, bu iki cismin kütle merkezleri arasındaki uzaklıktır. Dünya'nın ortalama yarıçapı 6378 km'dir. Dünya, kutuplardan hafifçe basık, Ekvator'dan şişkin kendine has bir geoit şekle sahiptir. Deniz seviyesi ile Ekvator, kutuplar, dağlar, dere tepeler düşünüldüğünde bu uzaklık bölgeden bölgeye farklılıklar gösterecektir. Tüm bu farklılıklar, Dünya'nın ortalama yarıçapına göre yerin merkezinden cisme olan uzaklığı fazla etkilemez ve yerin 1 kg'lık kütleyle uyguladığı yerçekimi kuvveti her yerde $F = [G(M_D \cdot M_C / R_D^2)] = [6,67 \times 10^{-11} \cdot (5.9722 \times 10^{24} \cdot 1 \times 10^0 / (6378 \times 10^3)^2)] = 9.7924 \text{ N}$ dur.

Geoit, yerkürenin kütle çekim kuvvetinin etkisi altında aldığı şekildir. "Geoit" adı verilen bu yüzey, karaların altından da ilerlediği varsayılan durgun okyanus suları ile temsil edilir.

Şekil-1 Geoit



Kaynak: Baldenhofer, 2003.

Dünya, kusursuz bir geometriye sahip olsaydı yerçekimi kuvveti tam olarak yerin merkezine dönük olurdu; ancak, geoid yapı yerçekimi yönelimlerinin farklı olmasına yol açar. Örneğin, güçlü bir dağ sırası, dev bir buzul yerçekimi kuvvetinin yönünü merkezden bir parça sağa-sola saptırabilir. Okyanus, tümüyle sakin olduğunda bile düz değil, gelgitlerin, hava akımlarının, depremlerin oluşturduğu dev okyanus dalgaları dikkate alındığında hassas ölçümlere ihtiyaç olduğu açıktır.

Günümüzde, Dünya'nın şekli ve boyutlarının belirlenmesi ve incelenmesine yönelik jeodezi çalışmalarında klasik yöntemlerin yanı sıra uydulardan da yararlanılıyor. Yüksek duyarlılıklı GPS, uydu konumlandırma sistemleri bulunan noktanın coğrafi özellikleri hakkında detaylı bilgiler sunar. NASA ve Alman Uzay Merkezi'nin ortak girişimi GRACE, yerçekimi iniş çıkışların yol açtığı değişimlerin haritasını çıkartmaktadır (Yıldız, 2008: 62-64).

1.4.2. Yerçekimindeki Farklılıklar, Yerçekimi İvmesi, Kütle ve Ağırlık

Kütlesi 70 kg bir cisim Ankara'da (Rakım=870 m, $g=9,8113$) 686.8 N kuvvetle çekiliyorsa, Antalya'da (Rakım=43 m, $g=9,814$) 0,2 N fazla, Everest'in zirvesinde (Rakım=8848 m, $g=9,765$) 3.22 N daha az bir kuvvete maruz kalacaktı. Peki, daha uzaklarda? Yerden 350 km yükseklikte; Uluslararası Uzay İstasyonunda 620 N ile çekilecektir (NASA, 2018). Jeosenkron uyduların açışal hızları, Dünya'nın kendi

ekseni etrafındaki açısal hızına eşit olduğundan yeryüzündeki kapsama alanları sabittir ve bu uyduların yer yüzeyinden uzaklığı 35785 km'dir (Derman, 2016) ve çekim kuvveti 16 N, Ay uzaklığında 0,18 N, yani kuvvet uzaklığın karesiyle azalır. Uzaklık sonsuz olamayacağından bu değer hiçbir zaman sıfır değildir.

Dünya yerine başka büyük kütleler alınırsa, 70 kg birisi Ay yüzeyinde 114 N; oldukça hafif, çekim ivmesi Dünya'dakinin 1/6'sı, Güneş'te 28 katıdır. Çekim ivmesi bir nötron yıldızında Dünya'dakinin 2 milyar katıdır (Redd, 2018).

Bu büyük kütlelerin çekimi Dünya'dan ayrılmadıkça fazla önemli değildir. Dünya'da 70 kg birisi 686 N ile çekilirken, Dünya'daki gelgitlerin 11 de 5'inden sorumlu Güneş (Science et Vie, 1995: 87) 70 kg birisini ancak 0,41 Newton'la ve 11'de 6'sından sorumlu Ay 0,0023 Newton'la etkileyebiliyor.

Ağırlığın birimi kuvvet birimiyle aynıdır. Kütsüz cisim olmaz ancak ağırlıksız cisim olur. Tam da burada ağırlıksız denilen durumlarda neyin kütle, neyin ağırlık olduğunu açık ve anlaşılır bir şekilde ortaya koymak gerekir.

Elma ağacından kendisini boşluğa bırakan biri elindeki elmayı bıraksa kendisine göre elmanın hareket etmediğini görecektir. Yine de her ikisi yere düşmekten kurtulamayacaklardır. Yerçekimi kuvvetinden başka hiçbir kuvvetin etki etmediği durumda serbest düşen adam ağırlıksızdır. Elmanın adama göre hareketsiz oluşu, onun da ağırlıksız olduğu anlamına gelir. NASA, astronotları için yaptığı çalışmalardan birinde, uzay mekiğinin içinde karşılaşacakları bir durum olan "sıfır yerçekimi" için 20 saniye kadar uçağı serbest düşmeye bırakmaktadır (Fishbane vd., 2003: 67).

Kütle bir nesnenin doğasında var olan, içsel bir özelliğidir; onun eylemsizliğidir. Yönü olmayan, skaler bir büyüklüktür, daima pozitifdir, toplam kütle kütlelerin aritmetik olarak doğrudan toplanmasıyla elde edilir.

Eşit kollu terazi ile bilinmeyen kütleler ölçülebilir. Ağırlıksız ortamda kütle ölçümü yapılamaz. Ağırlık da yaylı terazi ile ölçülür. Yayın uzama miktarı ağırlığıyla orantılıdır. Yayın elastik uzama özellikleri her yerde aynıdır. Bir cismin ağırlığı Dünya yüzeyinde bölgeden bölgeye farklılıklar göstereceği gibi, serbest düşmede, asansörde, otobüsün içinde farklı olacaktır.

Yerçekimi nasıl ölçülür? Yaylı terazi ve ucuna bağlı kütlenin yerden yüksekliği sabittir. Görünüşte hareketsizler; ancak Dünya dönüyor. Bu nedenle, yaylı terazinin ölçtüğü gerçek ağırlık değil görünür ağırlıktır (Young ve Freedman, 2016: 417). Parkta dönme dolaba binen çocuklar, düşmemek için merkezdeki direğe sımsıkı sarılırlar; hızla dönen platform çocukları üzerinden fırlatacaktır. Dünya da çok büyük bir hızla hem kendi hem de Güneş etrafında dönüyor. Bu durumda görünen ağırlık gerçek ağırlıktan daha küçüktür.

Ağırlık ekvator da ve kutuplarda farklılıklar göstermektedir, kutuplarda fazlayken ekvator da daha azdır. Bu durumun %70'i Dünya'nın dönüşünden ve %30'u da Dünya'nın tam bir küre olmayışından kaynaklanmaktadır. Yerçekimi ivmesinin görünen değeri kutuplarda 9.8322 m/s^2 olarak hesaplanırken Ekvator'da 9.7805 m/s^2 olarak ifade edilir. Dünya'nın dönüşü de dikkate alındığında merkezci kuvvet kaynaklı olarak 0.0339 m/s^2 oluşan ivme gerçek yerçekimi ivmesini ekvator da azaltmaktadır. Yani bu dönüş hareketi olmasa ekvator da yerçekimi ivmesi $9.7805 + 0.0339 = 9.8144$ olacaktı. Kutuplarda yerçekimi ivmesi 9.8322 m/s^2 'dir ve ekvator da durgun yerçekimi ivmesinden hala 0.0178 m/s^2 fazladır. Bunun nedeni ise Dünya'nın geoit şeklindedir. Ekvator da Dünya'nın yüzeyi ile kütle merkezi arasında kutuplara kıyasla 21 km fazlalık vardır (Çetinkaya, 2016).

Dönen cisimlerin sahip olduğu merkezci kuvvet gibi, cisme doğrudan etkileyen kuvvetler ağırlığı değiştirebilir, oysa kütlelerin çarpımı ile doğru, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı çekim kuvveti başka kuvvetlerin varlığından etkilenmez. Bu durum yerçekiminin her yerde hep olacağı anlamına gelmez. Dünya ve Ay arasında Ay'a daha yakın bir yerlerde yerçekimsiz bir bölge vardır; orada cisimlerin ağırlıkları ivmeli hareket yapıp yapmadıklarına bağlı olarak sıfır da olabilir, olmayabilir de.

Ortaöğretim öğrencileri yerçekiminin farkındalar, ama bunun ne kadar bilincindedir? Doğru algılıyor ve doğru ifade ediyorlar mı? Konum, yer değiştirme, hız, ivme, kuvvet gibi burada sayılan veya sayılmayan birçok konu ve kavramlarda yerçekimi kuvvetinden bağımsız hareket etmek mümkün değildir.

Newton dinamiğinin üç yasasından ikincisi: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$; bir cisme bir kuvvet etki ederse cismin ivmeleneceğini söyler. İvme: $\vec{a} = \Delta \vec{v} / \Delta t$ hızlanmanın ölçüsüdür. Kütle büyükse ivmelenme küçük, dolayısıyla da cisim hızlanmakta zorlanacaktır. İvme: $\vec{a} = \vec{F} / m$, birim kütleye etkiyen kuvvettir. Serbest düşmeye bırakılan cisimlere etkiyen kuvvet yalnızca yerçekimidir. 1 kg kütle saniyede 9,8 m/s hıza ulaştıysa yerçekimi ivmesinin $\vec{g} = 9,8 \text{ (m/s)} / \text{s} = 9,8 \text{ m/s}^2$ olduğu anlamına gelir.

İvmeli hareketin etken olduğu uzay çalışmalarında, bir havan topunun ateşlenmesinde, bir futbolcunun topa vuruşunda, bir otomobilin kaldırımdaki ağaca çarpmasında hareketin ivmesi yerçekimi ivmesinin kesri olarak belirlenir. Otomobil 90'la (25 m/s) giderken kontrolden çıktı ve elektrik direği ile 1/60 saniye etkileşip ancak durabildi. Öyleyse, çarpışmanın ivmesi $\vec{a} = 25 / (1/60) = 150\vec{g}$ 'dir.

1.5. Algı

1.5.1. Duyum ve Algı

Yaşadığımız çevrenin farkına varmamızı duyum ve algı adı verilen iki süreç sağlar. Çevremizde olup bitenlerin duyu organları tarafından sinir hücreleri aracılığıyla beyne iletilmesine duyum denir. Bireyin tüm bu olup bitenleri fark etmesi algıdır. Duyumdan algı aşamasına kadar verilerin işlenip yorumlanması, anlamlı bir bütün oluşturacak şekilde örgütlenmesi, analiz ve sentezle ilişkili hale getirilmesi gibi süreçler yaşanır (Apaydın, 2016: 66).

Algı ise, duyu organları tarafından kaydedilen uyarıcıların beynimiz tarafından örgütlenip, yorumlanarak anlamlı hale getirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bir bakıma, duyumu uyarıcıların duyu organlarımız üzerinde bıraktığı etki, algıyı da bu etkiye yüklenen anlam olarak düşünmek mümkündür.

Mesaj alışverişindeki iki birey iletişim halindedir. Araştırmacılar bir uyarım gönderip deneğin ne anladığını soruyorlar, böylece genel bir tepki şeması oluşturuyorlar. İnsanlar çok sayıda algısal duyuya sahip ve duyu organlarımız çoğu zaman bilinç dışı bilgiler toplar. Duyumlar beyne belirli kanallardan ulaşırlar.

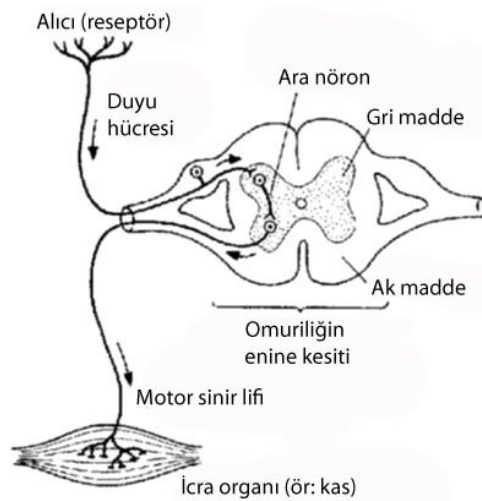
Toplanan bu veriler boyun atardamarlarındaki kanın basınç farklılıklarına yol açar. Alt beyin, bu farklılıkları bir sürü hesaptan sonra çözümler ve yararlı bilgiye dönüştürür; böylece uzaklık, renk gibi algılar ortaya çıkar (Marshall ve Zohar, 2008: 86-87).

Beyin sahip olduğu algıyı çeşitli ifadelerle değerlendirir ve organizmanın yaşam boyu geliştirdiği süreçlerle etkileşim haline geçer (Cüceloğlu, 2001: 73).

1.5.2. Geçmiş Deneyimlerin ve Zihnî Modellerin Algıya Etkisi

Gereksiz diye bir bilgi yoktur ve anlamanın temeli nasıl anladığımızı anlayabilmektir. Sinir sistemi genel olarak merkezi ve çevresel olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Çevresel sistem, basitçe veri taşıyıcısı olarak düşünülebilir. Duyu organları aracılığıyla elde edilen bilgiler kas ve salgı bezi gibi sinir kabloları aracılığıyla merkezi sinir sistemine iletilir. Merkezi sinir sistemi ise bu verileri değerlendirerek ürettiği emirlerle vücudun yeni durumlara uyum sağlamasını sağlar. Diyelim ki birisi başını kaşımak istedi, beyin kol ve parmak kaslarına bir kasılma sinyali gönderir. Bu sinyal önce omuriliğe uğrar, omurilikteki sinir hücrelerinde birtakım değerlendirmeler yapılır ve kasların durumuyla ilgili gelişen duyular algıçlar aracılığıyla merkezle koordineli çalışırlar ve gerekli komutlarla parmakların başı kaşımaları sağlanır.

Şekil-2 Refleks Yayının Bileşenleri



Kaynak: Canan, 2014.

Elimize iğne battığında refleks denilen ani hareketler doğrudan omurilikte gerçekleşir, böylece beynin karar verme aşaması atlanarak çok hızlı hareket edilmiş olur. Ancak her refleks hareketlerini düzenleyen sadece omurilik değildir, işin içine beyin de girer. Beynin farklı bölümleri farklı etkinlikleri kontrol eder. Örneğin, beyin sapı nefes alıp vermeyi, kan dolaşımını, uykuyu kontrol ederken; hareket sistemimizin önemli bir parçası beyincik tarafından kontrol edilir. Yüksek beyin işlevleriyle gerçekleşen vücut hareketleri, kara cisim olarak adlandırılan bölgedeki hücrelerin aktivasyonu sayesinde kontrol edilir. Örneğin, bu hücreler görevini yapamazsa Parkinson hastalığı ortaya çıkar. Beyinde müdahalemizin dışında gerçekleşen bazı zihinsel faaliyetler eğitimle kısmen kontrol altına alınabilmektedir (Canan, 2014).

Herhangi bir duyu organı tarafından algılanan bilgi, beyne ulaşır ve duyu ortaya çıkar, bu duyu beyin tarafından ses ya da şekil olarak yorumlanır. Dünya'yı algılayışımız, onu nasıl gördüğümüz, duyduğumuz, kokladığımız, tattığımız ve ona nasıl dokunduğumuzla doğrudan alakalıdır. Görsel herhangi bir duyuyla ilgili araştırmaya konu olan; mesafe, boyut, renkler, örüntüler, şekillerin tasarımı, imgelerin konumu, kültürel farklılıklar, etkileşim süresi gibi niteliklerdir. Bu nitelikler, beynin önyargılı davranmasına kapı aralar mahiyettedir. Günümüzde şirketler, ürünlerini işitsel markalama yoluyla tanıtarak satış yapmak için ürünle ilişkilendirilen sesler kullanırlar. Kokuyla ilgili algılar zamanla şekillenir. Kötü kabul edilen kokular, bu kokularla ilk kez karşılaşan yeni doğan bebeklerce rahatsız edici bulunmazken, zamanla edinilmiş yargılarla normal insanların verdikleri tepkileri vermeye başlarlar. Yine de bazı kokuların algılanışı doğuştan gelen bir kodlamayla gerçekleşir. Hayatta kalma, üreme gibi durumlarda yayılan kokuların algılanıp değerlendirilmesi için öğrenme sürecine gerek duyulmamaktadır. Koku almanın aksine, tat alma beyinde kodlanmış haldedir. Çeşitli tatları algılayabileceğimiz başta dil olmak üzere ağzın arka kısmında ve bağırsaklara kadar uzanan bir tür doku; tat tomurcukları yer alır. Bu tomurcuklardan beyne tat almayla ilgili sinyaller geldiğinde beyindeki nöronlar aktive olur ve tattan oluşan bir kombinasyonun ortaya çıkmasını sağlar. Yiyeceklerin tatlarının ortaya çıkmasında kabının şekli, kıtırlığı, ıssısı, çıkardığı sesler, kullanılan sloganlar, dokunuş, tüketim tarihi, porsiyonlu oluşu gibi nitelikler belirleyici rol oynar. Dokunmayla ilgili yüksek hassasiyete ihtiyacımız vardır. Dokunma duyusu vücudun

eklemlerinin üç boyutta hareketini, uzaydaki konumunu, pozisyon almasını, hareketin devamını, dokunma ya da acıyla ilgili durumları barındırır. Deri ve vücudun hareket sistemine yayılmış reseptörler aktive olduğunda, beynin dokusal sinyallerinin işlendiği bölümüne iletilirler ve duyumun vücudun hangi bölümünden kaynaklandığı ortaya çıkar (Krishna, 2016: 20-155).

Algılama çocuklarda ve yetişkinlerde farklılıklar göstermektedir. Çocuklarda algılama kısa zaman birimleriyle ortaya çıkarken, yetişkinlerde aşamalı olarak kendini gösterir. Algılama, organizmanın ihtiyaçlarını karşılamak için çevresel bilgileri elde etme sürecidir. Yeni doğan bir çocuk başını sesin geldiği yöne doğru çevirir. Buradan koordine edilmiş uzaysal sınırlamanın doğuştan geldiği anlaşılabilir. İçgüdüler algılamada önemli bir yer tutar. Uyarılar ortaya çıkınca, organizma ihtiyaç duyduğu en uygun durumu otomatik olarak başlatır. Görmek, nesnelerin en belirleyici özelliklerini kavramak demektir. Burada görme duyusunun tüm ayrıntıları yakalayabilmesi için algılanan şeyin bir bütün olması gerekir. Eğer izlenen şey kendi içinde bir bütünlük taşıyorsa ayrıntılar anlamını yitirir ve bütünü algılamak olanaksız hale gelir. Deneysel araştırmalar algılamanın tekilden tümele değil tam tersine genel karakterinin önce algılandığını ortaya koymuştur. Görmekte olduğumuz bir nesnenin şekli, o anki yansıması değildir. Bir otomobilin içinde motorunun olmadığı bilirse artık otomobil eskisinden farklı görünecektir. Nesnelerin görünümü zamanın ve mekânın etkisi altındadır. Nesnelerin yanında yer alan diğer nesnelere ve nesnelerin daha önce görülmüş olması nesnelerin görünümünü etkileyecektir (Genç ve Sipahioğlu, 1990: 13-41). Nesnelerin görüntüsü farklı parçaların bileşiminden oluşur ve beynin nesne üzerinde ilk algıladığı onun şeklidir (Leblebici, 2009: 33).

Lise öğrencilerinin algılayış biçimlerinin nasıl olduğuyla ilgili yapılan bir araştırmada, öğrencilerin sağlık durumları, okul başarıları, ailelerinin sosyal yaşam durumlarının belirleyici olduğu görülmüştür (Adana, vd., 2012).

Bireyler Dünya'yı zihinlerinde yer etmiş modellerle, köklü varsayımlarla, tutumlar, genellemeler, resimler ve imgelerle algırlar. Bu algılar, düşünce şeklini ve tepki verme şeklini belirleyen ön yargıdır. Ön yargılar ise öğrenmenin hızlı gerçekleşmesine neden olur (Ataman, 2009: 465).

Bireyler ön yargılarıyla farklı düşünürler, farklı tepkiler verirler. Bu ön yargılar bireyleri bilinen ve alışılmış düşünce kalıplarına ve eylemlere yöneltir. Farklı insanların zihinlerinde farklı modeller vardır. Her bir bireyin olayları algılaması ve bunlara tepkileri farklı olacaktır.

Bireylerin başarısı zihnî modellere bağlıdır, bunun için de zihnî modellerini değiştirmelidirler; ancak bu şekilde öğrenmeyi hızlandırabilirler.

Zihnî modellerle Dünya'yı nasıl kavradığımızın anlaşılabilmesi için deneysel süreçlere gereksinim vardır. Bu deneysel süreçler fiziksel ve zihinsel aktivitelerin daha anlaşılır olmalarını sağlayacaktır (Yürümezoğlu, 2005).

Ele aldığımız yerçekimi kavramı, üzerinde çok kafa yorulmuş en eski ve günlük yaşamın her alanında iç içe olduğumuz bir kavramdır.

Yerçekimi kavramına ortak bir anlayış için doğru anlamlar yüklemek gerekir. Nesne ya da olayları çeşitli özelliklerine göre gruplayarak diğer gruplardan ayırt ederiz. Zihnimizde anlamlanan grupları birbirinden ayırt eden bilgi formu, kavramdır (Ayas vd., 2016: 192-193).

Yerçekimi kavramına doğru anlamlar yükleyebilmek, kavramın doğru yapılandırılmasıyla mümkündür.

Bu nedenle yerçekimi, nesnelere üzerinde etkinliğinin gözlenmesi, yerçekiminin ve nesnelere özelliklerinin belirlenmesi ve yerçekimi kavramının somutlaştırılmasıyla daha kolay anlaşılacaktır.

Deneysel, yerçekimi kavramının anlaşılmasında önemli sonuçlar ortaya koyacaktır. Deney yapmak, veriler elde etmek, bu verileri analiz ederek mantıksal ya da matematiksel bağıntılar elde etmek, bu bağıntıları benzer olgular için genelleyerek bir takım zihinsel aktiviteleri belirlemek fen bilimlerinin yapılandırılması aşamalarından olmalıdır.

