



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

**ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN YERÇEKİMİ HAKKINDAKİ
ALGILARI**

Erkan AKDEMİR

Danışman

Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kasım, 2018

TELİF HAKKI

2547 Sayılı Yükseköğretim Kanunu Ek Madde 40 hükümleri çerçevesinde (Ek:22/2/2018-7100/10 md.) “*Lisansüstü tezler yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından gizlilik kararı alınmadıkça, bilime katkı sağlamak amacıyla Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi tarafından elektronik ortamda erişime açılır.*”

Araştırmacılar tezlerin tamamı veya bir bölümünü yazarın izni olmadan ticari veya mali kazanç amaçlı kullanamaz, yayınlamayaz, dağıtamaz ve kopyalayamaz. Ulusal Tez Merkezi Web Sayfasını kullanan araştırmacılar, tezlerden bilimsel etik ve atıf kuralları çerçevesinde yararlanırlar.

YAZARIN

Adı : Erkan

Soyadı : AKDEMİR

Bölümü : Fen Bilgisi Eğitimi

İmza :

Teslim Tarihi : 26/11/2018

TEZİN

Türkçe Adı : Ortaokul Öğrencilerinin Yerçekimi Hakkındaki Algıları

İngilizce Adı : Perceptions of Middle School Students About Gravity

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

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

Yazar Adı Soyadı: Erkan AKDEMİR

İmza:

KABUL VE ONAY

Erkan AKDEMİR tarafından hazırlanan “**Ortaokul Öğrencilerinin Yerçekimi Hakkındaki Algıları**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi **İlköğretim** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Başkan: Doç. Dr. Erol TAŞ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Ordu Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mualla BOLAT

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Bu tezin **İlköğretim** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Tarihi: 26/11/2018

Prof. Dr. Ali ERASLAN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

(İmza ve Mühür)

TEŞEKKÜRLER

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, hiçbir zaman ilgi ve desteğini üzerimden esirgemeyen saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Hüseyin KALKAN'a en içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimimde tanıştığım ve lisansüstü eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Cumhur TÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü eğitimimde tanıştığım ve bağlarımızın giderek güçlendiği saygıdeğer dostum Bora PEKMEZCİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitimim boyunca üzerimden desteklerini hiç eksik etmeyen, her zaman yanımda olan babama, canım anneme, kıymetli abime ve biricik kız kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN YERÇEKİMİ HAKKINDAKİ ALGILARI

Yüksek Lisans Tezi

Erkan AKDEMİR

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2018

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, yerçekimi kuvvetinin ortaokul öğrencileri tarafından nasıl algılandığını araştırmak ve müfredat programındaki kazanımlarla olan ilişkisini ortaya koymaktır. Çalışma 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Samsun ili Canik ilçesinde Milli Eğitim Bakanlığına bağlı bir devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini yine bu okulda öğrenim gören 400 ortaokul 5, 6, 7 ve 8.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman incelemesi ve durum çalışması (örnek olay incelemesi) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin zihinsel modellerini ortaya çıkarabilmek için durum çalışması yöntemlerinden bütüncül tek durum çalışması kullanılmıştır. Çalışma kapsamında ortaokul öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili zihinsel modellerinin saptanması amacıyla “açık uçlu soru formu” ve “yarı yapılandırılmış görüşme” olarak iki farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Veri toplama aracı olan açık uçlu soru formu öğrencilerin yerçekimi hakkındaki zihinsel modellerini belirleyebilmek amacıyla çizim ve yazım tekniğiyle hazırlanmış dört sorudan oluşmaktadır. Veri toplama aracı ortaokul öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerin saptanması amacıyla her sınıf seviyesinden 100 olmak üzere toplamda 400 öğrenciye uygulanmıştır. Her sınıf seviyesinden beş öğrenci olmak üzere toplamda 20 öğrenci ile de görüşme yapılmıştır. Çalışma nitel veri analizi tekniklerine göre değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve açık uçlu soru formlarından elde edilen cevapların değerlendirilmesinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Oluşturulan sorulardan alınan nitel veriler frekans ve yüzde hesaplamalarıyla sayısal değerlere çevrilmiştir.