Zihinsel aktivitelerin belirlenmesi sırasında meydana gelebilecek fonksiyonel bozukluklar, sağlıklı bir dış dünya algısının yok olmasına yol açar.

Okullardaki eğitim ve öğretim, bilim insanlarının yaptıkları bir takım araştırmalar, deneyler, yazılı ve görsel medya, internet bireylerin nesnelere olan ilişki düzeylerini belirler ve böylece olay ve olgular arasındaki soyutluk ortadan kalkmış olur.

1.5.3. Algısal Psikoloji

Geştalt psikolojisi, zihinsel faaliyetlerimizin bilimsel olarak incelenebileceği inancına dayanmaktadır. Geştalt 'tan hareketle bilişsel psikologlar, uyarımlar karşısında tepkinin belirlenmesinde deneyimlerin önemine odaklanmışlardır. Görme ve işitme üzerine yapılan deneylerde algının bütüncül, kendi kendini düzenleyen bir niteliğe sahip olduğu anlaşılmıştır (Marshall ve Zohar, 2008: 224-225).

Geştalt içsel bir ilişkiye sahip organize parçalar bütünüdür, gerçek Dünya'nın temsili bir haritası gibidir. Şekil ve formlar gerçek Dünya'ya rehberlik etmektedirler (Schultz ve Schultz, 2007: 551). Duyu organlarımızın kavrayış biçimi tek tek parçalar üzerine değil, parçaları oluşturan bütün üzerinedir. Algıyı analiz etmeye yönelik her türlü girişim onu tahrip edecektir (Ertürk, 2017: 208). Kavrayışlarımız edilgen bir refleksle değil, doğuştan gelen bir sentezleme yeteneğiyle gerçekleşir.

Bilişsel psikologların yaptıkları deneyler, edinilen deneyimlerin davranışlarımızı yönlendiren bilişsel haritalar oluşturduklarını göstermiştir. Bilişsel psikologlar bu haritalardan elde ettikleri bir dizi genellemeleri bir araya getirerek dünyayı tahmin ve kontrol etmede bir bilim adamı gibi hareket edebileceklerini öne sürdüler. Bilişsel Psikolog George Kelly, insanların başlarına gelen kötü deneyimler karşısında belirledikleri bir genel tutumu, terapi yoluyla değiştirerek yeni bir kavram haritasının oluşmasının mümkün olduğunu göstermiştir. Bilişsel psikolojide algılar, inançlar ve tutumlar birlikte değerlendirilirken Newtoncu fizikte böyle bir birliktelik henüz keşfedilememiştir (Marshall ve Zohar, 2008: 226-228).

1.5.4. Algıda Mantık, Muhakeme ve Soyut Kavramların Algılanması

Formal muhakemede öncüller sabit ve değişmezken sonuçlar beklenen düzeyde çıkar. Oysa informal muhakemede eklenen yeni bilgiler sonuçların farklı çıkmasına neden olur. Bu ise farklı yollarla düşünceleri değerlendirme imkânı sunar.

Bilimsel kavramların öğretilmesinde mantıksal düşünme yeteneğinin önemli bir yeri olduğu belirtilmektedir (Soylu, 2006).

Bir önermenin doğruluğu onu muhakeme etmekle anlaşılabilir ve bu yolla konu hakkında fikir beyan edilebilir. Muhakemeye dayalı birtakım sonuçlar matematiksel kavramların öğretilmesinin temel prensiplerindedir. Muhakeme, düşüncenin ileri basamaklarında ortaya çıkan, her türlü düşünme biçimlerini içeren etkinlikler dizisidir (Umay, 2003: 234-243).

Fiziksel kavramların anlamlı hale gelmeleri bilişsel soyutlama sürecini tamamlamalarına bağlıdır. Kavramların soyutluğu sürecin uzunluğuna bağlıdır. Süreç ne kadar uzunsa belirsizlik o derece ortadan kalkar kavramlar arasındaki ilişki ortaya çıkar.

Sonsuzluk, algılanması zor bir kavramdır. Yerçekimi kavramı da içinde sonsuzluğu barındırır. Öğrencilerin yerçekimi kavramını algılamaları ve açıklamaları oldukça güç bir kavramdır.

Doğa yasaları, doğanın matematiksel bir düzen içermesine bağlı olarak matematiksel modellerle ifade edilirler. Yerçekimi yasası, doğanın insanoğluna yüklediği evrensel bir zorunluluktur (Yıldırım, 2016: 132).

1.6. Literatür Taraması

Yerçekimiyle ilgili yurt içi ve yurt dışı literatür taraması yapılmıştır. Ülkemizde öğrencilerin yerçekimi konusunda düşüncelerini yansıtan çok fazla kaynağa rastlanamamıştır. Yayınlanan araştırmaların çoğu da fizikçilere değil fen eğitimcilerine aittir. Eğitimciler araştırmalarını yaygın olarak küçük yaştaki

çocuklardan başlayarak ilkokul, ortaokul ve lise öğrencileri üzerinde yapmışlardır. Üniversite seviyesindeki öğrenci grupları üzerinde çok az araştırma mevcuttur. Araştırmaların çoğunun ortaya koyduğu sonuç, öğrenci yanlış anlamalarının tanımlanması ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak üzerinedir.

Yurt dışı literatürde, öğrencilerin görünmeyen kuvvetler olan yerçekimi ve elektromanyetizmayı somutlaştırıp somutlaştıramadıkları ele alınmıştır. Çocukların Dünya gezegenine ait görüşleri sorgulanmıştır. Çocuklarda Dünya ve yerçekimi kavramının gelişim süreci araştırılmıştır. Çocukların gök bilim algıları: Dünya'nın şeklini ve yerçekimini algılayış biçimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ağırlık, yerçekimi ve hava basıncının zihinsel temsili, öğrencilerin dönme hareketi ve yerçekimi konusundaki farklı düşüncülerinin öğretmenler tarafından belirlenip belirlenmediği, yerçekimiyle ilgili çocukların görüşlerine ait bilim tarihindeki düşünce deneyleri gibi çok sayıda araştırma yapılmıştır.

1.6.1.Yurt İçi Literatür Taraması

Ortaöğretim öğrencilerinin kütle çekim kuvveti hakkındaki kavrayışları araştırılmış (Cankat, 2010) ve kütle çekim kuvvetinin uzaydaki cisimler arasında etkili olan bir kuvvet olduğu belirlenmiştir, ancak yeryüzünde etkili olan kuvvetin kütle çekim kuvveti olduğunu düşünenlerin oranının çok düşük olduğu görülmüştür.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının kütle çekimi, serbest düşme hareketi ve ağırlık konularında birçok yanlış anlamaya ve bilgi eksikliğine sahip oldukları belirlenmiştir (Dinçer, 2009). Öğrencilerin anlama zorlukları çekmelerinde hatalı kavramların payının yüksek olduğu Newton'un hareket yasası ve iş-güç-enerji konularında yapılan bir araştırmada ortaya çıkarılmıştır (Bahar, vd., 2002).

Bir diğer araştırmada fizik öğretmen adaylarının alan bilgilerini günlük yaşamla yeterince ilişkilendiremediklerini, öğrenme ve öğretmeye dair derslerin olumlu etkileri olduğunu tespit etmişlerdir (Devecioğlu ve Akdeniz, 2006).

Farklı öğretim seviyelerindeki öğrencilerin ve Fen bilgisi öğretmen adaylarının yerçekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavramların farklı problem durumları tarafından nasıl etkilendiğini belirlemek üzere bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma sonucunda, ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin yerçekimi hakkında birçok yanlışlığa sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin yerçekimi hakkındaki kavram yanlışlarının nesnenin konumundan, hareketinden ve içinde bulunduğu fiziksel ortam gibi şartlardan etkilendiği ortaya çıkmıştır (Küçük, 2005: 32-45).

7 ile 11. sınıf seviyesindeki öğrencilerinin yerçekimi kavramı konusundaki yanlışlarının araştırıldığı çalışmada (Gürel ve Gürdal, 1998) yerçekiminin farklı sınıf seviyelerindeki öğrenciler tarafından nasıl anlaşıldığı toplam 230 öğrencinin katılımıyla incelenmiştir. Yerçekimi kuvvetinden söz edilebilmesi için havaya ihtiyaç vardır, Ay'daki çekim Dünya'ya göre çok azdır ve cisimleri yere düşüremez, yerçekimi kuvveti sadece cisim yere düşerken etki eder, şeklinde sonuçlar elde edilmiştir.

(Kocakulah ve Kenar Açıl, 2011: 135-152) tarafından 8. Sınıf öğrencilerine yönelik “İlköğretim öğrencileri gözüyle yerçekimi nerededir?” adlı bir araştırma yapılmıştır. Öğrencilerin yerçekimi kuvveti ile yerçekimi ivmesini ayırt edemedikleri, kütle ve ağırlık kavramlarını karıştırdıkları ve uzayda veya Ay'da çekim kuvvetinin olmadığını düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır.

(Ayvacı, vd., 2012: 381-397) tarafından da kütle, ağırlık ve yerçekimi kavramlarının öğrencilerin zihinlerinde gelişim sürecini ortaya çıkarmak ve bu süreçte öğretim programlarının etkisini belirlemek için araştırma yapmış ve araştırma sonucu olarak bu kavramların her üç öğrenim seviyedeki öğrenciler tarafından yeterince anlaşılmadığı tespit edilmiştir.

“Lise ve Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Uydu Hareketi ile İlgili Görüşlerinin Düşünce Deneilerine Yansıması” adlı araştırmayla (Acar, Gürel, 2014), öğrencilerin uydu hareketi ile ilgili alternatif görüşleri olduğunu ortaya çıkarmışlar ve bu alternatif görüşlerin öğrencilerde düşünce deneyleri süreçlerini başlatmış ve bu süreçlerin uydu hareketlerini doğru bir şekilde tahmin etmede saptırıcı etkilerinin olduğunu göstermiştir.

1.6.2. Yurt Dışı Literatür Taraması

Dostal, Iowa'da öğrencilerin yerçekimiyle ilgili görüşlerinin araştırıldığı bir tez yayınlamıştır (Dostal,1995). Çocuklardaki gibi, lise öğrencilerinde de kavram yanlışlarının olduğunu tespit etmiştir. Sınıf seviyesi arttıkça bu yanlış anlamalar azalmakta, ancak bu durumun sadece fen bilimleri alanlarıyla sınırlı olmayıp biyoloji, mühendislik hatta fizikçilerde de karşılaşılabilecek bir durum olduğu düşünülmektedir.

Öğrencilerin zihinlerinde yerçekimi kuvvetinin büyük ölçüde havanın varlığıyla ilişkilendirildiği çalışma (Bar, Zinn & Rubin, 1997) uzayda yerçekimi olmadığı sonucunu yansıtmaktadır.

Çocukların görünmeyen kuvvetlerle, elektromanyetizma ve yerçekimi üzerine görüşlerinin ortaya çıkarılması ve zihinlerinde bunu nasıl yapılandırdıkları ve somutlaştırdıklarıyla ilgili çalışma (Selman vd., 1982: 181-194) daha çok iki olayın birbiriyle karşılaştırılması üzerinedir.

Öğrencilerin Dünya üzerine görüşleri araştırılmış, dolaylı olarak da yerçekimiyle ilgili görüşlerine yer verilmiştir (Nussbaum ve Novak, 1976: 535-550). Benmerkezci bir yapıdan başlayarak gelişmeler kaydeden bireyin, uzayın bile olmadığı düz bir Dünya kavramından, Dünya'nın yuvarlak oluşuna ve bizlerin içindeki düz alanlarda yaşamamıza, Dünya'nın uzayda bir küre ve bizim en üstünde yaşadığımızıza, Dünya'nın bir küre ve tüm insanların bu kürenin etrafına yayıldıklarına, yuvarlak gezegende her şeyin yerin merkezine doğru düştüğüne bilgece ulaştıklarını tespit etmişlerdir.

(Smith ve Peacock, 1992) gibi araştırmacılar, öğrencilerin yukarıya doğru atılan bir top üzerinde etkili olduğunu düşündükleri kuvvet kavramını incelemiştir. Bu araştırmada topa etkiyen kuvvetin; nesnenin şekli, ağırlığı, Dünya'ya yakın bir yerde bulunması, havanın varlığı veya yokluğu, nesnenin hareket yönü gibi unsurlardan etkilendiği belirlenmiştir.

(Mali ve Howe, 1979: 685-691) ve (Sneider ve Pulos, 1983: 205-221) tarafından farklı sınıf seviyelerinde bu konuyla ilgili araştırmalara rastlanmıştır. G6r6şmelerde yer alan sorulardan biri de bırakılan cisimlerin yere nasıl d6şebildiğiyle ilgilidir. D6nya'nın y6zeyinden açılan bir kuyuya atılan bir taşa ne olacağıyla ilgili soru sorulmuştur. Alınan cevaplar yaş ve sınıf seviyesine bağlı olarak farklılıklar g6stermiştir.

Değişik yer ve evre şartları durumlarında yerçekiminin varlığı ve etkileri 6zerine araştırmalar yapılmıştır. 14 yaşındaki 125 6đrenciye kuvvetle ilgili g6r6şleri sorulmuştur (Watts ve Zylbersztajn, 1981: 360-365). Ay'daki astronot elindeki İngiliz anahtarını bırakırsa ne olur? %80 anahtarın havada asılı kalıp Ay y6zeyine d6şmeyeceği g6r6ř6n6 bildirmiştir, gerekçesi Ay'da çekimin ve atmosferin olmadığı 6zerinedir.

Yerçekiminin varlığı ve etkilerinin zihinlerde temsili olarak belirlenip belirlenemeyeceğiyle ilgili 12-13 yaşındaki İtalyan ve 9 yaşındaki Kanadalı 6đrenciler 6zerine yapılan araştırmalarda tutarlı sonuçlar da elde edilmiştir (Ruggiero, 1985: 181-194), (Berg ve Brouwer, 1991).

(Noce, vd.1988: 61-70). Yerçekimiyle ilgili orta son sınıf 6đrencileriyle yaptığı bir araştırmada yarı yarıya doğru cevaplar elde etmiştir. 6đrenciler, yerçekiminin D6nya'ya ait olduğunu, atmosfer varsa yerçekiminin olduğunu veya sebep sonuç ilişkisi içinde ifade edilebildiğini belirtmişlerdir. Noce ve arkadaşları yerçekimiyle ilgili yaptıkları araştırmalarda ileri sınıf seviyelerinde, hatta herhangi bir 6đretmende ya da bir yetişkinde dahi yerçekiminin doğru anlaşılmasında 6nemli g6l6kler olduğunu tespit etmişlerdir.

Ay'da çekim kuvveti olup olmadığına dair sorulan soruların cevapları, 6đrencilerde kavram yanılığı olduğunu ortaya koymuştur (Ameh, 1987: 212-219). D6nya'dan çok uzakta olması Ay'da çekimin olmadığını ya da çok az olduğunu d6ř6nmelerine neden olmuştur.

1.7. Sınırlılık

Nitel araştırmaya kaynaklık eden soru sayısı 18 olup, sorular yerçekimi bilgi düzeyi ve algıların ortaya çıkarılmasına yönelik olarak sınırlandırılmıştır. 2016-2017 Öğretim Yılı birinci döneminde ve Konya merkezinde bulunan Selçuklu Anadolu Lisesi'nin tüm sınıf seviyelerinden 19 öğrenci ve iki fizik öğretmeniyle sınırlandırılmıştır.

1.8. Varsayımlar

Öğrencilerden yarı yapılandırılmış mülakat yoluyla veriler toplanmıştır. Toplanan veriler, yerçekimi bilgi düzeyleri ve yerçekimi algılarını belirlemeye yöneliktir. Yöneltilen soruların tüm konuyu kapsadığı ve öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevaplar konusunda samimi oldukları varsayılmıştır.

2. YÖNTEM

Çalışmanın buraya kadar olan bölümünde yerçekimi ve algı kavramları hakkında bilgi verilmiştir. Bu bölümden itibaren ise çalışmanın pratiğe dönük uygulama bölümü hakkında bilgilere yer verilmeye çalışılacaktır. Bu bölümde, araştırmanın amacı, veri toplama yöntemi ve veri toplama aracına değinilecek olup ardından da öğrencilerden mülakat yoluyla elde edilen cevaplar paylaşılacaktır. Öğrencilerle yapılan bu çalışma sonunda elde edilen bulgulara yer verilerek çalışma sonlandırılacaktır.

2.1. Yöntem

Yerçekimi konusu üzerine öğrenci algılarını ortaya çıkarmak için yapılan çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. 18 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış mülakat soruları ile veriler toplanmıştır.

2.2. Problem Cümlesi

Yerçekimi konusunda öğrencilerin bilgi düzeyleri ve algılarını belirlemek için aşağıdaki problem cümleleri oluşturulmuştur:

P-1. Yerçekimi konusunda öğrencilerin bilgi düzeyi nedir?

P-2. Yerçekimi konusunda öğrenci algıları nasıldır? Hangi algılara sahiptir?

Bu iki ana probleme cevap bulmak amacıyla şu alt problemler oluşturulmuştur:

Alt P-1. Lise öğrencilerinin yerçekimi konusundaki bilgi düzeyi hangi aşamadadır?

Alt P-2. Öğrenciler, günlük deneyimlerinde yerçekimi olgusunun farkındalar mı?

Alt P-3. Yerçekimi algısı doğuştan gelen bir algı mı? Yoksa sonradan öğrenilen bir yönü var mı?

Alt P-4. Zihinlerinde yerçekimini algılayıp resmedebiliyorlar mı?

2.3. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Yarı yapılandırılmış 18 mülakat sorusu 2016-2017 Öğretim Yılı birinci döneminde eğitim gören Konya Selçuklu Anadolu Lisesi öğrencileri tarafından cevaplandırılmıştır. Mülakatta kullanılan her bir soru, yerçekimi konusundaki bilgi düzeylerini ve yerçekimi algısını anlamaya yönelik sorgulamalar içermektedir. Öğrenciler tüm sınıf seviyelerinden seçilmiş ve gönüllülük esas alınmıştır. Toplamda 19 öğrenci örnekleme dahil edilmiştir. Yerçekimi algısı ve yerçekimi benzeri içinde alan barındıran kavramların yeniden yapılandırılması söz konusu olduğundan, bu yapılandırmanın hedefinde olabilecek iki öğretmende bu araştırmanın örnekleme dâhil edilmiştir. Bu araştırmaya iki öğretmenin dahil edilmesinin bir başka nedeni de araştırma sonuçlarının güvenilirliğini arttırmak (Yıldırım ve Şimşek 2011: 114 ve 263) olarak düşünülmüştür.

2.4. Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak, 18 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış mülakat soruları kullanılmıştır. Bu sorular lise öğrencilerinin yerçekimi konusunda genel bilgi durumları ve yerçekimini algılayış biçimlerini belirlemek için hazırlanmış olup, her sınıf seviyesinde lise öğrencisi ve iki öğretmenin de yer aldığı toplam 21 kişilik bir grup üzerinde uygulanmıştır. 18. soruda öğrencilerin yerçekimi konusundaki algı biçimlerini ortaya çıkarmak amacıyla öğretmen ve öğrencilerden konu ile ilgili resim çizmeleri istenmiştir. Yukarıda belirtilen amacına uygun olarak katılımcılara yöneltilen sorular Ek-1’de, katılımcılar tarafından çizilen resimler de Ek-2’de verilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Öğrencilerin yerçekimi konusundaki bilgi düzeyleri ve yerçekimini algılayış biçimlerini ortaya çıkarmak amacıyla hazırlanan 18 soru, yarı yapılandırılmış mülakat yöntemiyle öğrencilere sorulmuştur. Mülakatlardan toplanan verilerin kavramsal analiziyle elde edilen bulgular aşağıdaki “Mülakata Ait Bulgular” bölümü içerisinde verilirken, içerik analiziyle çizilen resimlere ait bulgular ise sonuçlarıyla birlikte sonuç ve tartışma bölümünde “Öğrenci Resimlerinin İçerik Analizi ile Ulaşılan Sonuçlar” kısmında verilmiştir.

3.1. Mülakata Ait Bulgular

Öğrencilerden yarı yapılandırılmış mülakat yoluyla veriler elde edilmiştir. Verilerin kavramsal analiz yoluyla derinlemesine analizi yapılmış ve gruplar halinde derlenerek yazılı metin haline getirilmiştir. Öğrencilere sorulan sorular ve bu sorulara öğrencilerin verdiği cevaplardan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

3.1.1a. Yerin Merkezine Gidildikçe, Yer Yüzeyinde ve Yüzeyden Uzaklaştıkça Yerçekimi Kuvvetinin Şiddeti ve Yönü Nasıl Değişir?

Öğrenciler, yerçekiminin deniz seviyesinde en büyük değerinde ve Dünya yüzeyinden uzaklaştıkça bu kuvvetin azalacağını ifade etmişlerdir. Ancak, [N1] numaralı öğretmen ve [N3], [N5], [N7], [N15] [N16] ve [N21] numaralı öğrenciler, yerçekimi kuvvetinin yerin merkezine gidildikçe azalacağını belirtirken bunun tam tersine [N4], [N6], [N9], [N11], [N12], [N17] ve [N19] numaralı öğrenciler yerin merkezine gidildikçe yerçekimi kuvvetinin artacağını bildirmişlerdir. [N18] numaralı öğrenci, “Deniz seviyesi Dünya’nın merkezine daha yakındır bu sebeple çekim kuvveti daha azdır, merkeze uzak olan yerlere, dağ zirvesi gibi yerlere daha çok çekim kuvveti uygulanır.” şeklinde görüş belirtmiştir. Yerçekimi kuvvetinin yönü konusunda ise çoğu öğrenci “yerin merkezine doğrudur” şeklinde görüş bildirmişlerdir. [N8], [N14] ve [N18] numaralı öğrenciler merkezden cisme doğru olduğunu, [N10] numaralı

öğrenci ise “iki yönlüdür, ama büyük olan yerçekimi cismin merkezinden yere doğrudur.” ve [N20] numaralı öğrenci de iki yönlü olduğu şeklinde görüş belirtmiştir.

3.1.2a. Dünya Tam Bir Küre Olsaydı, Kutuplardaki Ağırlığımız Ekvatordakinden Farklı Olur muydu?

[N3], [N4], [N5], [N6], [N7], [N8], [N11], [N12], [N13], [N9], [N14], [N15], [N16], [N18], [N17], [N19], [N20] ve [N21] numaralı öğrenciler (öğrencilerin % 85’i), Dünya’nın küre olması durumunda yerçekiminin bölgeden bölgeye farklılıklar göstermeyip aynı kalacağı görüşünü paylaşmışlardır. Küresel cisimlerde yerin merkezine olan uzaklığın yarıçap boyunca eşit olduğunu belirtmişlerdir. [N1], [N2] numaralı öğretmenler ve [N10] numaralı öğrenci, çekim kuvvetinin, Dünya’nın kendi eksenini etrafındaki dönmesi ve Güneş etrafında dolanmasından etkileneceğine dikkat çekmişlerdir. Dünya’nın küre olması durumunda dahi kutuplardaki ağırlığının daha fazla olacağını belirtmişler ve Dünyanın kendi eksenini etrafındaki dönüşünü bu duruma gerekçe göstermişlerdir.

3.1.3a. Yer Yüzeyinde Belli Bir Açıyla Fırlatılan Bir Taşın, Yerçekimi Etkisi Altında Hareketine İlişkin Gözlemlerinizi Yazınız. En Uzağa Hangi Açıyla Fırlatırdınız?

[N1], [N2] numaralı öğretmenler, [N6], [N10], [N16], [N18] ve [N19] numaralı öğrenciler, 45° açıyla fırlatılan cisimlerin en uzağa gideceğini belirtmişler ve bunu çizimleriyle desteklemişlerdir. [N3] ve [N4] numaralı öğrenciler, 45° açı altında atış yapılması gerektiğini belirtmişler, ancak yerçekiminin yörüngeyi büktüğünü dikkate almadan çizimler yapmışlardır. [N4] numaralı öğrenci, açığa bağlı olmadığını, günlük yaşamda bunu deneyimlediğini; göle yatay attığı taşın en uzağa gittiğini, yukarıya attığı taşın daha uzağa gidemeyeceğini belirterek, en uzak kavramını gölde taş sektirme olayını örnek vererek açıklamaya çalışmıştır. [N5] numaralı öğrenci, cismin uzağa gitmesini yatay hız ile havada kalma süresine bağlamıştır. Ancak, yatay yer değiştirmenin yatay hızla ilgisini yanlış bağıntı üzerinden ortaya koymuştur. [N6] numaralı öğrenci, sorgulayarak en uzağa atabileceği açının 45° olduğuna karar vermiştir; elde ettiği sonuca eğer dik atarsam ve eğer sadece yatay atarsam diye sorgulayarak ulaşmıştır. Sadece şekil çizerek hangi açıyla atarsa en uzağa gideceğini

sorgulayan [N7] numaralı öğrenci, yükseklik uzaklık ilişkisini de ortaya koyarak açıklamış, olayın oluş biçimiyle ilgili herhangi bir hayat tecrübesi paylaşmamıştır. [N8] numaralı öğrenci, sadece şekil çizerek düşüncesini ortaya koymuştur; çizdiği şekilde açı belirtmediği gibi uzaklık yükseklik ilişkisini de göstermemiştir. [N9] numaralı öğrenci, tamamen yatay fırlattığında en uzağa atabileceğini belirtip enerjinin korunumu yasasıyla açıklamaya çalışmıştır. Bu öğrenci, yatay düz fırlatılan taşın yükseklik kazanmayacağından baştaki kinetik enerjisiyle mümkün olduğunca uzağa gideceğini, eğik atılanların ise potansiyel enerjilerinin olacağını ve bu yüzden onları yatayda yol aldırarak kinetik enerjinin azalıp cismin daha yakına düşeceğini belirtmiştir. [N10] numaralı öğrenci, atış hareketine ait formüller yazıp, en uzağa 45° ile atabileceğini çizdiği şekilde göstermiştir. [N11] numaralı öğrenci, olabildiğince yere paralel atacağını, açı büyüdükçe uygulayacağı kuvvetin yükseklik kazandırmaya harcanacağını belirtmiştir. Bu öğrenci, havada kalma süresinin yatay yer değiştirmeye etkisini dikkate almamıştır; diğer öğrencilerden farklı olarak kol kuvvetinin cisme yüksek hız kazandırdığını belirtip, yatay uzaklığı bu hız ile ilişkilendirmiştir. [N12] numaralı öğrenci, herhangi bir matematiksel model ortaya koymamıştır. “Dikey fırlatırım, çünkü burada taşın engel sadece havanın sürtünmesi var” şeklinde görüş belirtmiştir. [N13] numaralı öğrenci: “Küçük açıyla fırlatırım, daha uzağa gider, açı artınca maksimum da artar.” iddiasında bulunmuş, iddiasını ispatlamak içinde şekiller çizmiştir. 45° altında yaptığı atışın maksimum yüksekliğe ulaştırdığını, 10° açı altında yaptığı atışın ise taşı daha uzağa taşıdığını çiziminde göstermiştir. [N14] numaralı öğrenci; “Yerden uzaklığın çok olmaması taşı daha uzağa götürür.” görüşünü paylaşmıştır. Çizdiği şekil buna dönüktür. [N15] numaralı öğrencinin çizdiği şekil maksimum yükseklik durumunda en uzağa gideceğini anlatır niteliktedir. [N17] numaralı öğrenci: “Çok fazla yükselmeden olabildiğince uzağa gitmesini sağlamaya çalışırdım.” diyerek 30° açı altında atacağını belirtmiştir. Maksimum yükseklikten itibaren de yerçekiminin etkisiyle daha da hızlanarak uzağa gideceğini belirtmiştir. [N18] ve [N19] numaralı öğrenciler; “ 45° açıyla atardım, maksimum yükseklik uzaklığın yarısıdır.” ifadelerine yer vermişlerdir. [N20] numaralı öğrenci, tüm olası durumları sorgulayarak havada kalma süresi ve yatay hız büyüklüğünün, yatay yer değiştirmede etkili olduğunu tespit etmiştir. Açı olarak 45° de karar kılmış ancak yine

de tereddütleri olduğunu yatay yolun açığına bağlı olmayabileceğini belirtmiştir. [N21] numaralı öğrenci, eğik atışa ilişkin sadece şekil çizmiştir. Çizdiği şekilde herhangi bir ayrıntıya yer vermemiştir.

3.1.4a. Yüksek Bir Dağın Tepesinden Yüksek Bir İlk Hızla Yukarı Doğru Ateşlenen Bir Merminin Hareketi İçin Ne Söylenbilir? Mermi, Eninde Sonunda Dünya'dan Kurtulabilir mi?

[N2] numaralı öğretmen ve [N5] numaralı öğrenci, yeteri kadar büyük bir ilk hız olsa bile cisimlerin Dünya'nın çekim etkisinden kurtulamayacaklarını “Mermi tamamen yerçekiminin etkisindedir. Oysa uydular itici bir kuvvet ile yerçekimini yenmektedirler.” cümleleriyle savunmuşlardır. [N3] ve [N4] numaralı öğrenciler: “Evet, çünkü roketlerde veya füzelerde olduğu gibi çok büyük hız, örneğin ışık hızı ile atılırsa kurtulur.” ifadeleriyle yüksek hıza dikkat çekmişlerdir. [N12] ve [N13] numaralı öğrenciler de merminin, yerçekiminden dolayı kendisini hızla yere bırakacağını belirtmişlerdir. Ayrıca, “Katmanlardaki sürtünmeden dolayı gerçekleşeceğini düşünmüyorum. Bir süre sonra havanın sürtünme kuvveti etkisiyle durur ve düşer.” şeklinde yerçekimiyle birlikte sürtünme kuvvetine vurgu yapmışlardır. Merminin Dünya'yı terk etmesi için yüksek bir ilk hızın bile yeterli olmayacağını, yerçekiminin buna izin vermeyeceğini, yine de Dünya'yı terk etsin isteniyorsa bir destek mekanizmaya sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir. “Uzay araçları o kadar büyük ateşlenme ile uzaya giderken bence mermi çok küçük kalır.” şeklinde görüş belirtmişlerdir. [N19] numaralı öğrenci: “Kurtulamaz; çünkü merminin ağırlığı bellidir. Hangi hızda atılırsa atılsın savrulması gerçekleşmez. Dünya'nın çekim kuvveti ve hava sürtünmesi sayesinde Dünya'dan kurtulması olanaksızdır.” şeklinde ifadeler yer vermiştir. Meteorların atmosferde yanıp yok oluşlarını bu olayla ilişkilendiren [N6], [N9] ve [N17] numaralı öğrenciler, ne kadar yüksek hızla atılırsa atılsın sürtünmeden dolayı yavaşlayacağını ve atmosferde parçalanacağını belirtmişlerdir. Diğer öğrenciler yeteri kadar büyük hız ifadesini temel belirleyici unsur olarak dikkate alıp Dünya etrafında bir yörüngeye oturacağını veya Dünya'yı terk edeceğini belirtmişlerdir. [N1] numaralı öğretmen, çeşitli olası durumlar üzerinde durmuştur. Dünya'yı terk edeceği fikrini desteklemek için bağlanma enerjisine eşit bir enerjiye ihtiyaç olduğunu belirterek kurduğu enerji denkleminden mermi için gerekli

hızın yaklaşık yaklaşık 6000 m/s olduğunu hesaplamıştır. [N4], [N7] ve [N8] numaralı öğrenciler: “Yeteri kadar büyük bir hız Dünya’den uzaklaşmasına neden olur; yerçekimi devreye girerek yörüngesini bükerek ama cisim yine de Dünya’yı terk eder.” açıklamasını getirmiştir. [N10] numaralı öğrenci, ilk hızın yeterince büyük olması durumunda kuzey kutbundaki dağdan atılan bir cismin Ekvator hizasında ya aşağı düşeceğini ve yörüngeden çıkacağını ya da atmosferde bir yörüngeye oturacağını belirtmiştir. [N11] numaralı öğrenci, merminin daha yüksek bir dağ ile karşılaşmadığı sürece bir uydu gibi yörüngeye oturacağını belirtmiştir. [N14] numaralı öğrenci, merminin, diğer uydulara ve gök cisimlerine göre küçük hacimli olduğunu, bu yüzden Dünya’dan kurtulmasının zor olduğunu, ancak yine de yeteri kadar büyük bir hız olursa Dünya yüzeyini aşarak Dünya’yı terk edebileceğini düşünmektedir. [N15] numaralı öğrenci, tonlarca ağırlığında bir roketin Dünya dışına çıkarken bir merminin de çıkabileceğini belirtmiştir. [N16] numaralı öğrenci: yörüngeye oturacağını ve merkezkaç kuvvet ile kütle çekimin birbirini dengeleyeceğini belirtmiştir. [N17], [N18] ve [N20] numaralı öğrenciler, atış yönü ve hızı ayarlandığında merminin Dünya’dan kurtulabileceğini belirtmişlerdir. Ancak, cisimlerin hızlarının yeterli olmaması durumunda bu cisimlerin yerçekiminin üstesinden gelemeyeceğini ifade etmişlerdir. [N21] numaralı öğrenci ise, Dünya’nın şeklinin merminin Dünya’dan uzaklaşmasında etkili olabileceğini düşünmüştür; “Kurtulabilir; çünkü Dünya geoittir. Kutuplarda baskın, ekvator da şişkindir. Mermi, kuzey ya da güneye doğru atılırsa kurtulabilir.” ifadelerine yer vermiştir.

3.1.5a. Uydular Yörüngelerine Ekvatora Yakın Bölgelerden Fırlatılarak Oturtulmaktadır. Bu Fırlatmaya Neden Olabilecek Avantaj ve Dezavantajlar Neler Olabilir?

[N1] numaralı öğretmen, cismin Dünya’dan kurtulması için yükseklik kazanması (bunu fırlatmayla kazanabilir) ve yatay hıza sahip olması gerektiğini, bu yatay hızı Dünya’nın dönmesinden sağlayabileceğini belirtmiştir. [N2] numaralı öğretmen, [N4], [N5], [N6], [N7], [N8], [N9] ve [N21] numaralı öğrenciler, ekvator da çekimin az olduğunu, bu etkiyi yenmek için Dünya’nın kendi eksenini etrafındaki dönüş yönüne doğru bir açı yapacak şekilde fırlatılacak bir uydunun, Dünya’nın dönüş hızını da barındırdığından daha az enerji gerektireceğini, tersi yönde bir açıyla fırlatılırsa önce

bu hızını sıfırlaması gerektiğinden fazladan enerji harcayacağını belirtmişlerdir. Atılacak uydunun Dünya'nın dönme yönünde fırlatılmasıyla eylemsizlik kuvvetinden yararlanılmış olur şeklinde görüşlerini savunmuşlardır. [N10], [N14], [N16], [N17] ve [N18] numaralı öğrenciler, Dünya'nın kendi eksenini ve Güneş etrafında dönmesinden kaynaklı, uyduya bir hız kazandırabileceğini, bu durumun yakıt tasarrufu sağlayacağını belirtmişlerdir. Bunun nedeni olarak Dünya'nın merkezine yakın bir bölgede uyduya etkiyen merkezkaç kuvvetinin neredeyse maksimum düzeyde olması ve bu yüzden uydunun yükselmesi sırasında daha az enerji kullanılacağıdır şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Ekvator bölgelerinin konum itibarıyla uydunun yer yüzeyinden uzaya açılan en kısa kapısı şeklinde düşünen [N11] ve [N12] numaralı öğrenciler, bu durumun yakıt tasarrufu sağlayacağını belirtmişlerdir; "Uydunun fırlatılacağı nokta; fırlatma bölgesinden atılan uydunun izleyeceği yol diğer fırlatma bölgesi bütün noktalardan kısa olduğu için az enerji gerektirir. Fırlatma bölgesi uydunun fırlatılacağı noktanın tam karşısına geldiğinde uyduyu fırlatmak yakıt tasarrufuna olanak sağlar." [N13] numaralı öğrenci, bir şekil çizerek tam Ekvator hizasında bir yörüngeye uydunun oturtulacağını varsaymıştır. [N15] numaralı öğrenci: "Nedeni; bulunduğu yerin hava direncinin az olmasından kaynaklanabilir. Ya da Dünya'nın çizgisel hızının ekvatorda daha çok olmasından dolayı olanakları kolaylaştırmış ve Dünya'nın dönüş hızı uyduya daha çok etki etmiş olabilir." ifadelerini kullanmıştır. [N19] numaralı öğrenci: "Havayı ve troposferi hızlı bir şekilde delmek kolay değildir. Eğer ekvatora yakın bir yerden fırlatırsak daha az enerji harcanır. Bunun birçok nedeni olabilir ama benim düşüncem Dünya'nın yapısıyla ilgilidir. Kutuplardan basık olması ile ekvatordaki basınçla alakalı olabilir. En az yakıtla fırlatsam Dünya'nın döndüğü eksene doğru hafif yatık fırlatırdım. Bu sayede dik olarak havayı delmesi daha kolay olacaktır." [N20] numaralı öğrenci, verimliliği arttırmak için günlük hareketten kaynaklı merkezkaç diye bir cevabın şu an için kendisine iyi göründüğünü belirtmiştir.

3.1.6a. Dünya'ya Düşen Uydular Yanarak Yok Olurlarken, Dünya'dan Fırlatılan Uydular Neden Yanmazlar?

[N1] numaralı öğretmen, [N11] ve [N20] numaralı öğrenciler, yanma sıcaklığına ulaşamayışını fırlatılan uydunun hareket halindeki düşük hızına bağlamışlardır: “Demek ki, yükselirken hava sürtünmesinden dolayı yanma sıcaklığına ulaşamıyor. Düşerken daha büyük bir hıza ulaşıyor ve yanıyor olabilir.” [N3], [N9], [N13] ve [N14] numaralı öğrenciler, fırlatmaya ve düşüşe ilişkin benzer görüşler ortaya koydular; “Gidişte motor gücü kullanılır, dönüşte yoktur, sürekli ivmelenir.” “Uyduları yörüngelerine doğru fırlatırken bu işle uğraşan ilgili bilim adamları, mühendisler vs. gereken hesaplamaları yaparak uygun bir şekilde onları yörüngelerine gönderirler.” “Uydular yükselirken momentumları sürtünme kuvvetine uyum sağlayacak şekilde ayarlanır; ama düşen uyduların hızlarının yüksek olmasından dolayı maruz kaldıkları sürtünme kuvveti onları yanma sıcaklığına ulaştırır.” şeklinde görüş belirtmişlerdir. Birçok öğrenci gibi [N4], [N5], [N7] ve [N8] numaralı öğrenciler de yanmanın kaynağının ‘hava sürtünmesi’ olduğunu belirtmiştir. Atmosferin yarı geçirgen bir filtre gibi davrandığını ifade eden öğrenciler de mevcuttur. “Atmosferden çıkan uydular rahatça çıkar. Atmosfere girerken atmosfer tabakası, zararlı ışınları, gök taşlarını vs. geçirmediği için uydular yanar.” [N2] numaralı öğretmen, [N15] ve [N17] numaralı öğrenciler: “Yörüngede etkiyen net kuvvet sıfırdır; ancak düşerken net kuvvetin yapacağı iş ısı enerjisi olarak gerçekleşecektir.” [N10], [N12] ve [N18] numaralı öğrencilerin iddiası da yerçekimi kuvvetinin yaptığı işle ilgilidir; uyduların Dünya’dan fırlatılırken yerçekimine karşı iş yapacağını, halbuki düşerken yerçekimi vektörü ile aynı yönde hareket edeceğinden daha fazla hızlanıp daha fazla sürtünme kuvvetine maruz kalacağından yanacağını belirtmişlerdir.

3.1.7a. Dünya’nın Tam Bir Küre Olmadığı Günlük Yaşam Gözlemleriyle Anlaşılabilir mi?

[N1] numaralı öğretmen ve [N9] numaralı öğrenci, fırlatma uyduları için ekvatora yakın bölgelerin seçilmesini, gözlem uydularının Dünya’nın dışından çektiği Dünya fotoğraflarını, yerçekimini algılayan uyduların yaptığı ölçümleri, gelgitleri, Dünya’nın şeklinin küre olmadığına, geoit şeklinde oluşuna kanıt göstermişlerdir. [N2] numaralı öğretmen, gece-gündüz ve mevsimlerin oluşumunu, yerçekimi kuvvetinin bölgesel farklılıklar içermesini, [N3] numaralı öğrenci ise uzaya çıkmanın güçlüğüne de dikkat

çekerek: “Astronot kostümü ile uzaya çıkmak ve Ay’ın Dünya üstüne düşen gölgesini gözlemlemek” şeklinde Dünya’nın şeklinin küre olmadığına dair görüş belirtmişlerdir. [N4] numaralı öğrenci, Güneş ışınlarının Dünya’ya geliş açılarını dikkate alarak, dönencelerden söz etmiştir: “Yerçekimi farklılığından örnek verebilirim. Dönencelerden örnek verebiliriz.” [N5] numaralı öğrenci, Güneş’in doğuşuna ait gözlemini ortaya koymuştur: “Güneş’in her yerde aynı anda doğmaması.” Gözlemin yanında ölçüm ile bir sonuç elde edilmesi taraftarı olan [N6] numaralı öğrenci: “Ekvator üzerinde sabit hızla hareket eden bir uzay aracının tam bir tur atma süresi ile Ekvator ve kutuplardan geçerek Dünya’nın etrafını sabit bir hızla dolaşan bir uzay aracının, Dünya’nın etrafını dolaşma süresi karşılaştırılırsa Ekvator üzerinden dönen uzay aracının daha uzun sürede dönüşünü tamamladığı görülür.” şeklindeki düşüncesiyle Dünya’nın şeklinin tam bir küre olmadığını savunmuştur. [N7] numaralı öğrenci: “Şu an etrafıma baktığımda bazı yerler çukur kalırken bazı yerler ise tümsek şeklinde, böyle bir şekle sahip olan yer sizce tam bir küre midir?” şeklinde bir soruyla Dünya’nın küre olamayacağı görüşünü belirtmiştir. [N8] numaralı öğrenci: Güneş ışınlarının Dünya’ya gelme açısının, Dünya’nın şeklinin küre olmadığına iyi bir delil oluşturacağını “Güneş ışınları Dünya’nın her bölgesine farklı açıyla gelir. Bu ışınlar sıcaklıkla alakalıdır. Dünya’nın her yerinde farklı sıcaklık değerleri ölçülür. Buradan anlayabiliriz.” cümleleriyle açıklamıştır. [N10] numaralı öğrenci, Dünya’nın dönüşünün söz konusu olduğu sorularda başka birçok öğrencinin dile getirdiği “merkezkaç kuvvet” ifadesini kullanmıştır. “Merkezkaç kuvvetinin ortaya çıkardığı bir şekildir geoit. Ekvatorunda çizgisel hız fazla olduğundan savrulma fazla olacaktır. Dünya’nın soğuma evresinde de bu şekil olmuştur. Ekvatorun uzunluğu tam bir meridyen dairesinden uzundur.” şeklindeki bir cevap Dünya’nın şeklinin tam bir küre olmadığına dair öğrenci görüşüdür. [N12] numaralı öğrenci, “Uydular enerjiden fire vermek için yerin merkezine uzak yerlerden fırlatılırlarmış bu da küre olmadığının kanıtı” şeklinde görüş bildirmiştir. [N13] numaralı öğrenci yüksek basınç alanları ile ilgili iklimsel yer yüzeyi haritaları elde edilmesi fikrini ileri sürmüştür. “Çembersel hızın en fazla olduğu yer ekvatorudur. Kutuplarda ise en azdır. Bu yüzden kutuptaki hareket yavaştır. Hava kütleleri yüksek basınç alanı oluşturarak kutupta soğumaya neden olur. Güneş ışınlarının geliş açısı şekillerine de bakılabilir.” Dünya’nın açısız hızındaki farklılıkları esas alan [N14] numaralı öğrenci, yerkürenin tam bir küre

olmadığını; “Dünya’nın açısal hızındaki sapmalar, yerçekimi etkisi.” şeklinde ifadelerle açıklamaya çalışmıştır. [N17] numaralı öğrencinin sunduğu Dünya’nın dönme ve dolanma hareketleri de Dünya’nın şekline ait ipuçları verir niteliktedir. “Uyduların uzaydan çekmiş olduğu fotoğraflardan yararlanılabilir. Dünya’nın hareketleri de gözlenerek Dünya’nın küre olmadığı anlaşılabilir. Kutuplara doğru yerçekimi kuvvetinin azalmasından da yararlanılabilir.” [N18] numaralı öğrenci, birkaç öğrenci gibi Güneş ışınlarının geliş açılarına, yerçekimi farklılıklarına vurgu yaparak düşüncesini açıklamıştır: “Dünya, Güneş etrafında eliptik bir yörünge bulunur ve bu eliptik yörüngede dolanan Dünya’ya Güneş’ten gelen ışık ışınları ekvatora dik, kutuplara doğru ise azalarak gelir. Dünya tam bir küre olsaydı yerçekimi her yerde, tüm noktalarda eşit olurdu fakat ekvatoran basık kutuplardan şişkin olduğu için yerçekimi kutuplarda daha fazladır. Uydu fırlatma işleminde de bu yüzden ekvatoran atılım gerçekleşir, uyduyu kutuplardan attığımızda ise daha çok çekim olacaktır yani enerji kullanımının arttığı görülebilir.” [N20] numaralı öğrenci de ölçme ile sonuca gidebileceği düşüncesindedir: “Dünya’nın çevresini bir mezura ile iki kez ölçüp bunları karşılaştırabiliriz. Ağırlığı belli bir cisim, vakum içinde belli yükseklikten bırakılarak yerçekimi ivmesi rahatlıkla hesaplanabilir, sonra veriler karşılaştırılır.” [N21] numaralı öğrenci gökyüzünde ileriye doğru uçan bir uçağın bir süre sonra gözden kayboluşunu Dünya’nın şeklinin belirlenmesinde bir etmen olarak nitelmiştir.