Veriler literatürdeki çalışmalardan elde edilen değerlerle karşılaştırılarak yorumlar yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen yerçekimi ile ilgili verilerin literatürdeki bilimsel modellere göre daha düşük çıktığı fakat sınıf seviyesi arttıkça literatürdeki değerlere yaklaştığı görülmektedir. Burada en önemli bulgulardan bir tanesi ortaokul öğrencilerinin günlük yaşamda algıladıkları yerçekimi kavramını günümüzün bilimsel bilgilerinden farklı olarak kullandıkları, bununla birlikte yerçekimi kavramı kavrama düzeyinden daha bilgi düzeyinde kaldığı görülmektedir. Öğretim programında dördüncü sınıfta dolaylı olarak ele alınan, altıncı sınıfta ise detaylı olarak anlatılan yerçekimi kavramının tam olarak anlaşılmadığı görülmektedir. Öğrencilerde yerçekimi ile ilgili oluşan yanlış kavramların düzeltilmesinde konunun somutlaştırılmasının sağlanabildiği alternatif yöntemlerin kullanılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Astronomi eğitimi, yerçekimi, model, modelleme, zihinsel modeller

Sayfa Sayısı : 114

Danışman : Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

PERCEPTIONS OF THE MIDDLE SCHOOL STUDENTS ABOUT GRAVITY

MS Thesis

Erkan AKDEMİR

ONDOKUZ MAYIS UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

November 2018

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate how the effect of gravity is perceived by middle school's students and to show their relevance to learning outcome in the curriculum. The study was carried out in one of the state schools affiliated to the Ministry of National Education in the Canik province of Samsun province in the academic year of 2015-2016. The sample of the research is composed of 400 middle school students, 5, 6, 7 and 8th grade students, who also study in this school. In the study, qualitative research methods such as document review and case study method were used. In order to reveal the mental models of the students in the study, a holistic one-case study was used from the case study methods. In this study, two different data collection tools were used as "open ended question form" and "semi-structured interview" in order to determine the mental models of students related to gravity. Open-ended question form used as data collection tool, consists of four questions prepared by drawing and writing technique in order to determine the mental models of students about gravity. Data collection tool was applied 100 students from each grade level 400 students in total in order to determine the mental models of the middle school students related to gravity. Five students from every grade level were interviewed and in total of 20 students were interviewed. The study was evaluated according to qualitative data analysis techniques. The content analysis technique was used to evaluate the answers obtained from the semi-structured interviews and open-ended questionnaires used in the study. Qualitative data received from the generated questions were converted to numerical values by frequency and percentage calculations. Interpretations were made by comparing the data obtained from studies

in the literature. As a result of the analyzes, the datas about gravitational were lower than the scientific models in the literature but as the grade level increases, it is seen to approach the values in the literature. One of the most important findings here is that secondary school students use the gravity concept they perceive in everyday life as different from today's scientific knowledge in addition to this, it is seen the concept of gravity remained at the level of knowledge rather than comprehension level. It is seen that the concept of gravity, which is explained in the fourth class indirectly in the curriculum and explained in detail in the sixth grade, is not fully understood. It has also been proposed to use alternative methods to correct misconceptions and to concretise of subject about gravity at students.

Key Words : Astronomy education, gravity, model, modelling, mental models

Number of Pages : 114

Advisor : Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI.....	II
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	III
KABUL VE ONAY	IV
TEŞEKKÜRLER	V
ÖZ.....	VI
ABSTRACT	VIII
İÇİNDEKİLER	X
TABLolar LİSTESİ.....	XII
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
I. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Problemi.....	6
1.2 Alt Problemler	7
1.3 Araştırmanın önemi	7
1.4 Araştırmanın Varsayımları.....	9
1.5 Araştırmanın Amacı.....	9
1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları.....	9
İKİNCİ BÖLÜM	10
II. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	10
2.1 Fen Eğitiminde Modeller ve Modelleme	10
2.2 Literatürde Konuyla İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar	13
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	20
III. YÖNTEM.....	20
3.1 Araştırma Modeli	20
3.2 Araştırmanın Çalışma Evreni ve Örnekleme.....	21
3.3 İlkokul ve Ortaokul Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında Yerçekimi İle İlgili Kavramlar	21
3.3.1 Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Yerçekimi İle İlgili Kavramlar	22
3.3.2 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Yerçekimi İle İlgili Kavramlar	23
3.4 Veri Toplama Aracı.....	28
3.5 Verilerin Toplanması	30
3.6 Verilerin Analizi	30