3.1.8a. Elmayı da, Ayı da Aynı “Yer” Çeker. Elma, Dünya’ya Düştüğü Halde Ay Neden Düşmez?

Öğretmen [N1], Dünya’nın tıpkı elmayı çektiği gibi Ay’ı da çekeceğini belirtmiştir. Ay’a uyguladığı kuvvet, Ay’ın hareket yönüne diktir; bu yüzden Ay ne Dünya’dan uzaklaşabilir ne de Dünya’ya yaklaşabilir, belki hızını alamayıp biraz uzaklaşır ama sonra da Dünya onu geri çağırır. Dünya sadece Ay’ın yörüngesini bükebilir bilgisini paylaşmıştır. [N3], [N7], [N8] ve [N10] numaralı öğrenciler, elmaya kıyasla Ay uzaydadır. Ay’ı Dünya’dan bağımsız başka gök cisimleri de etkisi altında tutar: “Ay’ı çeken farklı yıldızlar da var, ayrıca bazı gezegenler ona çekim uygular, Dünya Ay’a çekim kuvveti uygular doğru ama Güneş de Ay’a çekim kuvveti uygular, her galaksinin merkezinde kara delik vardır. Bu da gezegenleri ve yıldızları düzene

sokar.” şeklinde görüşlere yer vermişlerdir. [N15] numaralı öğrenci, Güneş’in devasa kütesine dikkat çekmiştir, Ay’ın yörüngesinin belirlenmesinde Güneş’in etkili olabileceğini belirtmiştir: “Bu düşünceye bakılırsa, Dünya’nın ve Güneş’in Ay’a etki etmesiyle bir o yana bir bu yana sürekli, yerini değiştirerek hareket etmesi gerekirdi. Demek ki, Dünya’dan bu kütle çekimi ya uzaklıktan kaynaklanarak Ay’a daha az etki etmesi ya da Ay’ın Güneş tarafından daha da büyük bir kuvvetin etkisinde kalması nedeniyle Ay Dünya’ya düşmüyor.” [N4] numaralı öğrenci, yerçekimi kuvvetinin uzaklıkla ilişkisine vurgu yapmıştır; “Bence yörüngelerden dolayı Ay Dünya’ya düşmez. Ay Dünya’nın yerçekimi etkisinden düşmeyecek kadar uzaktadır. Mesela biraz daha yakın olsa düşebilirdi de.” Bu soruya çok sayıda öğrenci “merkezkaç kuvvet” kavramı içinde cevap aramıştır; [N5], [N6], [N11], [N17], [N18] ve [N20] numaralı öğrenciler bunlardan birkaçıdır: “Ay Dünya’nın yörüngesinde belli bir hızla döndüğünden dolayı oluşan merkezkaç kuvveti Ay’ı Dünya’dan uzaklaştıracak şekilde iter. Bundan dolayı Ay, Dünya’ya düşmez.” “Çünkü Dünya’nın belirli bir yörüngesi vardır. Ay bu yörüngeden kendini uzak tutacak şekilde kuvvet uygular Dünya’ya.” “Dünya’nın elmaya uyguladığı kuvvet, yerçekimi kuvvetidir. Dünya Ay’a bir çekim kuvveti, yerin çekim kuvvetini uygular. Ay’da Dünya yörüngesinde dolanırken bir merkezkaç kuvveti oluşturur. Ay ile Dünya dengede kalır çünkü merkezci kuvvet ile yerçekimi kuvveti birbirine eşittir.” “Merkezkaç kuvveti kütle çekim kuvvetine eşitse neden düşün ki?”

3.1.9a. İnsanlar Ekvatordan Kutuplara Yapacakları Bir Yolculukta Yerçekimini Algılayabilirler mi?

[N1] numaralı öğretmen: “ $g=GM/R^2$ dir. Yerin merkezi kutuplara daha yakındır bu nedenle ekvatora göre kutuplarda çekim ivmesi daha büyüktür. Kutuplardaki ağırlığımız > ekvatordaki ağırlığımız. Ekvatordan kutuplara yapılan yolculuk birkaç saatte gerçekleşmiş olsaydı bunu algıladık, kutuplara doğru kendimizi yaşlanmış hissederdik.” şeklinde vücudun ağırlaşmasını örnek göstermiştir. [N2] numaralı öğretmen, [N6] ve [N19] numaralı öğrenciler de benzer şekilde ağırlık kavramıyla bu farkın belirlenebileceğini, ancak algılamamanın güçlüğünü belirtmişlerdir. “Kutuplarda daha ağır oluruz. Ekvator-kutup yolculuğunda bu farkı algılayamayız; çünkü oluşan fark çok küçüktür. Ayrıca bu fark yavaş yavaş etkileyeceği için canlı tepkimesi

adaptasyona uğrar.” Bunun gibi birçok öğrenci ağırlık üzerinden sonuç elde etmeye çalışmışlardır: “Ağırlığımız kutuplarda daha fazladır; çünkü yerçekimi ivmesi daha fazladır. Ekvatordan kutuplara yapılan bir yolculuk sırasında hissedilmesi oldukça güçtür, çünkü bu değişikliği hissettirecek kadar hızlı bir yolculuk yapılabileceğini zannetmiyorum, belki çok daha hızlı bir seyahatte daha net anlaşılabilir.” [N3], [N4], [N5], [N7], [N8], [N10], [N11], [N12], [N13], [N14] [N15], [N16] ve [N21] numaralı öğrenciler birbirine çok benzeyen cevaplar vermişler ve cevaplarında Dünyanın ekvator bölgelerinden kutuplara yapılacak bir yolculukta yerçekimindeki farklılıkların algılanabileceğini belirtmişlerdir, fakat bu farklılıkların nasıl algılanacağına dair herhangi bir görüş belirtmemişlerdir. [N17] numaralı öğrenci, algılarımızın sınırlarını aşacağını, ancak ölçü aletleri yardımıyla ölçülebileceğini belirtmiştir; “Çünkü merkezden uzaklaştıkça hafifleriz; ancak bunu algılayamayız. Tartıya çıkarsak fark edebiliriz (ya da dinamometreyle).” [N18] numaralı öğrenci, bir cisme atış hareketi yaptırarak çekim ivmesinin hesaplanabileceği görüşünü ileri sürmüştü, ancak sonuçlarının kayda değer olup olmayacağı konusunda tereddütleri olduğunu belirtmiştir; “Kutuplardaki ağırlığımız daha fazladır; çünkü kutuplardaki yerçekimi daha büyüktür. Ekvatordaki yerçekimi ise ağırlığımızın en az olduğu durumdaki gibi etki edecektir. Ekvatordan kutuplara doğru yapılan bir yolculukta bir cisim düzenli olarak yukarıdan aşağıya doğru atılırsa, kutuplarda atıldığında cisim daha hızlı düşecektir. Böyle bir deneyde bu fark algılanamaz; çünkü bu fark çok azdır.” [N20] numaralı öğrenci de yerçekimindeki farklılıkların algılanmasına dair “Kütle çekim kuvveti kütleler arası uzaklığın karesi ile ters orantılı ise ve kutuplarda bulunan kişinin kütleye daha yakın olduğu düşünülürse kutuplardaki ağırlık daha fazla olur. Bir nebze algılanabilir gibi geliyor bana. Hiçbir fikrim yok bu konudaki hassaslığımızla ilgili” cümlelerine yer vermiştir.

3.1.10a. Atmosferin Dışında Uzay Aracının İçindeki Astronotlara Yerçekimi Etki Eder mi? Yörüngeye Oturmuş Uzay Araçlarının İçindeki Astronotlar Neden Yüzer Pozisyondadırlar?

[N1] ve [N2] numaralı öğretmenler, yerçekiminin atmosferin dışına göz ardı edilebilir etkileri bakımından ulaşamayacağını öne sürmüşlerdir. “Yerçekimi kuvveti etkisini sürdürür; ancak bu etki hızla azalır ve atmosferin dışında sıfır olur (Yerçekimsiz

ortam).” “Etkilemez, bunun için boşlukta düşmeden durabilir, veya uyumak için yeryüzündeki gibi yere yatay durmaları şart değildir.” [N5], [N8], [N11], [N12], [N15], [N17] ve [N18] numaralı öğrenciler de etki etmediği düşüncesindedir. “Eğer etki etseydi astronotları kendine doğru çekerdi ve onlar da yüzer durumda olamazlardı. “Uzay boşluğunda yerçekimi yoktur. Adı üstünde ‘yer’ çekimi. Yer yoksa yerçekimi de yoktur.” “Etki etmez. Zaten etki etmediği için uzay araçlarının içinde adeta yüzer durumda olurlar.” “Sonuçta yerçekimi her yerdedir. Siz bir evin içinde topu havaya atsanız kapalı ortamda yine düşer. Uzayda etkilenmezler ama; uzay araçlarının içinde o haldelerse yani çok da yerçekiminden bahsedilemez.” “Bana göre yerçekimi etki etmez; çünkü yerçekimi belli bir kütlelin cisme uyguladığı çekim kuvvetidir; ama uzayda astronotlar belli bir yere temas edemediklerinden yerçekimi söz konusu değildir.” “Yerçekimi etki etmez. Bu yüzden yüzer durumdadırlar. Bunun nedeni uzayda bulunmalarından kaynaklıdır.” “Dünya dışında yerçekimi yoktur. Yerçekimi gezegenlere özeldir. Mesela Dünya’da çekim daha fazlayken Ay’da da yerçekimi olmasına rağmen daha azdır. Uzaydayken astronotlara yerçekimi etki etmez, fakat diğer gezegenlerin veya uyduların alanlarına girdiklerinde az da olsa yerçekimi etki edecektir.” [N3] ve [N4] numaralı öğrenciler, yapay yerçekimi kavramını ortaya atmışlardır: “Yapay yerçekimi etki eder, bu durumda astronotlar yüzer pozisyonadadır. “Etki etmez ama bu araçların içine yapay yerçekimi yapıldığını duymuştum.” [N6] numaralı öğrenci, yerçekiminin etki ettiğini ancak, bu kuvvetin sürtünmeye neden olan havanın direnç kuvvetini yenemeyebileceği görüşünü dile getirmiştir: “Yerçekimi etki eder ama yerçekiminin astronotlara etkisinden dolayı oluşan ağırlık uzay aracının içindeki havadan dolayı oluşan sürtünme kuvvetini yenemediği için astronotların hareketini sağlamıyor olabilir.” [N7], [N9], [N10], [N13], [N16] ve [N19] numaralı öğrenciler, yerçekimi etkilerinin gözardı edilebilecek mertebede olacağı düşüncesini ortaya koymuşlardır: “Yerçekimi onlara etki eder ama çok az bir düzeyde olur. “Benim bilgilerim doğrultusunda yerçekimi uzayda da olsa etki eder fakat küçük olduğu için bize etkileri sınırlı olur.” “Yerçekimi uzay aracına etki eder. Bu sayede uzay araçları yörüngede kalırlar; ama bu kuvvet astronotları yüzer durumdan kurtarmaya yetmez.” “Tamamen etki edip etmemesi tartışılabilir; ama bence çok az bir miktarda da olsa yerçekimi etki ediyor. Yok denecek kadar az miktarda.” “Etki eder; ama çok azdır. GMm/d^2 formülünde d uzaklığını arttırdıkça çekim azalır ama sıfır olmaz.”

“Yerçekimi gezegenlerin merkezlerine çekme kuvvetidir. Bence uzay aracının da ciddi bir kütlesi olduğundan gezegenlerin çok az da olsa bir çekime maruz kaldığını düşünüyorum.” [N20] numaralı öğrenci, Newton’a atıfla yerçekiminin uzaydaki astronatlara kadar uzanacağını belirterek, uzay aracındaki astronotların yüzer durumda oluşlarına ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir; “Evrenin öteki ucunda olsalar dahi etkileyen kuvvet neden şimdi etkimesin? Kütle çekimi, ‘etkileşen kütlelerin kütleleri ile doğru, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır’ der Newton amcamız. Onu dinlemeyeceğiz de kimi dinleyeceğiz?”

3.1.11a. Uydularla, Dünya'nın Değişik Yerlerindeki Yerçekimi Farklılıkları Ölçülmektedir. İnsanlarda da Yerçekimindeki Farklılıkları Algılayan Bir Mekanizma Olabilir mi?

[N1] numaralı öğretmen, vücuttaki kanın dolanımı gibi hareketli nesnelere hareketlerinin takip edilmesiyle yerçekimindeki farklılıkların algılanabildiğini düşüncesindedir; “Elbette olabilir. Baş aşağı geldiğimizde kan beynimize hücum eder. Yere düşmekten, ani hareket değişikliklerinden (özellikle kontrolsüz) korkar, kaçınıyoruz. Veya kulak içinde bulunan bazı toplar yön bulmada etkilidir.” [N2] numaralı öğretmen, [N3] ve [N17] numaralı öğrenciler, insan vücudunun yerçekimi farklılıkları algılama kapasitesi olmadığı kanaatinde oldukları. “İnsanlar bulunduğu ortama uyum sağladıklarından bu farklılıkları algılayamazlar.” “Sanmıyorum, olsaydı şu ana kadar çoktan kullanırdık.” “Bu şekilde çalışan bir mekanizma olamaz insanlarda; çünkü direk sonuca gitmeye çalışırız, havaya çıktıktan sonra hemen bizi geri aşağı indiren bir kuvvet olduğunu bunun da yerçekimi olduğunu biliriz.” Bazı öğrenciler günlük yaşam deneyimlerini paylaşarak böyle bir mekanizmanın insan vücudunda var olduğunu görüşündedirler. [N4], [N6], [N7], [N8], [N10], [N12], [N5] ve [N19]: “Bence olabilir: ama sanırım vereceğim örnek basınçla ilgili değil. Örneğin, uzun yolda dağlara çıkıp inersek kulağımızda baskı hissederiz. Bu baskının da yerçekimini algılayan bir insan mekanizması olduğunu düşünüyorum.” “Bence kulakta bulunan ve yerçekimine göre eğilip ‘aşağı’ diye adlandırdığımız yönü belirleyen kılların eğilme miktarına göre bir ölçüm yapılacak olsa yerçekiminin şiddeti de ölçülebilir.” “Bizim de vücut sıvılarımızın farklı bölgelerdeki basıncından ötürü yerçekimi anlaşılır.”

“Olabilir, yerçekimi değıştikçe ağırlık gibi birçok özellik değışebilir.” “Evet olabilir, ben küçükken ‘zıp zıp’ diye tabir ettiğimiz trambolinde maksimum yüksekliğe ulaştığım an yerçekimsiz hissetmişim.” “Bence biri bizi yüksekte aşağı bıraksa biz de algılayabiliriz. Ayrıca zaten hareketimiz yerçekimine bağlı değil mi?” [N18] numaralı öğrenci, dış Dünya’yı ve kendi iç dünyasını algılayan bir beyin olduğunu, bu beyin hiçbir şeyi atlamadan sonuçlar elde edeceği fikrini savunmaktadır; “Cisimler Dünya’nın merkezine doğru çekilir. Cisimdeki hıza bağlı olarak gerçekleşen hareketler ne yöne olursa olsun etkiyen yerçekimi sayesinde merkeze doğru bir iletim, bir yönelme gerçekleşir. İnsanda da gerçekleştirilen hareketler ne olursa olsun hem eylemsel hareketler hem de düşsel izlenimler ne şekilde gerçekleşirse gerçekleşsin, hangi yöne olursa olsun algılandığı yer beyindir, her davranış beyine sinirsel bir şekilde iletilir, insan merkezi olan beyne doğru yol alır.”

3.1.12a. Bir Çarpma Olmadan Dünya Yakınlarından Geçen Bir Asteroid, Dünya’nın Dönme Hızında Bir Değişiklik Yapabilir mi?

[N1] numaralı öğretmen, [N5], [N6], [N15], [N17], [N18], [N19] ve [N21] numaralı öğrenciler, Dünya’nın asteroide uyguladığı çekim kuvvetinin kendi hızında değışikliğe yol açacağı görüşünü paylaşmışlardır. “Dünya asteroidin yörüngesini bükür. Kendisine doğru değıştirir. Dünya da asteroidin döndüğü yönün zıttı yönde döner. Asteroit, Dünya’nın dönüş yönünde geçiş yaparsa Dünya yavaşlar, Asteroit Dünya’nın dönüş yönünün tersi yönünde geçiş yaparsa Dünya hızlanır.” “Bir cisim Dünya’ya yaklaştığı anda Dünya cismi kendine doğru çekmek isteyecek, bu da Dünya’nın hızını değıştirebilir.” “Asteroit Dünya’ya yaklaştıkça Dünya üzerindeki çekim etkisi artacağından dolayı Dünya’yı yörüngesinden bir miktar saptırabilir.” “Belli bir hıza sahip olan iki cisim arasında hız ve kütleden kaynaklanan bir çekim vardır. Ayrıca hareket eden ve belli bir hızla dönen cisimler etraflarında atom ve moleküllerde belli bir hız ve hareket kazandırır ve ortam bundan etkilenirken, Dünya’nın ve cismin bundan etkileşmesi olmaz denmesi bana göre yanlış olur.” “Yapabilir; çünkü hem Dünya hem de asteroit birbirlerine kütle çekim uygulayacaktır.” “Dünya’nın yakınından geçerse atmosfer içerisinde yol alma ihtimali var. Yani hareket halindeki asteroit havayı hareket ettirebilir. Hareket eden hava da Dünya ile etkileşir ve bunun

sonucunda da Dünya'nın dönme hızında bir değişim olabilir. Asteroit, Dünya'nın dönme yönüne doğru hareket ederse hızlanma, tersi yönüne doğru hareket ederse yavaşlama olur." "Kesinlikle dönme hızına yörünge hızına ve yönüne etki eder; çünkü kütle çekim kuvvetleri ciddi boyuttadır. Yörüngesi değişen Dünya'nın Güneş ile etki alanı değişeceğinden hızı da değişecektir." "Kütle çekim ile birbirine etkide bulunabilir." [N3], [N7], [N8], [N9], [N10], [N11], [N12], [N14] ve [N20] numaralı öğrenciler, Asteroidin Dünya'nın hızında bir değişikliğe yol açmayacağı ya da sınırlı etki yapacağı görüşünü paylaşmışlardır. "Hayır, yapamaz çünkü uzay boş, maddesel değil." "Bence yapamaz; çünkü roketlerde Dünya yakınından geçiyor, ama hiçbir etkide bulunduğunu sanmıyorum." "Atmosferden dolayı dönme hızını etkilemez." "Hayır yapamaz. Dünya'nın dönme hızını değiştirebilecek basit bir şey değildir" "Bence bir değişiklik yapmaz." "Uzay boşluktan oluşur, Dünya'da olduğu gibi hava yoktur bu yüzden asteroitin hareketi rüzgar gibi bir etkide bulunamaz ve dönme hızında değişiklik olmaz. Böyle bir şey olsaydı Dünya'nın hızı hatta belki yörüngesi de sürekli değişirdi." "Sanmam çünkü Dünya böyle bir şeyden etkilense her şey alt üst olur. Yani Dünya'nın sonu olur." "Yapamaz." "Şimdi buradaki dönme hızı ifadesini kürenin kendi eksenini etrafındaki günlük hareket hızı olarak algılamalıyım diye düşünüyorum. Öteki hız zaten yörünge hızının elips olması ve kepler yasası gereğince sürekli değişiyor. Günlük harekette çarpma olmadan olabileceğini hayal edemedim ben."

3.1.13a. Yerçekimi Farklılıkları Dikkate Alındığında Yer Yüzeyi ile Yerin Merkezi Arasında, Günümüzün Teknolojisiyle Üretilen Araçların Kullanıldığı Bir Uygarlık İnşa Etmek İstenirse Ne Tür Sonuçlarla Karşılaştık?

[N1] numaralı öğretmen: "Dünya'nın içi yerleşime elverişliyse, su, toprak, Güneş, ateş atmosfer gibi yaşam gereçleri var demektir; ancak modern binaları inşa ve teknolojik araçları kullanma konusunda problemler çıkacaktır. Örneğin, yerçekimi şiddetinin azalmasıyla bir termometre sıcaklığı, barometre basıncı, dinamometre ağırlığı doğru ölçmeyecek, binaların dayanıklılığı yer yüzeyindekinden farklı olacaktır." şeklinde açıklamada bulunmuştur. [N4], [N7], [N10], [N11] ve [N12] numaralı öğrenciler yer kürenin içinde yerçekiminin olmayacağı şeklindeki görüşlerini: "Sanırım içinde yerçekimi yoktur ve yerçekimi olmadan teknoloji de olmaz, bina da olmaz." "Bence

bu olamaz; çünkü boşluk olsa ağırlık olmazdı. Ağırlık olmadığı için çekim kuvveti de olmazdı. Bitkiler fotosentez yapamadığı için bence burada yaşam olmazdı” “Yerçekimi yüzeyde bize fayda sağlar. Eğer böyle bir yaşam alanı olmuş olsaydı küre içinde küre olmalıydı Dünya. Bir ikincisi ise yaşam kaynağımız olan hava ve Güneş. Güneş’ten mahrum bir hayat düşünülemez.” “Dünya boş bir küre olsaydı yerçekimi denen kavram olmazdı; dolayısıyla yeryüzünde hiçbir şey konumunu koruyamaz ve sürekli hareket halinde olurdu.” ifadelerini kullanarak belirtmişlerdir. [N13], [N15] ve [N19] numaralı öğrenciler, böyle bir varsayım üzerinden gitmenin bile düşüncenin sınırlarını zorladığını: “Dünya’nın içi magma denen sıcak ve yoğun bir sıvıyla doludur. Ne bir delik bulunabilir ne de içine yerleşilebilir.” “Cisimlerin yeryüzünde durmasını sağlayan, Dünya’nın içinin dolu olması ve cisimlere yerçekimi uygulamasıdır. İçi boş bir Dünya’dan söz edersek içinde kurulu olanların çeperine yapıştırılmış olması gerekir; çünkü bu kurulu düzen belli bir çekim olmadan oluşturulamazdı.” “Mümkün belki; ama eksik olan yerçekimidir. Yerçekimini kürenin yüzeyi her iki yöne doğru yaparsa belki doğru olabilir; fakat benim düşünceme göre Dünya’nın içi boş bir kürenin zıttına çok ağır element olan elmas gibi maddelerden oluşan devasa boyutta ve yoğunlukta.” ifadeleriyle ortaya koymuşlardır. [N17] ve [N18] numaralı öğrenciler, Dünya yüzeyiyle Dünya içinde olmayı eşdeğer tutarak görüşlerini ortaya koymuştur: “Biz zaten Dünya’nın içindeyiz. Biz buradayken bizden önce gelemezler, ayrıca zaten içinde olduğumuz için delik bulup Dünya’nın içine girmek yanlış olacaktır.” “Yer dediğimiz yer Dünya’nın yüzeyidir. Tasvir edilen ortamda yer diye bir şey yoktur bu yüzden de o yerin de uygulayacağı bir çekim olmayacaktır. İnsanlar yerçekiminin olmadığı bir yerde düzenli bir yaşam alanı oluşturamazlar, savrulurlar.”

3.1.14a. Elma Kütleli Bir Parçacıktır, Hızını Kaybeden Işık Bile Kütle Kazanmaktadır. Higgs Alanının, Temel Parçacıkların Kütleleriyle Olan İlişisini Nasıl Açıklarınız?

Temel parçacıklara kütle kazandıran mekanizma Higgs ’den bahsedilmiştir. Higgs alanının elmaya ne şekilde kütle kazandırmış olabileceği ile ilgili düşünceleri sorulmuştur. [N1] numaralı öğretmen ve [N18] numaralı öğrenciler, detaylı açıklamalarda bulunmuştur: “Elma, Higgs alanıyla etkileşmiş, kütle kazanmıştır; çünkü kütle enerjidir alan ise enerji deposudur. Elma bu alanla etkileştiği ölçüde 150g

ya da 200g'dir. Aynı büyüklükteki bir demir kütle 1kg'dır. Burada ilginç olan ışıktır. Foton, elektromanyetik dalgadır. Elmadan nesi eksik de Higgs alanıyla etkileşmez. Belki de fazlalığı vardır, o da onun hızıdır. Işık saydam madde içinde de atom ve moleküllerin kütle çekim alanı içinde kütle kazandı; bunu hızını azaltmasına borçlu.” [N4] numaralı öğrenci, “ışığın fotonlaşması” denilen bir kavramla ışığın Higgs alanında kütle kazandığını belirtmiştir: “Şöyle ilişki kurdum: Higgs alanındaki parçacıklar büyük kütleli ve haliyle yoğunluğu büyük maddelerdir. Işığın sudan geçerken ki hızıyla elmadan geçerken ki hızının ayrı olması (suda daha fazla olması) yoğunluğundan, yani enerji ihtiyacının azlığından veya fazlalığından dolayısıdır. Işığın kütle kazanması bununla ilgilidir. Örneğin, ışığın kütlesi yokken hızı çok fazlayken, fotonlaşıp hızının azalmasıdır.” [N5] numaralı öğrenci, Higgs alanının erken evren dönemlerinde maddeye kütle kazandırdığını belirtmiştir: “Düşen elmaya etkileyen kuvvet yerçekimi ve havanın sürtünmesidir. Elma bu kütleli Higgs alanından kazanmıştır. Kütleli olan cismin enerjisi vardır. Bu enerjiyi de evrenin oluşumunda Higgs alanıyla kazanmıştır.” [N6] numaralı öğrenci, kütleli Higgs alanıyla etkileşmesinden ortaya çıktığını belirtmiştir: “Tüm maddeler bu Higgs alanından oluştuğuna göre kütleleriyle bir ilgisi olabilir. Düşen bir elmanın düşmesinin sebeplerinden biri olan elmanın kütlesi, elmayı oluşturan parçacıkların Higgs alanıyla etkileşime girmesinden dolayı oluşmuştur.” Benzer şekilde, [N7] ve [N11] numaralı öğrenciler temel parçacıkların Higgs alanıyla etkileştiğini belirtmiştir: “Higgs alanı da büyük patlama sonucu oluşmuş ilk şeylerdendir. Higgs alanında da temel parçacık bulunması gerekir.” “Düşen elma yerçekimi kuvvetine maruz kalmıştır, bir kütleli sahiptir yani Higgs alanı ile etkileşime girmiştir. Temel parçacıklardan oluşmuştur.” Diğer öğrenciler gibi [N21] numaralı öğrenci de bunun olabirliğine dair düşüncesini Dünya'dan bir benzetme ile ortaya koymuştur: “Higgs alanı Dünya'dır. Parçacıklar çevreyle etkileşimlerle kütle kazanır. Elmanın ağaçtan düşerken havadaki moleküllerle etkileşir gibi.”

3.1.15a. İnsan Beyni Dış Dünya Hakkında Deneyimlerini Biriktirir ve Sonra da Gördüğü Şeyler Hakkında Tahminlerde Bulunur. Yerçekimi Algısı Anne Karnından Başlayarak Geçmiş Deneyimlerle mi Elde Edilmiştir? Yoksa Bilinçaltında Kendiliğinden Gerçekleşen Bir Sürecin Sonunda mı Elde Edilmiştir?

Birçok öğrenci, yerçekiminin doğuştan gelen bir algı olduğuna dair görüş belirtmiştir. [N1], [N2] numaralı öğretmenler, [N3], [N4], [N6], [N7], [N8], [N9], [N10], [N13], [N17] ve [N21] numaralı öğrenciler: “Deneyimler anne karnında başlıyor. Anne kendi yaşam tecrübelerini çocuğa aktarıyor. Anne karnında zaman zaman yer değiştiriyor, baş aşağı geliyor; anne onu diğer herhangi bir organı gibi besleyip büyüterek yenedünyanın kurallarına hazırlıyor. Anne karnında anneye bir kordonla, anne kordonu koştugu anda da anne karnı dışında yenedünyaya yerçekimiyle bağlıdır. Çocuk, anne karnındayken kendisini dışarıda ne tür bir Dünya beklediğinin kodlarını anneden alır. Büyüdükçe de deneyimlerini arttırır. Tıpkı nefes alırken bunun farkına varmadığımız gibi, yüksekte atlamak zorunda kalmazsak da yerçekiminin farkına varmayız. İnsan, içinde gezindiği Dünya'nın kurallarını belki yaşlanıp adım atmaya gücü kalmayınca fark edecektir.” “Bana göre insana doğmadan belli kurallar ve yaşayacağı ortamın kodları verilmiştir.” “Yerçekimi doğuştan gelen bir algıdır ama bu algıyı ilk Newton algılayabilmiştir.” “Bir filozof (sanırım Sokrates) kölelere sorular sorarak onların geometri bildiğini ispat etmiştir. Geometriyi biz sonradan öğrendiğimizi düşünürdük. Yerçekimi de öyle. Hiçbirimiz yerçekiminin kötülüğünden vs. bahsetmeyiz. Bu bize belki de hiç algılamadığımızı, belki de doğuştan geldiğini gösteriyor; ama bence algılıyoruz. O yüzden doğuştan edinilmiş olduğunu düşünüyorum.” “Bence yerçekimi algısı doğuştan gelen bir algıdır. İnsan kulağında yerçekimi etkisiyle bükülen kıllar vardır. Beyin bu kılların bükülme yönüne göre yerçekiminin yönünü algılar ve ‘aşağı’ olarak adlandırdığımız yönü tayin eder; ama insan kendi beyninin yerçekimini algıladığının farkına varamaz.” “Yerçekimi doğuştan gelen bir algıdır; çünkü bebek anne karnındayken bile anne karnındaki sıvı ona basınç uygular.” “Doğuştan gelen bir algıdır.” “Doğuştan kazanılır. Bence yerçekimi algısı bize varlığımızdan gelen bir algıdır. Nitekim yer çekimsiz ortamda bulunanlar tüm düzenlerinin bozulduğunu ifade etmektedir. Tam bir açıklama yapamıyorum ama doğuştan olduğunu düşünüyorum.” “Bilinçaltımızda yaratılış yeteneği olarak bulundurduğumuz bir algıdır bence.” “Doğuştan gelen bir algıdır; ancak algıladığımız halde varlığından haberdar olmayabiliriz.” “Doğuştan gelen bir algıdır; fakat bu algı geçmiş deneyimler ile farkına varılmıştır. İnsan yerçekimini bulduğunda yaptığı deneylerle, geliştirdiği hipotezlerle bu algıyı kanıtlamaya çalışmıştır.” Öğrencilerin diğer yarısı da deneyimlerle öğrenilip algılandığı fikrini savunmuşlardır. [N5], [N11], [N14], [N15], [N16], [N19] ve [N20]

numaralı öğrenciler: “Deneyimlerle elde edilmiştir. Algılanabilir, fakat doğuştan gelen bir algı değildir. Yerçekimini algılayabiliriz, ama hissedemeyiz. Beynimiz ve hücrelerimiz bunun farkındadırlar.” “Yerçekimi, bir yerimize bir iğne batmasıyla duyduğumuz acı gibi bir algı değildir bence. Tarih öncesi dönemde de bir insan bir yerine sivri bir şey battığında o acıyı hisseder ve o acıyı algıladı ama yerçekimi bir kesit olduğundan dolayı, yerçekiminin keşfinden önceki dönemlerde böyle bir şeyin varlığından habersizlerdi ve algılanmıyordu. Şimdi bu kuvvetten haberdar olduğumuz için zıpladığımızda yere tekrar düşmemiz, hatta sabit bir yerde durabiliyor olmamız bile bu kuvveti algılayabilmemize sebeptir.” “Geçmiş deneyimlerle elde edilmiştir. İnsanın farkında olmadığı ama varlığını öğrendiğinde algılayabildiği bir şey.” “Geçmiş deneyimlerle yerçekimi algısı elde edilir. Örneğin, bir çocuk eline aldığı oyuncuğu bir amaç gütmeksizin atar ve onun yere düştüğünü görerek havaya atılan cisimlerin elbet yere düşeceğini anlar. Bu tip olaylar bile insanın beynine sinyaller yollar ve bizim yerçekimi algımızı oluşturur.” “Yerçekimi geçmiş deneyimlerle elde edilmiştir. Sonradan öğrenilmiştir.” “Bence geçmiş deneyimlerle elde edilmiş olabilir. Sonuçta bir bebek anne karnında baş aşağı durur. Bu bebeğin durduğu zaman bir anda yerçekimi ile karşılaşır sorun yaşamaması için bu durum sonrasında ona yardımcı olabilir. Şu anki bilgilerimle hiç algılayamıyor olabilirim. Belki de bir algı meselesi değil çok farklı bir şeydir.” “Yerçekimi her zaman var olan bir şeydir fakat biz bunu gözlemlemedikçe anlayamayız elimizden bıraktığımızda yere düşen bir şeyi görmek bunlardan en basitidir. Bu kavramı öğrenip araştırdıkça hayatımızın her yerinde olduğunu fark ederiz. Yürüyebilmemiz, yemek yiyebilmemiz hepsi yerçekiminin bir parçasıdır aslında yani doğuştan gelen bir algı değil öğrenilerek varlığı anlaşılır.” “Deneyimlerle edinildiğini düşündüm şu an; ama anne karnında da bu yerçekimine maruz kalıyor bebek. Yani doğuştan değil bilincin olduğu andan itibaren gelen deneyimler. Bebek dünyaya gözlerini açtığında, fena durumda değil aslında; ama daha çok gelişip kütlelerinin içgüdüsel olduğu zamanları da görecektir. Doğmatik olmayı denemek gerekirse de, yumurta döllenip zigotun oluştuğu andan beri bu hücrenin çoğalması ve yavaştan cenini oluşturması sırasında bu hücreler neye göre hareket ediyorlar, tabii ki kütle çekimine. Yani biz insanlar hücresel düzeyden başlayarak yerçekimi olgusunu en iyi şekilde biliyoruz.” [N18] numaralı öğrenci ise algılanamayacağı iddiasında bulunmuştur: “Bence hiç algılayamıyoruz. Mesela Ay ile

Dünya arasında merkezkaç kuvveti ile yerçekimi kuvvetinin birbirine eşit olduğunu söylüyoruz; fakat aynı zaman da gerçek anlamda merkezkaç kuvvetinin de olmadığını biliyoruz. Bu da gerçek anlamda yerçekimi kuvvetinin olmadığı düşüncesini doğurabilir. Uzaydaki cisimlerin Dünya merkezine doğru çekilmediğini; fakat Dünya üzerindeki diğer cisimlere etkiyen bir çekim kuvveti olduğunu gözlemleyebiliyoruz. Yani yerçekimi algısı tam olarak algılanan bir sezgi olmasa da bilinçaltımıza kodlanmıştır.”

3.1.16a. Kan Aktif Durumdaki Sinir Ağlarına Hücum Eder; Çalışan Beyindeki Demir Yönünden Zengin Hemoglobin, İşlevsel Manyetik Rezonans Görüntülenme ile Görüntülenebilmektedir (Sweeney, 2014). Benzer Bir Durumda da Yerçekiminin Küçük Olduğu Bir Yerde Vücut Sıvısı Beyne Doğru Yükselir, Böyle Bir Durumda da Yerçekimindeki Küçük Değişimler Hesaplanabilir mi?

İnsan vücudundaki değişimlerden yerçekimi farklılıkların belirlenebileceğini, beynin bunu algıladığını, bunun bir şekilde dışarıdan da ölçülebileceğini belirten çok sayıda öğrenci vardır. [N1] numaralı öğretmen, [N4], [N5], [N7], [N8], [N9], [N10], [N13], [N14], [N15], [N17], [N18], [N19], [N20] ve [N21] numaralı öğrenciler: “Bu tespit harikulade bir tespit. İnsanın içinde işleyen bir saat var ve hep doğru zamanı gösteriyor. Vücut sıvısını takip eden görüntüleme sistemleri bu sayede doğru yerçekimi değerlerini kaydedecektir. Beyin, sıvının beyne yükseldiğini fark eder; fakat bunu bilinçli yapmaz. Bilinçaltında onu bilinçli olmaya zorlayan bilinçsiz bir süreç vardır.” “Hesaplanabilir, aynı fMRI sisteminde olduğu gibi beynin ne derece sulandığını bulursak sanırım hesaplanabilir.” “Hesaplanabilir. Tüm sonuçlar grafiğe aktarılıp bir ortalama değer saptanabilir.” “Beyne daha çok kan gittiğinde fMRI sistemindeki değişimlere bakarak o bölgede yerçekiminin az olduğunu saptamış oluruz.” “Hesaplanabilir. Sonuçta yerçekimine göre.” “Evet hesaplanabilir ve görüldüğü üzere yerçekimi vücudumuzun işleyişine bile etki eder, sağlığımızın bir parçasıdır; çünkü bizim vücudumuz her yönüyle Dünya’ya adapte olmuş bir vaziyettedir, o yüzden değişiklikler bize zarar verir, suda yaşayamamız gibi.” “Hesaplanabilir olsa da etkili olacağını düşünmüyorum.” “Bence her ikisi de gerçekleşebilir. Bunun için teknolojik ürünler geliştirilmeli.” “Çok ince bir teknolojiyle hesaplanabilir.” “İmkânsız diye bir şey yoktur. Vücut sıvısının yükselme

hızıyla bulunduğu konum ve yüksekliğe göre bir deney yapılabilir. Tam olarak hesaplayamasak da bir kaniya varabiliriz.” “Vücut sıvısının beyne doğru yükselmesi sonucu beyindeki işlevsel mekanizma da yeterli enerjiyi göstererek yerçekimindeki değişimler hesaplanabilir.” “Alyuvarlar, oksijene ihtiyaç duydukları için insanın merkezi olan beyne, sinir hücrelerine doğru hareket ederler. Yerçekimi de ihtiyaç duyulan alanlarda daha fazla uygulanır. Vücuttaki sıvı beyne yükseldiğinde bu, vücudun çekime ihtiyacı olduğunu gösterir. Yerçekiminin düşük olduğu yerlerde yerçekimine duyulan ihtiyaç daha az olduğundan vücut sıvısı beyne yükselir. Bu yolla da yerçekimindeki değişimler hesaplanabilir.” “Tabi ki hesaplanabilir ve beyin buna göre yapılır, vücudu düzenler. Belki de bizim hiç çözemeyeceğimiz bir mekanizmadır. Belki de algı denen olayın gelişmişidir. Belki de yaşadığımız her şeyin sebebi, tepkilerimizin hepsi bu sebeptendir; ama bilimsel bir çalışmada “belki” yoktur. Hep bir nedene dayandırma vardır. İnşallah bu yorumları yapacak kadar bilgiye sahip olurum ileride.” “Şu geldi aklıma şimdi: Şu kulağın içinde denge şeyleri var (isimlerini bilmediğim için affedin). İnsan başı sağa sola yattığında bu top gibi şey hareket edip bizim bunu algılamamızla ağırlığımızı göre açımızı hesaplayabiliyoruz bilindiği üzere. Bu topu sonar veya daha teknolojik bir cihazla takip edebilirsek, yerçekiminin çok olduğu yerde topun hareket hızı da çok olacak, az olduğu yerde hareket hızı da az olacak. Yani hesaplanabilir illa ki bir yolla.” “Evet hesaplanabilir. Yerçekimi olmadan kan vücutta dolaşamaz. Yerçekiminin düşük olduğu yerlerde kan beyne doğru çıkmaya başlar. İnsanlar, yerçekiminin az ya da çok olduğu ortamlarda, insanlar üzerindeki etkisiyle hesaplanabilir.” [N6] numaralı öğrenci, ölçüm konusunda endişeleri olduğunu belirtmiştir; “Bence yaklaşık sonuçlar elde edilerek hesaplanabilir. Yerçekimindeki azalmanın etkisiyle beyinde artan kan miktarı aynı zamanda beyin aktivitelerinin artmasıyla da artar. Yerçekimindeki küçük değişikliklerin ve beyin aktivitesindeki değişikliklerin beyindeki kan miktarının değişimini birbirine yakın miktarda etkilemesi birbirinden ayırt edilemeyebilir.”

3.1.17a. Zihinsel ve Bedensel Faaliyetlerimizin Birçoğu Bilinçaltında Gelişen Süreçler Sayesinde Kendiliğinden Gerçekleşir. Bilinçaltı Yeteneklerini Kaybeden Biri Vücudun Dengesini Sağlamak İçin Kaslara Gerekli Komutları Alamayacak ve Düşecek, Yataktan Dahi Kalkamayacaktır. İnsan Beyni Yerçekiminin de İçinde Yer Aldığı Tüm Bu Süreçlerin Ne Kadarının Farkındadır? Yoksa Hiç Algılayamıyor mu?

Bu soruya da çok sayıda öğrenci benzer görüş belirtmişlerdir. [N1], [N2] numaralı öğretmenler, [N3], [N5], [N6], [N9], [N17], [N18], [N20] ve [N21] numaralı öğrenciler: “Bilinçsiz beyin, kaslara gerekli komutları veremez. Yerçekimi insanın bilinçaltının kontrolünde olan bir kuvvettir. Her an kontrol altında tutulmak zorundadır. Yemek yiyince doyan bir yapıda değildir. Bu iş, insan iradesine verilemez. İradenin gücü onu kontrol etmeye yetmez. Öyleyse, bilinçsiz süreçleri kontrol eden güçlere teşekkür etmek gerekir. Nasıl ki kafamızı kaldırıp bakmazsak gökyüzündeki güzelliği fark edemeyiz; demek ki yerçekimini vücudumuzun fark etmesi için biraz düşünmek gerekir.” “Yerçekiminden habersiz beyin bilinçsiz komutlar verir; fakat sonucu bir felaket olur. Örneğin, bir insanın bir gün bir dağın tepesinden kendini atıp uçabileceği düşünülebilir.” “Bir insanın bilinçaltı gece boyunca kapalı olursa, yaşaması için düzenli olarak vücudunda gerçekleştirilmesi gereken olaylar gerçekleştirilemeyeceğinden dolayı yüksek ihtimalle ölecektir. Yerçekiminden haberdar olmayan beyin eğer vücuda tek bir yönden kuvvet uyguluyorsa, o kuvvete karşı koyacak bir kuvvet oluşturabilmesi için kaslara gereken komutları muhtemelen verebilir; ama vücuda uygulanan birden fazla kuvvet varsa bu kuvvetlerin hangisine karşı koyarak yataktan kalkabileceğini hesaplayamayacağından dolayı kaslara gereken komutları veremeyecektir.” “Bilinçsiz beyin, gerekli komutları veremez; çünkü kaslar yerçekimine karşı iş yapacaklardır. Yerçekimi tam ağırlık merkezinden yere doğru bizi çekecektir ve kasların buna direnç göstermesi gerekir.” “Bunun içindir ki insan doğmadan önce, yaşayacağı yerle ilgili kodlar verilmiştir.” “Çünkü insanın beyni veya bilinçaltı yerçekimini bilir ve ona göre komutlar vererek dengeyi sağlar.” “Demek ki kaslarımızın hareketleri de yerçekiminin varlığı da bilinçaltımıza kodlanmıştır.” “Doğmatik bölümde insanın ilk hücresinden beri yerçekiminden haberdar olduğunu düşünüyorum. Şimdi de canlı organizmadan beri öyle olduğunu söylüyorum zaten tek hücreli canlıda böyle bir güdü varsa Dünya üzerindeki tüm canlılarda da bu yerçekimi güdüsünün varlığı savunulabilir.” “İnsan vücudu hissetmese de yerçekimi ile etkileşim kurar. Uyurken insanın yere düşmesi, yolda yürürken adım atmamız, günlük işlerimizi bile yaparken gün boyunca fark etmesek de sürekli yerçekimiyle etkileşim içinde olur. Bazı alışkanlıklarımız bizim bilinçaltımızı oluşturur.” Aksi düşüncede olan öğrenciler de mevcuttur. [N7], [N10], [N11], [N14] ve [N19] numaralı öğrenciler: “Bana burada

bilinçaltını sağlayan şey, omurilik soğanı ve beyincik gibi istemsiz harekette bulunmamızı sağlayan şeylerdir. Beyin yerçekiminden habersiz olsa da kaslara gerekli komutlar verilir.” “Elbette ki verebilir. İnsan uyumlu bir varlıktır. Ayak uydurmaya çalışacaktır. Astronotlar da alışmaktadır yerçekimsiz ortama. Ayak uydurmasaydı insan gönderilemezdi.” “Bilinçaltı kapalı olan bir insanın uyanması bile söz konusu değildir zaten, hayati faaliyetleri son bulmuş ve ölümü gerçekleştirmiş olurdu. Hiçbir organımız kalp beyin vs. çalışmayacağı için böyle bir şekilde hayatta olmamız mümkün değildir.” “Bir filozofun bilgi hakkında şöyle bir fikri vardı: “Aslında doğduğumuzda tam bilgilere sahibizdir; ama bunları unutmuş bir şekilde yaşarız sonradan bazı etkenler, öğretmenlerimiz sadece bu bilgileri hatırlatırlar bize, sadece bu bilgileri hatırlar yani yeni bir bilgi katmazlar. Bana sorarsanız ben bu görüşlere de, adını hatırlayamadığım filozofa da katılmıyorum.” “Evet. Doğduğumuzdan bu yana kendi istemli hareketlerimizi gerçekleştirirken beynimiz yerçekiminden haberdar değil.” “Bu da daha önce kazanılan bir yetenek olduğunu kanıtlamaya yeter mi? Ya da daha önce var olmuş, öğretilmiş bir olay olabilir; ama öyle olsa da bebekler daha doğru doğmaz yürürlerdi. Bunun için bence sonradan kazanılır.”

4. Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, mülakat verilerinin analizi sonucu ulaşılan sonuçlar ve 18. sorudaki öğretmen ve öğrenci resimlerinin içerik analizi ile ulaşılan sonuçlar olmak üzere iki başlık halinde verilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle, problem cümlelerine cevaplar niteliğinde bölümün sonunda derlenerek son paragrafta verilmiştir.

4.1. Mülakat Verilerinin Analizi İle Ulaşılan Sonuçlar

4.1.1b. Yerçekimi Kuvvetinin Şiddeti ve Yönündeki Farklılıklar:

Öğrenciler, yerkürenin şeklinin tam bir küre olmayıp, geoit olmasının ve dağlar, dereler, tepeler dikkate alındığında yüzey şekillerindeki farklılıkların Dünya'nın yerçekiminin şiddetinde bölgesel farklılıklara neden olacağını belirtirken, yer yüzeyinden uzaklaştıkça yerçekiminin şiddetinin azalacağını ifade etmektedirler. Yine şiddeti konusunda, yerin merkezine gidildikçe azalacağını söyleyenler kadar artacağını belirtenler de olmuştur. Yerçekiminin yönünün yerin merkezine doğru olduğu konusunda tüm öğrenciler hemfikirdirler, ancak "iki yönlüdür" veya "kütlesi büyük olana doğrudur" şeklinde vurgu yapma ihtiyacı hisseden öğrencilere de rastlanmıştır. Öğrencilerin yerçekiminin yönünün yerin merkezine doğru olduğu konusunda gözlem ve algılarıyla hareket ettikleri anlaşılmaktadır. Ancak, şiddeti konusunda ortak bir anlayışa sahip olamayışları günlük yaşamda bunu tecrübe etmenin güç olduğu şeklinde değerlendirilmiştir.

4.1.2b. Dünya'nın Tam Bir Küre Olması Durumunda Kutuplardaki ve Ekvatordaki Ağırlık Farklılıkları:

"Dünya'nın tam bir küre olması durumu" karşısında öğrencilerin büyük bir çoğunluğu ekvator ve kutup bölgelerinde ağırlıkların değişmeyip aynı kalacağını ifade etmektedirler. Dünya'nın dönme ve dolanma hareketinin dikkate alındığı durumlarda sezgisel olarak yerçekimi algısı belirmiş ve dönüşün hızlı olduğu Ekvator bölgelerinde ağırlığın küçük olacağı birkaç öğrenci tarafından ortaya konmuştur. Bu öğrenciler,

Dünya'nın küre oluşunun yerçekiminin şiddetinin belirlenmesindeki tek etken olmadığı, Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşünün ve Güneş etrafında dolanmasının yerçekimine etkileri olacağını belirtmektedirler. Bu bilgi, Dünya'nın hareketsiz salt bir küre olarak düşünülmesi nedeniyle çoğu öğrencinin ağırlık farklılıklarını ortaya koyamayışlarının nedenini açıklamaktadır.

4.1.3b. Belli Bir Açıyla Fırlatılan Bir Taşın Yerçekimi Etkisi Altında Hareketine İlişkin Gözlemler ve Günlük Yaşama Dair Deneyimler:

Öğrenciler tarafından yerçekimi etkisi altında hareket eden cisimlerin hareketlerine ilişkin çeşitli gözlem durumları tespit edilmiştir. 45° açı altında eğik atılan cisimlerin en uzağa gideceği konusunda öğrencilerin çoğunluğu aynı fikirdedirler; ancak buna dair yapılan çizimlerde ve ortaya konan formüllerde yeteri kadar başarılı olamamışlardır. Bu da bize, formül ezberlemenin bir işe yaramadığını, yanlış çizimlerinden de öğrendiklerini günlük hayata aktaramadıklarını göstermektedir. Her ne kadar yatay atışta maksimum uzaklık için 45° açı belirtilse de buna dair verilen örneklerde düşük açılarda atış yapılması gerektiği ön plana çıkmaktadır. Bir öğrenci, yere paralel atıldığında en uzağa gideceğini, oysa belli bir açıyla atılan cisimlerin enerjilerini yatayda yol aldırarak kinetik enerji yerine yükseklik kazandırmaya harcayıp daha yakına düşeceğini belirtmişlerdir. Bu öğrenci, düşey hızın büyüklüğünün havada kalma süresini belirleyeceğini ve yatay yer değiştirmenin de bu süreyle birlikte yatay hızın büyüklüğüne bağlı olduğunu gözden kaçırmıştır. Okullarda öğrencilere cisimlerin gidebileceği en uzak mesafenin matematiksel formülü verilir ve bu formülde açının 45° olması durumu karşısında yatay yer değiştirmenin maksimum olacağı öğretilir; öğrencilerin çoğunda yer değiştirmeye ait bu genel bilgi mevcut olduğu halde daha küçük açılar telaffuz etmeleri cismi fırlattıkları ana odaklanmalarından kaynaklanmış olabilir. Fırlatma anında kol-kas kuvvetine odaklanmaları ve belli bir açı altında cismin yükseklik kazanacağını ve yerçekiminin güçlü etkisi altında henüz yatayda yeteri kadar yol alamadan yere düşeceğini varsayılmıştır. Verilen örneklerden öğrencilerin yerçekimini sezgisel olarak algıladıkları ve yerçekiminin etkilerini günlük hayatın içinde anlamlandırdıkları görülmektedir.

4.1.4b. Yüksek Bir İlk Hızla Yukarı Doğru Ateşlenen Merminin Hareketi:

Lise düzeyindeki çeşitli sınıf seviyelerindeki öğrencilerin kuvvet ve kuvveti niteleyen çekim alanı kavramı üzerine belli düzeyde yapılandırılmış bilgileri mevcuttur. Bu durum dikkate alındığında öğrencilerin soruyu farklı açılardan ele alabilecekleri düşünülmüştür. Yeteri kadar büyük hızla atılan cisimlerin, uzaya gönderilen uydu ve roketler gibi Dünya'nın çekim etkisinden kurtulabilecekleri ve Dünya etrafında bir yörüngeye oturabilecekleri belirtilmektedir. Bu görüşe sahip öğrencilerden farklı düşünen diğer öğrenciler de yerçekimini yenmenin mümkün olmadığını uzay araçlarındaki gibi bir itici gücün olmayışı nedeniyle cisimlerin eninde sonunda yere düşeceği belirterek yerçekiminin yıkıcı etkilerine dikkat çekilmiştir. Konuyu fırlatılan cisimlerin boyutlarını dikkate alarak değerlendiren öğrenciler de mevcuttur. Örneğin bu öğrencilerden birisi, merminin diğer uydulara ve gök cisimlerine göre küçük hacimli olduğunu, bu yüzden Dünya'dan kurtulmasının zor olduğunu, ancak yine de yeteri kadar büyük bir hız olursa Dünya atmosferini aşarak Dünya'yı terk edebileceğini belirtmektedir. Öğrencinin kütlenin eylemsizliğini dikkate alan bu yaklaşımı doğru bir bakış açısı olarak nitelendirilebilir; küçük kütleli cisimlerin eylemsizlikleri de küçük olur ve bu sayede yerçekimini yenmeleri mümkün olmaz. Konuya ilişkin her türlü öğrenci görüşü içinde yerçekiminin güçlü etkileri yer almakta ve sezgisel olarak algılayıp anlamlandırdıkları yerçekiminin etkisi altında kalan cisimlerin hareketlerinin buna bağlı olarak sınırlı kalacağını ifade etmektedirler.

4.1.5b. Uyduların Fırlatılmalarında Ekvatora Yakın Bölgelerin Seçilmesinin Nedenine Ait Görüşler:

Ekvator yakın bölgelerdeki cisimlerin görünen ağırlıklarının küçük oluşu, Dünya'nın dönüş hızının ekvator bölgelerinde en büyük değerinde, dolayısıyla da etkilerinin bu bölgelerde en üst düzeyde oluşu, geoit şekil gibi birçok durumun uyduların bu bölgelerden fırlatılmasında etkili olduğu ifade edilmemiştir. Fırlatılacak uyduya Dünya'nın yatay hızını ekleme fikri, öğrencilerin hızı vektörel olarak ele almaları sonucu cisme momentum transferi sağlayacağı ve enerji tasarrufundan söz etmeleri de yerçekiminin uydu üzerinde pozitif bir iş yapacağını dikkate almalarından kaynaklı

olduğu şekilde düşünölmüştür. Ayrıca, fırlatmayla uyduların yörüngeye oturmaları gibi içinde “dönme/dolanma” barındıran sorulara öğrencilerin “merkezkaç kuvvet” diye hayali bir kuvvet üzerinden cevap vermek istemeleri, merkezci kuvvet kavramının eksik ya da yanlış öğrenildiği şekilde değerlendirilmiştir.

4.1.6b. Dünya'dan Fırlatılan Uyduların Atmosferde Yanmaması:

Dünya'dan yörüngelerine fırlatılan uydular Dünya atmosferini geçmek zorundadırlar. Bu fırlatma işlemi güvenli bir şekilde gerçekleştirilirken, uzay çöplüğüne gitmesi gereken yörüngedeki ömrünü tamamlayan bazı uydularda yerçekiminin etkisinde atmosfere girerek yanıp yok olurlar. Bu durumun nedenine ilişkin birçok öğrenci; Dünya'nın kendi boyutlarına göre çok küçük olan bir cisim bile atlamayıp onu yerçekimiyle ivmelendirdiğini ifade etmişlerdir. Dünya'nın çekim alanına giren uyduların ivmelenerek yüksek limit hızlara ulaştığını ve bu hızla hareket eden uyduların kısa sürede yanma sıcaklığına ulaşarak yok olacaklarını belirtmişlerdir. Birkaç öğrenci de yerçekiminin etkisinde kalan uyduların yanıp yok oluşlarını, yerçekiminin uydular üzerinde yaptığı “iş” kavramıyla açıklamışlardır.

4.1.7b. Dünya'nın Şekline Ait Gözlemler:

Öğrenciler, Dünya'nın şeklinin tam bir küre olmadığına dair çok sayıda gözleme görüşlerinde yer vermişlerdir. Gelgitlerin etkisi, uçağın ufukta kaybolması, fırlatma uyduları için ekvatora yakın bölgelerin seçilmesi, Dünya dışından çekilen fotoğraflar, gece-gündüz oluşumu, mevsimlerin oluşumu, Ay'ın Dünya üstüne düşen gölgesi, Güneş ışınlarının geliş açıları, Dünya'nın açısal hızındaki farklılıklar, küresel konumlandırma uydularının yörüngeleri ve yerçekimindeki farklılıklar verilen örneklerdendir. Bu örnekler tek tek incelendiğinde her birisinin içinde yerçekimini barındırdığı anlaşıldığından öğrencilerin yerçekimi konusunda yeterli bilgi birikimine sahip oldukları söylenebilir. Ayrıca birkaç öğrencinin coğrafya derslerinde öğrenmiş olabileceği bilgileri kullanarak Dünya'nın şeklinin tam bir küre olmayışını yerçekimindeki farklılıklarla açıklamaya çalışması diğer derslerle olan işbirliğinin önemini ortaya koymaktadır.

4.1.8b. Elma ve Ay'a Yerçekiminin Etkisi:

Öğrencilerin ağaçtaki elmaya etki eden kuvvetin yerçekimi olduğu konusunda tereddütleri yoktur; ancak söz konusu cisim Dünya dışında ve üstelik de dönüp-dolan bir cisim Ay olunca kafa karışıklıkları baş göstermiştir. Tüm öğrenciler, yerçekiminin Ay'ı Dünya'ya çektiğinin farkındadırlar; ancak Dünya'ya düşmediğine göre bir başka etkinin yerçekimini zıt yönde dengelediği düşüncesine kapılmışlardır. Bu etkinin diğer gök cisimleri, Güneş, diğer gezegenler, samanyolu merkezindeki karadelik olabileceğini belirtmişlerdir. Çok sayıda öğrenci “merkezkaç kuvvet” in kütle çekimini dengeleyerek Ay'ı Dünya'ya düşmekten kurtardığını belirtmişlerdir. Öğrenciler yerçekimini dengeleyecek zıt yönlü bir kuvvet arayışı içerisindeyler. Bu durum öğrencilerin zihinlerinde bir kuvvet alanı kavramı olduğunu göstermekle beraber merkezci kuvvet yerine kuvvet arayışı içerisine girmeleriyle de yerçekiminin doğru yapılandırılmadığını ortaya koymuşlardır.

4.1.9b. Ekvatordan Kutuplara Yapılan Yolculukta Yerçekimi Algısı:

Öğrenciler, ekvator da çekim şiddetinin kutuplara göre küçük olduğunu belirtmişlerdir. Ekvatordan kutuplara yapılan bir yolculukta bunun algılanmasının güç olacağını, ama çok daha kısa sürecek bir yolculukta bunun mümkün olacağını belirtmişlerdir. Sürenin kısa olması durumunda, yerçekimi değişikliklerine vücudun “uyum sağlayamama” durumuyla karşı karşıya kalacağı ve böylece fark edebileceği düşüncesinde oldukları anlaşılmıştır. Bir öğrenci kutuplara yapılan yolculukta kendisini yaşlanmış hissedeceğini belirtmiştir. Birkaç öğrenci yolculuk sırasında yerçekimi şiddetinde meydana gelen değişikliklerin ölçülebileceği yöntemler önermişlerdir. Yerçekimi algısının vücudun algı sınırlarını zorlayacağını ama mümkün de olabileceği inancındadırlar. Öğrencilerin zihinlerinde yer yüzeyine ilişkin bölgesel yerçekimi farklılıkları mevcuttur ve insan vücudunda bu farklılıkları algılayan bir mekanizma olup olmadığı gerçek bir yolculukla anlaşılabilceği kanaati oluşmuştur. Öğrencilerin net cevaplar veremeyişlerinin nedeni gerçek anlamda böyle bir yolculuk yapmamış olmalarıdır.

4.1.10b. Uzay Aracındaki Astronota Yerçekimi Etkisi:

Uluslararası Uzay İstasyonu gibi yüksek hızlarla hareket eden insanlı araştırma uyduları yerçekimi etkisiyle sürekli Dünya'ya düşmekte, bu düşmeler de serbest düşmeye denk gelmektedir (Mazur, 2015: 309). Uzay araçlarının yerküre etrafında çembersel bir yörüngede dolanmasını sağlayan yüksek hızlarının olması ve bu hızlarının merkezci ivmeye kaynaklık etmesi, merkezci kuvvetin neden olduğu bu ivme ile de serbest düşmeye yol açmasının yol açmasının öğrenciler tarafından yeteri kadar anlaşılamadığı belirlenmiştir. Merkezci kuvvetin tam bir düşüşe neden olduğunu bilmeyen öğrenciler astronotların uzay araçlarında neden yüzer pozisyonda olduklarını açıklamakta zorlanmışlardır. Yerçekiminin atmosferin dışına uzanacağını biliyor olmalarına rağmen, atmosferin dışında uzay araçlarının içindeki astronotlara yerçekimi etki etmez diyenlerin oranı fazladır. Astronotların yüzer pozisyonda oluşlarına şaşırıp bu duruma bir neden arayan öğrenciler, yapay yerçekiminin astronotları uydu içerisinde yüzer pozisyona getirdiğini veya bir başka öğrenci, yerçekiminin uzay aracı içerisindeki havanın sürtünme kuvvetini yenemeyip astronotların havada asılı kalmalarını sağladığı gibi gerekçeler sunmuştur. Herhangi bir gerekçe bulamayan öğrenciler uydunun Dünya'ya uzak oluşu nedeniyle yerçekimi etkilerinin göz ardı edilebileceğini ifade etmişlerdir.

4.1.11b. Dünya'nın değişik yerlerindeki yerçekimindeki farklılıkların algılanması:

Bazı araştırma uydularının yer yüzeyindeki yerçekimi farklılıkların haritasını çıkardıkları belirtilmiştir. Yerçekimi farklılıkların haritasını çıkaran uydunun algılama sistemi, büyük küre içindeki yerçekiminin etkilerini kolay ortaya koyabilecek şekilde tasarlanmış çok büyük yoğunluklu küçük bir küredir (Fishbane vd., 2003: 333). Bu küredeki yerçekimi farklılıklardan kaynaklanan değişimler takip edilerek yer yüzeyi çekim haritası oluşturulmuştur. Bu örnekten yola çıkılarak öğrencilere, uydudaki algılama sistemine benzer bir algı mekanizmasının insan vücudunda yer alıp almadığı konusunda düşünceleri sorulmuştur. Günlük yaşam tecrübelerini paylaşıp, baş aşağı geldiğimizde kan beynimize hücum eder, yere düşmekten ani hareket

değişikliklerinden korkar kaçınırsız şeklindeki ifadelerle bunun mümkün olduğu görüşündedirler. Vücut sıvısı gibi hareketli nesnelere ve kulak içindeki bazı topların, yerçekimindeki farklılıkları algılayacakları belirtilmiştir. Uzun yolda dağlara çıkıp indiğimizde kulağımızda baskı hissediyoruz, zıp-zıp diye tabir edilen trambolinde maksimum yükseklikte kendimizi yer çekimsiz hissediyoruz gibi ifadelerle yerçekimini algılayan bir mekanizmanın olduğu düşüncesindedirler. Dış dünyayı ve kendi iç dünyasını algılayan beyin yerçekimindeki değişimleri atlamadan buna uygun sonuçlar elde edeceği ifade edilmiştir. Öğrencilerin verdikleri örnekler daha çok insan vücudunun yerçekimindeki farklılıkları algılayabilecek bir mekanizmaya sahip olup olmadığıyla ilgili bir soruya cevap niteliğindedir ve verilen cevaplar böyle bir mekanizmanın varlığına dairdir. Şayet öğrenci örnekleri tüm yerküre üzerindeki yerçekimindeki farklılıkları ölçmeye yönelik kabul edilirse, insan vücudunun yerküre üzerinde bölgeden bölgeye farklılık gösteren yerçekimini algılayan bir yapısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.1.12b. Dünya Yakınlarından Geçen Asteroidin Dünya'nın Dönme Hızına Etkisi:

Dünya yakınlarından geçen bir asteroidin Dünya ile yerçekimi üzerinden etkileşip etkileşmeyecekleri konusunda, asteroid, Dünya'nın yörüngesinde ya da dönme hızında değişikliğe yol açabilir mi soruna cevap olarak çoğu öğrenci, Dünya yakınlarından geçen asteroidin Dünya'nın hızında değişikliğe yol açacağını belirtmişlerdir. Özellikle de Dünya'nın dönme yönünü dikkate alarak, asteroidin geçiş yönüne göre Dünya'nın hızının artıp/azalacağını belirtmeleri oldukça önemlidir. Öte yandan, öğrencilerin bir asteroidin Dünya'ya göre boyutlarını bildikleri varsayılarak bu soruya cevap verdikleri düşünülmektedir. Dolayısıyla, asteroidin Dünya'nın hızında dikkate alınabilecek bir etkide bulunması söz konusudur ve öğrencilerin boyutları dikkate alarak zihinlerinde minyatür bir Dünya ve asteroid modeli oluşturup, bu model üzerinden asteroidin Dünya'nın hızında bir değişikliğe neden olduğunu varsaydıkları anlaşılmıştır. Öğrencilerin, açısal momentumun korunumu ilkesinden bahsetmeden böyle düşünmeye sahip olmaları, onların daha önceden zihinlerinde var olan çekim algısı sezgisiyle hareket ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin bir kısmı da, Dünya kütlesi yanında asteroidin kütlesinin önemsiz olduğunu ve dolayısıyla da bir etkide

bulunamayacağını belirtmişlerdir. Verilen bu cevaptan da Dünya'nın kütlesi karşısında asteroidin kütesinin önemsiz hale geldiği anlaşılmıştır. Eğer soru asteroid yakınlarından geçen Dünyanın asteroidin dönme hızına etkileri şeklinde tersten sorulsaydı daha net cevaplar elde edilmesi mümkün olabilirdi.

4.1.13b. Dünya'nın İçinde Yeni Bir Uygarlık İnşa Etme:

Dünya içi derken birçok öğrenci bunu yer yüzeyi olarak değerlendirmişlerdir. Bazı öğrenciler de Dünya'nın içi olarak iç yüzeyde bir kabuk ve bu kabukta yaşama dair izler konusunda soru sorulduğunu anladılar ve cevap vermeye çalışmışlardır. En azından birkaç öğrenci soruyu yer yüzeyi ile yerin merkezi arasındaki çekim ivmesinin yer yüzeyinden farklı oluşunu dikkate alarak cevapladırılmışlardır. Öğrencilerden gelen ilk tepki yerçekiminin varlığına ve etkilerine dairdir. “Dünya'nın içinde yerçekimi yoktur ve cisimlerin durumlarını korumaları mümkün olmayacak sürekli yüzer pozisyonda kalacaklardır. Dünya'nın içinde yerçekimi yüzeye göre daha küçüktür, temel ölçü aletleri doğru çalışmayacak ve mevcut teknolojiyle bir Dünya inşa etmek mümkün olmayacaktır.” şeklinde cevaplar vererek başta yerçekimindeki farklılıklar olmak üzere birçok nedenden dolayı Dünya içinde bir yaşam inşa etmenin mümkün olmadığı düşüncesindedirler. Birçok öğrenci de Dünya içinde yerçekimi olmadığını belirterek, yerçekimi olmayan bir ortamda içinde yaşam barındıran, insanların olduğu bir uygarlıktan söz etmenin mümkün olmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, yer kabuğunun içinde yerin merkezine kadar olan bölgelerde yerçekiminin olmadığını belirtmeleri yerçekimi konusunda yanlış bilgiye sahip olduklarını ortaya koymuşlardır.