3.6.1 Sorular İle İlgili Çizim ve Açıklamaların Analizi	31
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	34
IV. BULGULAR.....	34
4.1 Birinci Soruya İlişkin Analizler	34
4.1.1 Birinci Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi	35
4.1.2 Birinci Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi.....	42
4.1.3 Birinci Sorunun Çizim ve Açıklamasına İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri	48
4.2 İkinci Soruya İlişkin Analizler	51
4.2.1 İkinci Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi.....	52
4.2.2 İkinci Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi	57
4.2.3 İkinci Sorunun Çizim ve Açıklamasına İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri.....	64
4.3 Üçüncü Soruya İlişkin Analizler	66
4.3.1 Üçüncü Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi.....	67
4.3.2 Üçüncü Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi	74
4.3.3 Üçüncü Sorunun Çizim ve Açıklamasına İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri	79
4.4 Dördüncü Soruya İlişkin Analizler	81
4.4.1 Dördüncü Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi	82
4.4.2 Dördüncü Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi	90
4.4.3 Dördüncü sorunun çizim ve açıklamasına ilişkin cevapların frekans ve yüzdeleri.....	95
BEŞİNCİ BÖLÜM	98
V. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	98
KAYNAKÇA	107

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Araştırma Örnekleme	21
Tablo 2: 1. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları	36
Tablo 3: 1. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri	40
Tablo 4: 1. çizim sorusunun sınıf seviyelerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri	41
Tablo 5: 1. çizim sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri	42
Tablo 6: 1. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları.....	43
Tablo 7: 1. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri	45
Tablo 8: 1. sorunun açıklama sorusuna ilişkin frekans ve yüzde değerleri	46
Tablo 9: 1. sorunun açıklama sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri	47
Tablo 10: 1. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri	48
Tablo 11: 2. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları	53
Tablo 12: 2. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri	55
Tablo 13: 2. çizim sorusunun sınıf seviyelerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri ..	56
Tablo 14: 2. çizim sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri	57
Tablo 15: 2. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları...	58
Tablo 16: 2. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri	61
Tablo 17: 2. sorunun açıklama sorusuna ilişkin frekans ve yüzde değerleri	62
Tablo 18: 2. sorunun açıklama sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri	64
Tablo 19: 2. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri	65
Tablo 20: 3. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları	68
Tablo 21: 3. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri.....	71
Tablo 22: 3. çizim sorusunun sınıf seviyelerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri ..	72
Tablo 23: 3. çizim sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri	73
Tablo 24: 3. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları...	74
Tablo 25: 3. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri	77
Tablo 26: 3. sorunun açıklama sorusuna ilişkin frekans ve yüzde değerleri	78
Tablo 27: 3. sorunun açıklama sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri	79
Tablo 28: 3. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri	80
Tablo 29: 4. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları	83
Tablo 30: 4. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri	87
Tablo 31: 4. çizim sorusunun sınıf seviyelerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri ..	88
Tablo 32: 4. çizim sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri	89
Tablo 33: 4. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları...	90
Tablo 34: 4. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri	93
Tablo 35: 4. sorunun açıklama sorusuna ilişkin frekans ve yüzde değerleri	94
Tablo 36: 4. sorunun açıklama sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri	95