4.1.14b. Higgs Alanının Temel Parçacıkların Kütleleriyle Olan İlişkisi:

Higgs alanı, yerçekimi gibi bir alandır ve cisimlerle etkileşmiştir. Bu etkileşim sonucunda cisimler/saf enerji kütle kazanır ve bu kütleyle de yerküre çekim kuvveti uygular. Öğrenciler, yerin çekim alanında kalan cisimlerin ağırlık kazanmaları gibi bir başka alanın, örneğin Higgs alanının etkilerine maruz kalan cisimlerin kütle kazandıklarını belirtmişlerdir. Herhangi bir alan kavramı doğru yapılandırıldığı takdirde içinde alan barındıran diğer kavramların algılanması ve açıklanması mümkün

görülmektedir. Öğrenciler, cisimlerin yerkürenin çekim alanında ağırlık kazanmasıyla bu cisimlerin Higgs alanında kütle kazanmalarını aynı kapsamda ele almışlardır. Öğrencilerin yerçekimi kavramı üzerinden bağ kurarak bir başka olayı açıklamaları yerçekimi kavramının doğru anlaşıldığı şeklinde değerlendirilmiştir.

4.1.15b. Yerçekimi Algısı Deneyimlerle mi Elde Edilmiştir? Doğuştan Gelen Bir Algı mıdır?

Öğrencilerin çoğu yerçekimi algısının doğuştan gelen bir yönü olduğuna dikkat çekmişlerdir. Anne karnında bir bebeğin yüzer pozisyonda oluşu, yerçekiminin etkilerinin en aza indirgenmiş olduğu durum olduğu ifade edilmiştir. Anne karnında yüzer pozisyonda olması, sürekli yön ve yer değiştirmesi bu çocuğun yerçekimine karşı yenedünyaya hazırlandığı şeklinde değerlendirilmiştir. İnsanın yerçekimiyle olan mücadelesi tüm yaşamı boyunca devam eder ve yaşlanıp adım atamayınca, işte o zaman varlığının farkına varacağı belirtilmiştir. İnsan beyninin yerçekiminin farkında olduğunu ve onunla mücadelesini bizim algı sınırlarımızın dışında bilinçaltında kendiliğinden gerçekleştirdiği ifade edilmiştir. Bunun gibi öğrenci örneklerinden yola çıkarak, yerçekimi algısının anne karnında oluşmaya başladığı, günlük yaşam tecrübeleriyle de geliştiği söylenebilir. Ancak öğrencilerin, insan vücudunun yerçekimine çok iyi uyum sağladığını belirtmeleri, yerçekimindeki farklılıkların insan beyni tarafından yeni bir değerlendirmeye gerek kalmadan bilinçaltında kendiliğinden gerçekleşen süreçler sayesinde algılanarak beyin tarafından gerekli komutların verildiğini söylemeleri, yerçekiminin algılanmasının kolay olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır..

4.1.16b. İşlevsel Manyetik Rezonans İle Aktif Sinir Ağlarına Hücum Eden Demir Yönünden Zengin Hemoglobinin Tespit Edilerek Vücudun İşleyişine Ait Görüntüsü gibi (Sweeney, 2014)., Yerçekimindeki Farklılıklar da Hesaplanabilir mi?

Yerçekimi kanın vücutta dolaşımında etkilidir. Yerçekiminin azaldığı durumlarda vücut sıvısının beyne yükselmesi beyindeki işlevsel mekanizmada yeterli uyarımlara neden olur ve beyin bu değişimleri hesaplar. Öğrencilerin çoğu, vücutta meydana gelen değişimleri algılayan beynin işlevsel mekanizmasını ortaya koyan bir

teknolojinin ortaya çıkacağını düşünmektedirler. Yerçekiminin, öğrenciler tarafından günlük yaşamda deneyimlendiğini, tıpkı diğer duyu organlarıyla duyumsadıkları duyular gibi bir duyu olduğunu ifade etmişlerdir. Görme, işitme gibi duyuların işleyişine ait bir takım ölçü aletleri mevcutken, vücut sıvısının yer değiştirmesi esasına dayalı yerçekimindeki farklılıkların hesap edilebileceği bir teknolojinin icat edileceği inancındadırlar. Bir öğrenci, yerçekimindeki farklılıklara bağlı olarak vücut sıvısındaki yer değişikliklerinin beyin tarafından algılanıp, hemen sonrasında da beynin bu durum değişikliği karşısında vücudu düzene soktuğu ifade edilmiştir. Gelişen teknolojinin beynin işleyişine ait daha detaylı bilgiler sunacağını belirtilmiştir. Yine öğrenciler, yerçekimindeki farklılıkların insan psikolojisi üzerinde etkileri olacağını, yerçekimindeki bölgesel ya da anlık farklılıkların insanların ruh hallerini etkileyerek, moralli yada keyifsiz olmalarına yol açacağını belirtmişlerdir. Öğrencilerin, yerçekimindeki farklılıklara bağlı olarak insanların içinde buldukları ruh hallerine göre sergiledikleri davranışlar takip edilerek yerçekimine ilişkin sonuçlar elde edilebileceği ifade edilmiştir.

4.1.17b. Yerçekiminin, Zihinsel ve Bedensel Faaliyetler Gibi Bilinçaltında Kendiliğinden Gelişen Bir Yönü Oluşu:

Bilinçsiz bir beyin kaslara gerekli komutları veremeyecek ve düşüp yerinden kalkamayacaktır (Sweeney, 2004). Öğrenciler, insan beyninin veya bilinçaltının yerçekimini bildiğini ve ona göre komutlar vererek dengeyi sağladığını belirtmişlerdir. Yerçekiminin tam ağırlık merkezinden yere doğru bizi çekeceği ve kasların buna direnç göstereceği, insanın doğmadan önce, yaşayacağı yerle ilgili kodlara sahip olduğu belirtilmiştir. Öğrenciler bilinçaltında birtakım süreçlerle beynin yerçekimine karşı kontrolü sağladığı inancındadırlar. Öğrencilerin ortaya koydukları beyanlardan insan vücudundaki denge mekanizmasının işleyişinde etkili olan yerçekiminin insan beyni tarafından doğuştan başlayarak fark edilip algılandığını ancak bunun bilinçsiz bir süreç üzerinden yürüttüğüne inandıkları anlaşılmıştır. Bunun doğuştan getirilen bir yetenek olmadığını, sonradan kazanıldığını ifade eden öğrenciler de olmuştur; henüz kasları gelişmediğinden çocuğun doğar doğmaz yürüyemeyeceğini, yerçekimiyle mücadele ede ede kaslarını geliştirerek bir süreç sonunda yürümeye başlayacağı

belirtilmiştir. Öğrencilerin, yerçekiminin insan bedeninin adeta bir parçası olduğunu düşündükleri söylenebilir. Öğrencilerin, yerçekimini sezgisel olarak algıladıkları anlaşılmıştır.

4.2. Öğrenci Resimlerinin İçerik Analizi İle Ulaşılan Sonuçlar

4.2.1a. Çalاکalem Bir Resim Çiziniz. Resim Yerçekiminin Varlığına İlişkin Olsun.

Öğrenciler ve öğretmenlerden yerçekiminin varlığına dair resim çizmeleri istendi. Bazı öğrenciler sadece resim çizerken, bazıları da çizdikleri resimlerin altına veya yanına çizdikleri resimlerin ne anlama geldiğine dair açıklayıcı notlar düştüler. Yerçekiminin varlığına ait öğrenci ve öğretmenlerin çizdikleri resimler, “içerik analizi” yapılarak değerlendirilmiştir.

4.2.12b. Yerçekiminin Varlığına İlişkin Resimler:



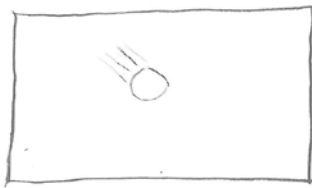
[N1] ve [N2] numaralı öğretmenler, ihtiyar birer nine ve dede resmetmişlerdir. Resimlerinde ninenin ve dedenin yerçekimine karşı koyamayışları anlatılmaktadır. Nine, kas ve kemikleriyle koruyamadığı dengesini iki bastonuyla dengelemeye çalışmaktadır. Beli bükülmüş ihtiyar da yıllara

meydan okumuş ayakta kalmış; ancak yerçekimi onun da belini büküştür. Araştırmaya katılan öğretmenler tarafından çizilen bu iki resim, öğretmenlerin geçmiş deneyimlerinin,



Cevaplarınız için teşekkür ederim.

bilgilerinin ve algılarının yerçekimini öğrencilerden farklı algıladıkları, insanoğlunun yerçekimi kuvvetini asla yenemeyecekleri, doğa yasalarına karşı insanoğlunun eninde sonunda yenik düşeceği şeklinde değerlendirilebilir.

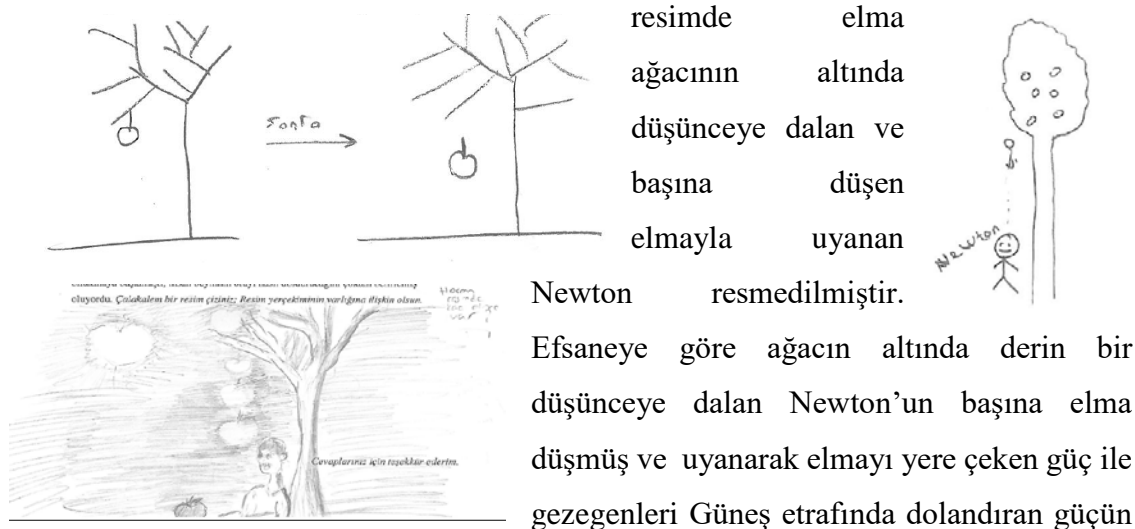


[N3] numaralı öğrenci, yer yüzeyine yaklaşan gök cisminin, yerçekimi girdabına kapılarak tutuşup yandığını belirterek, yerçekiminin etkisindeki cisimlerin hazin sonlarına ilişkin bir algı olarak değerlendirilmiştir.

[N4], [N6], [N12] ve [N21] numaralı öğrenciler, yüksekte bırakılan her şeyin “yer” e gideceğini, yerçekimine karşı koymanın imkânsızlığını anlatmaktadırlar. Çizilen bu dört resimden öğrencilerin birbirlerine benzer düşüncelerle yerçekimi kuvveti ile insanoğlunun ve cisimlerin mücadelesi sonunda yerçekiminin galip geleceği şeklinde yerçekimini algıladıkları söylenebilir.



Öğrencilerin çoğunluğunda yerçekimi denilince Newton akla gelmektedir. Yandaki



resimde elma ağacının altında düşünceye dalan ve başına düşen elmayla uyanan Newton resmedilmiştir.

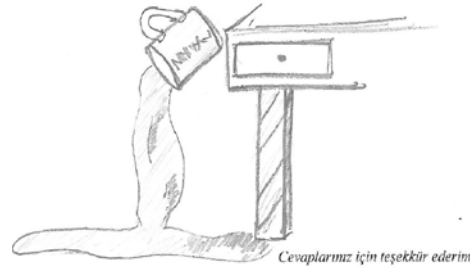
Efsaneye göre ağacın altında derin bir düşünceye dalan Newton'un başına elma düşmüş ve uyanarak elmayı yere çeken güç ile gezegenleri Güneş etrafında dolandıran gücün

kaynağının aynı “yer” olduğu kafasında netlik kazanmıştır.



[N5] numaralı öğrenci, Yerkürenin yerden uzattığı elleriyle elma ağacındaki elmayı tuttuğuyla çektiğini belirtmiştir. “Yerin olduğu her yerde yerçekimi vardır. Ağaç uzayıp göklere yükselecekti, ancak yer onun yükselmesine de izin vermedi.” şeklinde bir düşünceyle yerçekiminin etkisini resmetmiştir.

[N7] numaralı öğrenci, dengesini kaybeden her şeyin yerçekimi tarafından yeniden konumlandırılacağını belirtmektedir.



[N9] numaralı öğrenci, bir ağacın yaprakları olup uçmak isteyen genç bir kız



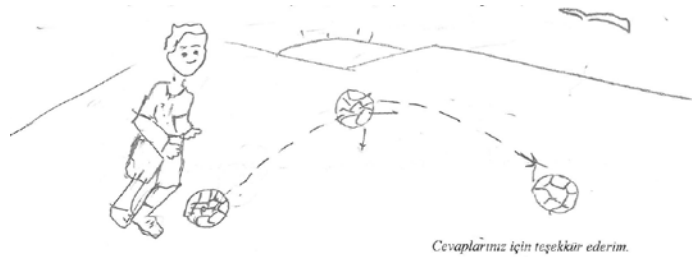
hayal etmektedir. Yapraklar bir oyana bir bu yana savrulurken eninde sonunda yere düşmektedir. Genç kız uçmak istese de yerçekimi buna izin vermez.

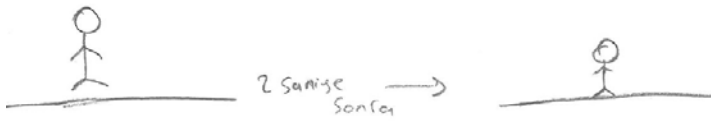
Çalokalem bir resim çiziniz; Resim yerçekiminin varlığına ilişkin olsun.



[N10] numaralı öğrenci, yer cisimleri kendine doğru çeker. Dümdüz yükselen bitkiler yerçekimine adeta meydan okumaktadırlar.

[N13] numaralı öğrenci, topun yatay ve düşey bir ilk hızı olduğunu, bu hızla bir yandan yatayda yol alırken öte yandan yerçekiminin onu eninde sonunda yere geri çağıracağını belirtmiştir.





[N14] ve [N20]

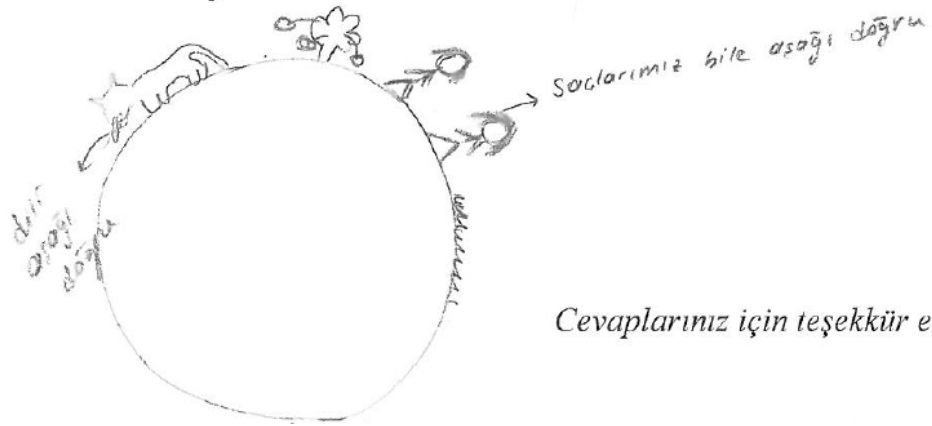
numaralı öğrenciler; bir

insan havaya zıplamış, ancak bu durum fazla sürmemiş. En fazla 2s sonra yine yeryüzeyinde. Hiçbir cisim yerçekimine karşı koyamaz.



[N16] numaralı öğrenci kendi çizdiği resmin yorumunu kendisi yapmış ve çizilen resimde resmin bir parçasının da yerçekimi olduğunu belirtmiştir.

Mesela insanları da yere basarken ağızeriz, havada yürüyen insanlar ağızmeziz. Bunu yerçekiminin olduğundan değil de düşünmeden yaparız. Bu bilgi de beynimize sonradan kodlanmış olabilir.



Cevaplarınız için teşekkür e



Bu normal bir resim. Çünkü baktığımız her yerde yaprakların görebiliyoruz...

resmetmiştir.

[N19] numaralı öğrenci: "Bu normal bir resim; çünkü baktığımız her yerde yerçekimini görebilirsiniz." şeklindeki açıklamasıyla dere ve tepelerin aldığı şekillerin, gökyüzünde kanat çırpan kuşların, yere düşen elma ve yaprakların yerçekimiyle iç içe var oluşlarını

[N21] numaralı öğrenci; Resmin anlattıklarını resmin yanına yazarak görüşlerini paylaştı. Resimde, kadının saçlarının aşağı doğru olan şeklini koruması, elindeki çantayı



Bu resimde yer çekimine ilişkin bir sürü ayrıntı vardır. Örneğin kadının saçlarının aşağı doğru olan şeklini koruması. Elindeki çantayı yere sarkıtılmış bir şekilde tutabilmesi. Elbisenin eteğinin pilelerinin şeklini bozmadan koruması.

Cevaplarınız için teşekkür ederim.

yere sarkıtılmış bir şekilde tutabilmesi elbisenin eteğinin pilelerinin şeklini bozmadan koruması şeklinde yer çekiminin resmin üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur.

Lise öğrencilerinin, yerçekimi konusunda üst düzey bir düşünüşe sahip oldukları tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarının belirlenmesinde katılımcıların gönüllü olmalarının ve belli senaryolar üzerinden geliştirilen sorulara cevaplar istenmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Doğru yapılandırıldıkları takdirde içinde “alan” kavramı olan yerçekimi gibi anlaşılması güç soyut kavramların kolaylıkla anlaşılabilmesi görülmüştür. Yerçekimi duygusunun doğuştan gelen, günlük yaşam deneyimleriyle gelişen sezgisel bir yönü olduğu, lise öğrencilerinin günlük yaşam deneyimleriyle yerçekimini algıladıkları tespit edilmiştir. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrenciler açısından bakıldığında, yerçekimi kavramının algılanmasının benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Farklı bilgi birikimi ve düşünce sistemine sahip olmalarına rağmen öğretmenlerdeki yerçekimi görüşüne benzer görüşlerin öğrencilerde de geliştiği anlaşılmıştır. Öğrencilerin çizdikleri resimlerden de yerçekiminin günlük yaşamın içine nüfuz etmiş bir yönü olduğu ve katılımcıların bu durumu sıradan bir durum olarak algılayıp anlamlandırdıkları anlaşılmıştır. Ayrıca, birtakım senaryolar üzerinden yapılan sorgulamalar da öğrencilerin kendi günlük yaşam tecrübeleriyle ilgili fikir beyan etmelerine ve onların kendilerinin yerçekimi kavramını daha net algılamalarına ve başkalarıyla paylaşmalarına bir fırsat sağlamıştır. Bulgular, öğretmenlerin de derslerinde uygun düzeylerde kullanabileceği bilgiler sağlamıştır.

Sonuç olarak;

P-1. Yerçekimi konusunda öğrencilerin bilgi düzeyleri nedir şeklindeki problem cümlesi: “Yerküre konusunda öğrencilerin bilgi düzeyi yüksektir.” şeklinde cevaplanmıştır.

P-2. Yerçekimi konusunda öğrenci algısı nasıldır, hangi algılara sahiptir şeklinde problem cümlesi: “ Yerçekiminin günlük yaşamın içerisine nüfus etmiş bir yönü vardır. Yerçekiminin varlığı sıradan bir durumdur. Yerçekimi öğrenciler tarafından etkenleri, sonuçları ve tarihselliği yönlerinden değerlendirilen algılara sahiptir.” şeklinde cevaplanmıştır.

5. Öneriler

Fen bilimleri araştırmacılarının, lise öğrencilerinin yerçekimi kavramını algılama biçimlerinin araştırılmasında daha önceden hazırlanan birtakım materyallerle desteklenen senaryolar üzerinden araştırılma yapılarının daha faydalı olabileceği düşünölmektedir.

Öğretmenlerin lise fizik dersi öğretim programlarında yer alan içinde “alan” içeren kavramların kazanımlarının kavratılması konusunda, öğrencilerin hayal güçlerini genişletmek ve akıl yürütmelerini geliştirmek için tarihsel örneklere dayalı düşünce deneylerini kullanmaya teşvik edilmesi önerilmektedir.

Yerçekimi kavramının, yerçekimine ait kapsamlı resimler çizdirilerek ve çizdirilen resimlerin içerik analizi yapılarak araştırılabileceği fen bilimcilerine önerilmektedir.

Bilinçli bir beyin yerçekiminin farkındadır ve doğuştan beyne kodlanan yerçekimi algısı istem dışı komutlarla canlıların ayakta kalmalarını sağlarlar (Cassidy ve Doherty, 2018). Lise fizik müfredat programına konulacak bir kazanımla öğrencilerin yerçekimi algısı konusunda farkındalık sağlanması mümkün olabilir.

Alan kavramı ve bu alanlarda etkili olan kuvvetlerin anlaşılması ve yapılandırılması bakımından istem dışı davranışlarımız konusunda detaylı çalışmalar yapılmasını araştırmacılara önermekteyiz.

Algı ve düşünce sistemimiz arasında olması muhtemel birtakım ilişkiler, bilimsel bilginin yapılanması ve gelişimini daha anlaşılır hale getirecektir (Yürümezoğlu, 2005). Bu nedenle lise fizik dersleri içinde alan kavramının geçtiği yerçekimi gibi algılanması güç birtakım niceliklerin soyutluk derecesini en aza indirmek maksadıyla araştırmalar yapılabilir.

6. Kaynakça

Acar, Hatice ve Gürel, Zeynep (2014). Lise ve fizik öğretmenliği öğrencilerinin uydu hareketi ile ilgili görüşlerinin düşünce deneylerine yansımaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)* 29(2), s. 01-15 [Nisan 2014]

Adana, Filiz, Arslantaş, Hülya ve Şahbaz, Muazzez (2012). Lise öğrencilerinin benlik kavramlarını algılama biçimleri ve ilişkili faktörler. *Psikiyatri Hemşireliği Dergisi* 2012;3(1), s. 22-29.

Ameh, Catherine (1987). An analysis of teachers' and their students' views of the concept 'gravity'. *Research in Science Education* 17, s.212-219.

Apaydın, Halil (2016). *Psikolojiye Giriş* (1.Baskı). Samsun: Bilimkent Yayınları, s.66.

Ataman, Göksel (2009). *İşletme Yönetimi Temel Kavramlar ve Yeni Yaklaşımlar* (3. Baskı). İstanbul: Türkmen Kitabevi, s. 465.

Ayas, Alipaşa, Çepni, Salih, Akdeniz, Ali Rıza, Özmen, Haluk, Yiğit, Nevzat ve Ayvacı, Hakan Şevki (2016). *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi* (13. Baskı). Editör: Salih Çepni, Ankara: Pegem Akademi. s.192-193.

Ayvacı, Hakan Şevki, Bakırcı, Hasan ve Yıldız, Mehmet (2012). Kütle, ağırlık ve yerçekimi kavramlarının farklı öğretim seviyelerindeki öğrencilerin anlama düzeyleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 2012, s. 381-397.

Bahar, Mehmet, Öztürk Emel ve Ateş, Salih (2014). Yapılandırılmış Grid Metodu ile Lise Öğrencilerinin Newton'un Hareket Yasası, İş, Güç ve Enerji Konusundaki Anlama Düzeyleri ve Hatalı Kavramlarının Tespiti, https://www.researchgate.net/profile/mehmet_bahar/publication/242303364_yapilan_dirilmis_grid_metodu_ile_lise_ogrencilerinin_newton%27un_hareket_yasasi_is_guc_ve_enerji_konusundaki_anlama_duzeyleri_ve_hatali_kavramlarinin_tespiti.pdf, Erişim Tarihi: 20.09.2017.

Baldenhofer, Kurt G. (2003). *Form der Erde Geoid im Vergleich zu Kugel und Erdellipsoid*, <http://www.fe-lexikon.info/lexikon-g.htm>, (Erişim Tarihi: 03.09.2017).

Bar, Varda, Zinn, Barbara ve Goldmuntz, Rivka (1994). Children's conception about weight and free fall. *Science Education*, 78 (2), s. 149-169.

Berg, Terrance ve Brouwer, Wytze (1991). Teacher awareness of student alternate conceptions about rotational motion and gravity. *Journal Of Research In Science Teaching* 28 (1), s. 3-18.

Canan, Sinan (2014). *İnsan Sinir Sistemi-1*. <http://www.sinancanan.net/insan-sinir-sistemi-1/>, Erişim Tarihi: 08.09.2017.

Cankat, Cüneyt (2010). *Ortaöğretim Öğrencilerinin Kütle Çekim Kuvveti Hakkındaki Kavrayışları*, Yüksek Lisans Tezi, GAZİ ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Cassidy, Cody ve Doherty, Paul (2018). *Bir Kara Deliğe Atlasaydınız...* (1.Baskı). (Çev.: Nuray Önoğlu). İstanbul: Aykırı Yayıncılık, s. 128.

Cüceloğlu, Doğan (2017). *İnsan İnsana* (54. Basım). İstanbul: Remzi Kitabevi, s.73.

Çetinkaya, Ramazan (2016). “Neden ekvator da yerçekimi ivmesi kutuplardan daha azdır?” <http://www.bilimkafe.com/neden-ekvator-da-yercekimi-ivmesi-kutuplardan-daha-az/>, Erişim Tarihi: 11.05.2018.

Çirkinöglü, Ayşe Gül (2011). *Akran öğretimi yönteminin öğretmen adaylarının elektrostatik konusundaki kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisi*, Doktora Tezi, BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Derman, Ethem (2016). *Yapay Uyduların Yörüngeleri, Yükseklikleri ve Yaşam Süreleri*. <http://www.ethemderman.com/gokbilimi/gokbilim-yazilarim/item/690-yapay-uydularin-yorungeleri>, Erişim Tarihi: 05.09.2017.

Devecioğlu, Yasemin ve Akdeniz, Ali Rıza (2006). Alan eğitimi derslerinin öğretmen yeterlikleri bağlamında değerlendirilmesi-I. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Cilt:VIII, Sayı:1*

Diğer, Güner Tural (2009). *Kütle Çekimi, Serbest Düşme Hareketi ve Ağırlık Konularının Öğrenilmesinde 5e Öğretim Modelinin Etkisi*, Doktora Tezi, KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Dostal, Jack Alan (2005). *Student concepts of gravity*, Unpublished master's thesis, IOWA STATE UNIVERSITY Ames, Iowa.

Ertürk, Yıldız Dilek (2017). *Davranışlarımız ve Biz* (1. Baskı). İstanbul: Pozitif Yayınları. s.208

Fishbane, Paul M., Gasiorowicz, Stephen ve Thornton, Stephen T. (2003). *Temel Fizik*, Cilt I (2. Baskıdan Çeviri). (Yayına Hazırlayan: Prof. Dr. C. Yalçın). Ankara: Arkadaş Yayınevi, s.67-87 ve s. 333.

Genç Adem ve Sipahioğlu, Ahmet (1990). *Görsel Algılama- Sanatta Yaratıcı Süreç* (1. Baskı). İzmir: Sergi Yayınları.

Giancoli, Douglas C. (2009). *Fen Bilimcileri ve Mühendisler için Fizik* (4. Basımdan Çeviri). (Çeviri Editörü: Prof. Dr. Gülsen Önengüt). Ankara: Akademi Yayıncılık, s.140.

Gülçiçek, Nilgün (2016). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Elektrostatik Konusundaki Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri*, Doktora Tezi, GAZİ ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gürel, Zeynep ve Gürdal, Ayla (1998). 7-11. sınıf öğrencilerinin yerçekimi konusundaki kavram yanlışları. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3 (3), s. 42-55.

Holliday, David, Resnick Robert ve Walker, Jearl (2017). *Fiziğin Temelleri*, 1. Kitap (9. Baskıdan Çeviri). (Çev.: Akınoğlu, B.G., Alev H.M.). Ankara: Palme Yayıncılık, s.95.

Kocakulah, M. Sabri ve Kenar Açıl Zeynep (2011). İlköğretim öğrencilerinin gözüyle “yerçekimi nerededir? *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8 (2), s.135-152.

Krishna, Aradhna (2016). *Algı Gerçektir: Beş Duyu Satın Alma Davranışlarını Nasıl Etkiler?* (1. Baskı). (Çev.: Başak Karal). Ankara: Ka Kitap,, ss. 20-155.

Küçük, Mehmet (2005). Farklı öğretim seviyelerindeki öğrencilerin ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yerçekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavramların incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), s.32-45.

Leblebici, Hatice (2009). *Marka Görsel Kimliği Unsurlarından Logoya Yönelik Tüketici Algılarını Belirleme Üzerine Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, s.33.

Mali, Ganesh B. ve Howe, Ann (1979), Development of Earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education* 63 (5), s. 685-691.

Mazur, Eric (2015). *Fizik İlkeler ve Pratik*, Cilt 1 (Birinci Basımdan Çeviri). (Çeviri Editörü: Verçin A., Yılmaz A.U.). İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık, s. 311.

McDermott, Lillian Christie (1991). Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned---Closing the gap. *American Journal of Physics* 59, s.301.

Marshall, Ian ve Zohar, Danah (2008). *Kim Korkar Schrödinger'in Kedisinden /A'dan Z'ye Yeni Bilimin Kılavuzu* (5. Baskı). (Çev.: Orhan Düz). İstanbul: Paradigma Yayıncılık, ss. 86-228.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı). (2017). *Talim ve Terbiye Kurulunun 17/07/2017 tarih ve 89 sayılı Kararı ile kabul edilen Öğretim Programları*. Ankara: MEB. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=351>, Erişim Tarihi: 15.04.2018.

NASA (National Aeronautics and Space Administration: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi). (2018). *International Space Station: Higher Altitude Improves Station's Fuel Economy*. Washington, USA. https://www.nasa.gov/mission_pages/station/expeditions/expedition26/iss_altitude.html, Erişim Tarihi: 03.09.2017.

Noce, G. Torosantucci, G. ve Vicentini, M. (1988). The floating of objects on the moon: prediction from a theory of experimental facts. *International Journal of Science Education* 10 (1), s.61-70.

Nussbaum, Joseph ve Novak, Joseph D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education* 60 (4), s.535-550.

Öztekin, Sevda (2018). *Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Üç Aşamalı Tanı Testi İle Geometrik Optik Konusundaki Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.

Schultz, Duane P. ve Schultz, Sydney Ellen (2007). *Modern Psikoloji Tarihi* (1. Basım). (8. Baskıdan Çev.: Yasemin Aslay). İstanbul: Kaknüs Yayınları, s.551.

Science et Vie. (1995). Gelgitler, (Çev.: Selçuk Alsan). *Bilim ve Teknik Dergisi*, Ocak 1997, s.87.

Selamoğlu, Suha (1997). Yerçekimi mi Ağırlık mı? *Bilim ve Teknik Dergisi*, 1997, s. 46-50.

Selman, Robert L., Krupa, Michael P., Stone, Carolyn R. ve Jaquette, Daniel 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), s.181-194.

Sneider, Cary ve Pulos, Steven (1983). Children's cosmographies: understanding the earth's shape and gravity. *Science Education* 67 (2), s.205-221.

Smith, Robin G. ve Peacock, Graham (1992). Tackling contradictions in teachers' understanding of gravity and air resistance. *Evaluation and Research in Education*, 6, s. 113-127.

Sweeney, Michael S. (2014). *Zihin Oyunları* (Birinci Basım). (National Geographic Society, Çev.: Barış Purut). İstanbul: A.E. Yayıncılık, s.92-164.

Redd, Nola Taylor (2018). *Neutron Stars: Definition & Facts*. <https://www.space.com/22180-neutron-stars.html>, Erişim Tarihi: 06.03.2018.

Ruggiero, S., Cartelli, A., Duprè, F. & Vicentini-Missoni M. (1985). Weight, gravity, and air pressure: mental representations by Italian middle school pupils. *European Journal of Science Education* 7(2), s. 181-194.

Soylu, Hacer (2006). *Cinsiyetin ve Mantıksal Düşünme Yeteneğinin Öğrencilerin Ekolojik Kavramları Anlama ve Fen Bilgisi Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Ankara.

Umay, Aysun (2003). Matematiksel Muhakeme Yeteneği, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 24, s. 234-243.

Ülgen, Gülten (2004). *Kavram Geliştirme* (4.Basım). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, s.107.

Watts, Michael ve Zylbersztajn, A. (1981). A survey of some children's ideas of force. *Physics Education* 16, s. 360-365.

Yıldırım, Ali ve Şimşek, Hasan (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık, ss. 114-306.

Yıldırım, Cemal (2016). *Matematiksel Düşünce* (On İkinci Basım) Etiler-İstanbul: Remzi Kitabevi, s.132.

Young, Hugh D. ve Freedman, Roger A. (2016). *Üniversite Fiziği*, Cilt I (1. Baskı). (14. Baskıdan Çeviri Editörü: Hilmi Ünlü). Ankara: Sarıyıldız Ofset Ltd.Şti., s.417.

Yürümezoğlu, Kemal (2005). Modern fizikte öğrencilerin ve öğretmen adaylarının algılama ve mantık yürütme biçimleri üzerine bir çalışma. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi* (2005).7.1.

7. Ekler

7.1. Ek-1. Yarı Yapılandırılmış Mülakat Soruları

- 1) Yerin merkezine gidildikçe, yer yüzeyinde ve yüzeyden uzaklaştıkça yerçekimi kuvvetinin şiddeti ve yönü nasıl değişir?
- 2) Dünya tam bir küre olsaydı, kutuplardaki ağırlığımız ekvatordakinden farklı olur muydu?
- 3) Yer yüzeyinde belli bir açıyla fırlatılan bir taşın, yerçekimi etkisi altında hareketine ilişkin gözlemlerinizi yazınız. En uzağa hangi açıyla fırlatırdınız?
- 4) Yüksek bir dağın tepesinden yüksek bir ilk Hızla Yukarı Doğru Ateşlenen bir merminin hareketi için ne söylenebilir? Mermi, eninde sonunda Dünya'dan kurtulabilir mi?
- 5) Uydular yörüngelerine ekvatora yakın bölgelerden fırlatılarak oturtulmaktadır. Bu fırlatmaya neden olabilecek avantaj ve dezavantajlar neler olabilir?
- 6) Dünya'ya düşen uydular yanarak yok olurlarken, Dünya'dan fırlatılan uydular neden yanmazlar?
- 7) Dünya'nın tam bir küre olmadığı günlük yaşam gözlemleriyle anlaşılabilir mi?
- 8) Elmayı da, Ayı da aynı "yer" çeker. Elma, Dünya'ya düştüğü halde Ay neden düşmez?
- 9) İnsanlar ekvatordan kutuplara yapacakları bir yolculukta yerçekimini algılayabilirler mi?
- 10) Atmosferin dışında uzay aracının içindeki astronotlara yerçekimi etki eder mi?

11) Uydularla, Dünya'nın değişik yerlerindeki yerçekimi farklılıkları ölçülmektedir. İnsanlarda da yerçekimindeki farklılıkları algılayan bir mekanizma olabilir mi?

12) Bir çarpma olmadan Dünya yakınlarından geçen bir asteroit, Dünya'nın dönme hızında bir değişiklik yapabilir mi?

13) Yerçekimsel farklılıklar dikkate alındığında yer yüzeyi ile yerin merkezi arasında, günümüzün teknolojisiyle üretilen araçların kullanıldığı bir uygarlık inşa etmek istenirse ne tür sorunlarla karşılaşırđık?

14) Elma kütleli bir parçacıktır, hızını kaybeden ışık bile kütle kazanmaktadır. Higgs alanının, temel parçacıkların kütleleriyle olan ilişkisini nasıl açıklarsınız?

15) İnsan beyni dış dünya hakkında deneyimlerini biriktirir ve sonra da gördüğü şeyler hakkında tahminlerde bulunur. Yerçekimi algısı anne karnından başlayarak geçmiş deneyimlerle mi elde edilmiştir? Yoksa bilinçaltında kendiliğinden gerçekleşen bir sürecin sonunda mı elde edilmiştir?

16) Kan aktif durumdaki sinir ağlarına hücum eder; çalışan beyindeki demir yönünden zengin hemoglobin, işlevsel manyetik rezonans görüntülenme ile görüntülenebilmektedir. Benzer bir durumda da yerçekiminin küçük olduğu bir yerde vücut sıvısı beyne doğru yükselir, böyle bir durumda da yerçekimindeki küçük değişimler hesaplanabilir mi?

17) Zihinsel ve bedensel faaliyetlerimizin birçoğu bilinçaltında gelişen süreçler sayesinde kendiliğinden gerçekleşir. Bilinçaltı yeteneklerini kaybeden biri vücudun dengesini sağlamak için kaslara gerekli komutları alamayacak ve düşecek, yataktan dahi kalkamayacaktır. İnsan beyni yerçekimine karşı da sürdürülen tüm bu süreçlerin ne kadarının farkındadır? Yoksa hiç algılayamıyor mu?

18) Çalاکalem bir resim çiziniz. Resim, yerçekiminin varlığına ilişkin olsun.

7.2. Ek-2. Yerçekiminin Varlığına Dair Çizilen Resimler

Şekil-3. İki Bastonuyla Yerçekimine Direnen İhtiyar Kadın

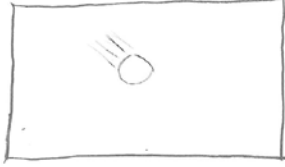


Şekil-4. Yıllara Meydan Okuyan Beli Bükük İhtiyar

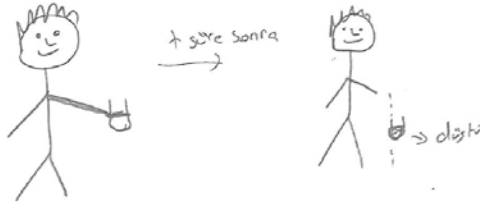


Cevaplarınız için teşekkür ederim.

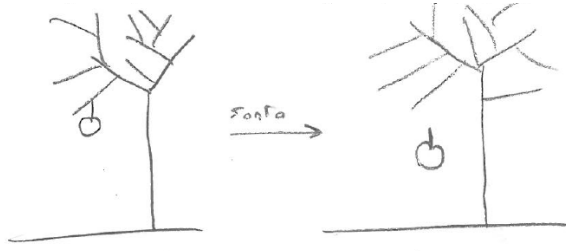
Şekil-5. Yerçekimi Girdabında Bir Göktaşı



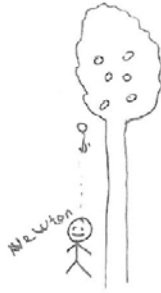
Şekil-6. Her Şeyin “Yer” e Gitmesi



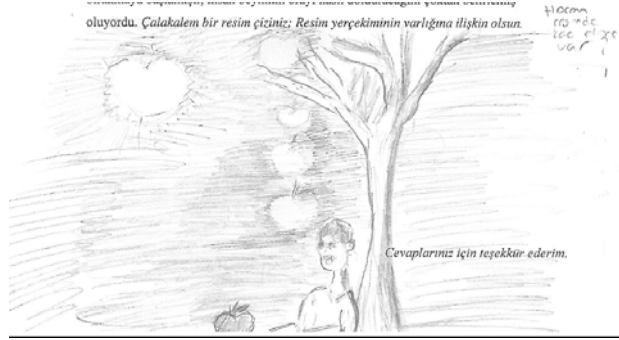
Şekil-7. Yerçekiminin Elma Karşısında Galibiyeti



Şekil-8. Newton'un Derin Uykusundan Uyanışı



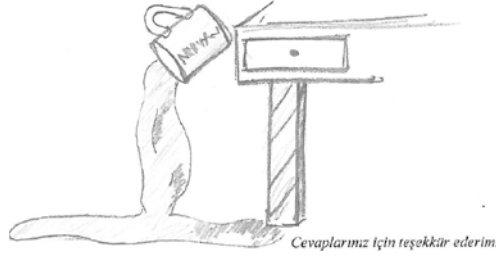
Şekil-9. Yerçekimini Düşünen Adam



Şekil-10. Elma Ağacını Çeken Yerçekimi



Şekil-11. Yerçekimi Kazası



Şekil-12. Yaprak Olup Uçmak İsteyen Genç

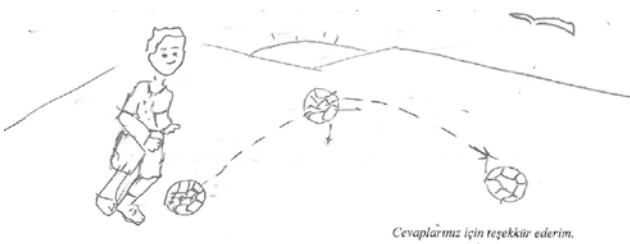


Şekil-13. Yerçekimine Meydan Okuyan Çimenler

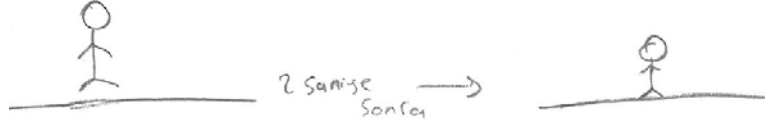
Çalakaalem bir resim çizdimiz; Resim yerçekiminin varlığına ilişkin olsun.



Şekil-14. Yere Çağrılan Top



Şekil-15. Zıplayan Çocuk

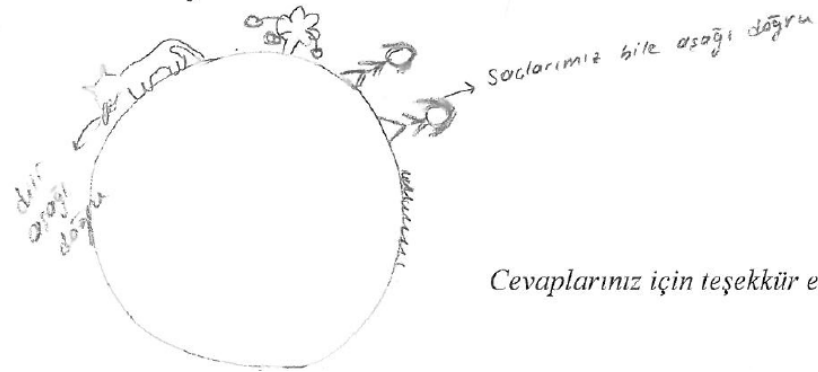


Şekil-16. Yerçekimiyle Oyun Oynayan Çocuk



Şekil-17. Yerçekiminin Resimlerdeki Kodları

Mesela insanları da yere basarken çizeriz, havada yürüyen insanlar çizmeyiz. Bunu yerçekiminin olduğundan dolayı da düşünmeden yaparız. Bu bilgi de beynimize sonradan kodlanmış olabilir.



Cevaplarınız için teşekkür e

Şekil-18. Yerçekimini Görmek



Şekil-19. Sarkık Saçlı Kız



Bu resimde yerçekimine ilişkin bir sürü ayrıntı vardır
örneğin kabının saçlarının aşağı doğru den sarkması korumalı
Elindeki çantayı yere sürüklenmiş bir şekilde tutabilmesi
Eلبisesinin eteğinin pillelerinin sarkık barmaları koruması

Cevaplarınız için teşekkür ederim.

 KONYA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ KONYA EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
---	---	---

Özgeçmiş

Adı Soyadı:	Hamza KOÇ	İmza	
Doğum Yeri:	ÇALIŞ		
Doğum Tarihi:	14.03.1968		
Medeni Durumu:	EVLİ		

Öğrenim Durumu

Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl
İlköğretim	Çalış		Haymana/Ankara	1979
Ortaöğretim	Atatürk Lisesi		Sıhhiye/Ankara	1982
Lise	Atatürk Lisesi		Sıhhiye/Ankara	1985
Lisans	ODTÜ Fen/Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü		Ankara	1994
Yüksek Lisans				
Becerileri:				
İlgi Alanları:	Astronomi ve Uzay Bilimleri/Gökyüzü Gözlemciliği.			
İş Deneyimi:	23 yıldır MEB’de fizik öğretmeni olarak çalışmaktayım.			
Aldığı Ödüller	TÜBİTAK Orta Öğretim Öğrencileri Proje Yarışmaları Rehber Öğretmeni olarak bölge derecesi			
Hakkımda bilgi almak için önerebileceğim şahıslar:				
Telefon Numarası:	05530560365			
Adres	Ayrancı Anadolu Lisesi Çankaya/Ankara			