Tablo 37: 4. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri 96



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Dünya görüşleri (Nussbaum ve Novak, 1976).....	14
Şekil 2: Dünya'nın şekli ve yerçekimi ile ilgili zihinsel modeller (Öztürk ve Doğanay, 2013).....	17
Şekil 3: İlköğretim 4. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki ağır küre ile ilgili okuma metni (MEB, 2013c)	24
Şekil 4: İlköğretim 4. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki Dünya'nın şekli ile ilgili görsel (MEB, 2013c).....	25
Şekil 5: İlköğretim 5. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki yerçekimi ile ilgili görsel (MEB, 2013d)	26
Şekil 6: İlköğretim 6. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki yerçekimi ile ilgili görsel (MEB, 2013e)	27
Şekil 7: İlköğretim 6. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki yerçekimi ile ilgili görsel (MEB, 2013e)	28
Şekil 8: Öğrencilerin 1. kategoriye ait örnek çizimleri	37
Şekil 9: Öğrencilerin 2. kategoriye ait örnek çizimleri	38
Şekil 10: Öğrencilerin 3. kategoriye ait örnek çizimleri	38
Şekil 11: Öğrencilerin 4. kategoriye ait örnek çizimleri	39
Şekil 12: Öğrencilerin 5.kategoriye ait örnek çizimleri	39
Şekil 13: Öğrencilerin 1. kategoriye ait örnek çizimleri	54
Şekil 14: Öğrencilerin 2. kategoriye ait örnek çizimleri	54
Şekil 15: Öğrencilerin 1. kategoriye ait örnek çizimleri	69
Şekil 16: Öğrencilerin 2. kategoriye ait örnek çizimleri	69
Şekil 17: Öğrencilerin 3. kategoriye ait örnek çizimleri	70
Şekil 18: Öğrencilerin 4. kategoriye ait örnek çizimleri	71
Şekil 19: Öğrencilerin 1. kategoriye ait örnek çizimleri	84
Şekil 20: Öğrencilerin 2. kategoriye ait örnek çizimleri	85
Şekil 21: Öğrencilerin 3.kategoriye ait örnek çizimleri	85
Şekil 22: Öğrencilerin 4. kategoriye ait örnek çizimleri	86
Şekil 23: Öğrencilerin 5. kategoriye ait örnek çizimleri	86

SİMGELER VE KISALTMALAR

MEB Milli Eğitim Bakanlığı

YÖK Yüksek Öğretim Kurumu



BİRİNCİ BÖLÜM

I. GİRİŞ

Yoğun şehir ışıklarından arındırılmış, bulutsuz bir gecede gökyüzüne baktığınızda karşılaştığınız parlayan milyonlarca ışık noktasının süslediği gökyüzünden etkilenmemek mümkün mü? Bu muhteşem gökyüzüne bakarken hayalinizde canlandırdıklarınız ve aklınızdan geçenler nelerdir? Öncelikle gökyüzünü süsleyen bu milyonlarca ışık noktası nasıl olur da orada asılı durabilir? Bu ışık noktalarının ötesine geçilebilir mi? Onların ötesine geçilirse nelerle karşılaşılır? Gece bu muazzam gökyüzünün altında büyük bir merakla kendi kendinize sorduğunuz sorular sizleri heyecan dolu düşüncelere sevk etmektedir. Gökyüzünün gizemli görüntüsü ile başlayan bu yolculuk size amatör astronomluğun kapısını aralamaktadır. Merak duygunuzun artmaya başlamasıyla beraber evreninizin sınırları da hızla artmaya başlamaktadır.

Bu alandaki meraklarınız arttıkça kendi geçmişinizle, kimliğinizle ve geleceğinizle ilgili sorular sormaya devam ediyorsunuz. Bizler nereden geldik? Nereye gitmekteyiz? Varoluş sebebimiz nedir? Dünyamız nasıl ve nelerden oluşmaktadır? Dünyamızın da içerisinde bulunduğu evren nasıl ve nelerden oluşmaktadır? Evrenin bir sonu var mıdır? Bazı toplumlar, bu cevapları sahip oldukları kültürlerinin etkisiyle, bilimsel yöntemleri kullanarak öğrenmeye çalışırken bazıları da sahip oldukları kültürler nedeniyle böyle bir araştırmaya gereksinim duymadan o toplumlara empoze edilen belli kabullenmelerle bu alandaki merak duygularını gidermeye çalışmaktadırlar. Bu durum, bireylerin ve toplumların geleceklerini büyük oranda etkilemektedir.

İnsanın var olduğu günden bugüne gökyüzüyle ilgili merak duygularını gidermek için yapmış olduğu araştırmalar bugün astronomi bilimini ortaya çıkarmıştır. Gökbilimi olarak tanımlanan astronomi; evrendeki bütün gökcisimlerinin

hareketlerini, konumlarını, boyutlarını, enerjilerini ve evrimsel süreçlerini inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlanabilir.

Astronominin tarihi insanoğlunun yazılı tarihiyle yaşıttır. Astronomi hakkındaki ilk bilgilerin çoğuna Babiller'e ait belgelerde rastlanmıştır. M.Ö 3000'lerde yaşayan Babiller, astronomi alanında birçok çalışma yapmıştır. Babiller, takımyıldızların çoğunu tanımlamış ve belirli bir düzen içerisinde yenilenen astronomi olaylarından yola çıkarak bir takvim geliştirmiştir (Unat, 2013).

İlerleyen yüzyıllarda gök cisimlerinin hareketleri anlamlandırılmaya çalışıldı, özellikle Ay ve gezegenler üzerine gözlemler yapıldı. Bununla beraber evrenin yapı ve işleyişine ait teoriler geliştirildi. Evrenin işleyişine dair Yunan düşünürlerinin oluşturduğu modellerin çoğu yer merkezli evren modeliydi. Yer merkezli evren modelinde merkezde yeryüzü bulunmakta etrafında Güneş, Ay ve gezegenlerin döndüğü kabul edilmektedir. Pythagoras'un (M.Ö 6. yüzyıl) görüşüne göre evrende belirli doğa yasalarına uygun, uyumlu hareket eden ve şekli yerküreye benzeyen gök cisimleri bulunmaktadır. Pythagoras'tan sonraki çoğu Yunan düşünürüne göre yerküre, gökyüzünün tam merkezinde bulunmakta ve gökyüzü, iç yüzeyinde asılı birer mücevher gibi parlayan yıldızların olduğu içi boş bir küreye benzemektedir. Yunanlı astronomi bilgini Batlamyus (M.S 2. yüzyıl), yer merkezli evren modeli üzerine çalışmalar yapmıştır. Yer merkezli evren modelini geliştirmiştir ve yaptığı çalışmalar sonucunda görüşünü sağlam temeller üzerine oturtmuştur. Batlamyus'un geliştirdiği yer merkezli evren modeli yaklaşık 14 yüzyıl boyunca kabul görmüştür (Unat, 2004).

Yer merkezli evren modelinin temelinde "ilmek" kavramı yatmaktadır. Bu kavram sayesinde gezegenlerin görünür hareketleri başarılı bir biçimde açıklanmaktadır. Gezegenlerin görünür hareketinin açıklandığı "ilmek" kavramına göre gezegenler ilmeklerin üzerine dolanmaktadır, merkezleri ise Dünya'nın çevresindeki daha büyük bir çemberin üstünde batı yönünden doğu yönüne doğru hareket eden çemberlerdir. Batlamyus'un evren modeline göre 80 ilmeğin hesaba katılması gerekiyordu, bundan dolayı bu model karmaşık bir yapıya sahipti. Bazı astronomi olaylarının açıklanmasında ise yer merkezli evren modeli yetersiz ve başarısız kalmıştır. Buna rağmen o dönemlerde astronomi olaylarının açıklanmasında başka seçeneğin olmaması, Aristoteles'in görüşlerine uygun olması ve kilisenin görüşleriyle paralellik

göstermesi yer merkezli evren modelinin astronomide yüzyıllarca kabul edilen görüş olmasını sağlamıştır (Unat, 2013).

İslam dünyası 6. yüzyıldan sonra astronomi çalışmalarına ağırlık vermiştir. İslam bilginleri, Yunan astronomi kitaplarının çoğunu Arapçaya çevirmişlerdir. Bu kitaplar arasından başta Batlamyus'un eserleri olmak üzere Aristoteles, İskenderiyeli Theon ve Aristarkhos gibi Yunan astronomlar gelmektedir. İslam bilginleri, kuramsal astronomi çalışmalarının yanında gökyüzü gözlemleri, astronomik ölçümler ve astronomi aletlerine getirdikleri yenilikler sayesinde astronomiye çok değerli katkılar sağlamışlardır. 10. yüzyıl İslam bilginlerinden El-Biruni Yer'in durağan bir şekilde olmadığını ve döndüğünü kanıtlamaya çalışmıştır. Bu düşüncesiyle Batlamyus'un yer merkezli evren modeline ve Aristoteles'in fiziğine karşı çıkarak Kopernik sisteminin temellerini atmıştır. Bu çalışmalarının yanı sıra tutulum düzlemi ile ekvator arasında bulunan açının ölçümlerini yapmıştır. Aynı yüzyılda yaşayan bir diğer İslam bilgini olan Bettani, Güneş'in yeröte noktasının sabit olduğunu söyleyen Ptolemaios'un ortaya attığı savı çürütmüştür. Bununla birlikte küresel trigonometri üzerine yaptığı çalışmalarla çağdaş astronominin gelişmesini sağlamıştır (Unat, 2003).

11. yüzyıl İslam bilginlerinden Endülüslü Zerkali, Güneş'in dönencelerinin devindiğini bulmuş ve bir kuralla bu devinimi hesaplamıştır. Aynı yüzyılda yaşayan Bağdatlı İbnül-Heysen ise gezegenlerin söylendiği gibi var olmayan çemberlerin üzerinde değil de dönen somut küresel yüzeylerin üzerinde bulunduğunu söylemiştir. Bu düşüncesi sayesinde eskiden kabul edilen "gezegenlerin hareket ettiklerinde ön tarafında bulunan havayı sıkıştırdığı ve böylelikle arka tarafında bir boşluğa sebebiyet verdiği" fikrine son vermiştir. Endülüslü astronom Bitrüci ise Batlamyus'un yer merkezli evren modelinin Aristoteles'in fizik kurallarına ters düşen yerlerini belirlemiştir. Yer merkezli evren modeli yerine geliştirdiği yeni model sayesinde Kopernik'in sisteminin oluşmasının yolunu açmıştır. 12. yüzyıl astronomlarından Bağdatlı Bediü'l Usturlabi tasarımı Hipparkhos'a ait olan usturlabın yapımını ve kullanımını yaygın bir hâle getirmiştir (Unat, 2013). Usturlabın kullanımıyla beraber gök cisimlerinin ve yıldızların konumları belirlenmiştir. Bu sayede gök cisimlerinin ufuk noktasına göre yükseklikleri ölçülmüş ve yerel zamanın hesaplanmasına olanak sağlanmıştır.

16. yüzyılda Polonyalı astronom Mikotaj Kopernik, geliştirdiği gün merkezli evren modeli ile Batlamyus'un yer merkezli evren modelinin tartışılmazlığına bir son vermiştir. Gün merkezli evren modeli, gezegenlerin hareketlerini açıklamada yer merkezli evren modelinden daha başarılı olmuştur. Gün merkezli evren modelinde Ay, yer merkezli evren modelindeki gibi Dünya'nın etrafında dolanmakta fakat Dünya da diğer tüm gezegenler gibi Güneş'in etrafında dolanmaktadır. Diğer gezegenler gibi Güneş'in etrafında dolanan Dünya tüm ayrıcalığını kaybetmiştir. Kopernik'in 1543'de kaleme aldığı "De Revolutionibus Orbium Coetestium (Gök Kürelerinin Dolanımı Üzerine)" kitapta gün merkezli evren modeli açıklanmaktadır (Unat, 2013). Gün merkezli evren modeliyle beraber çağdaş astronominin başlangıcı müjdelenmektedir.

17. yüzyıl astronomi adına önemli gelişmelerin ve ilerlemelerin yaşandığı bir yüzyıl olmuştur. Bu gelişmeler içerisinde Johannes Kepler'in gezegenlere ait hareket yasalarını açıklaması, Galilei Galileo'nun teleskobu ilk kez gözlem amaçlı gökyüzüne çevrilmesi, Newton'un hareket ve evrensel kütle çekimi yasası bilimde birer dönüm noktası olmuştur. Bu önemli gelişmeler bir sıçrama tahtası olmuş ve diğer önemli buluşların oluşmasına katkı sağlamıştır. Bu gelişmeler sayesinde Thomas Right evrenin çok sayıda gök adadan oluştuğunu bulmuştur. 17. yüzyılın sonlarına doğru görüntü özellikleri yüksek teleskoplarla gök cisimlerini gözlemleyen İngiliz astronom William Herschel sayesinde çağdaş astronominin temelleri atılmıştır (Unat, 2013).

18. yüzyılda Samanyolu Gök Adası ve evrenin yapısı ile ilgili kuramsal yaklaşımlar ve araştırmalar ön plana çıkmıştır. Fransız bir matematikçi olan Pierre Simon Laplace 1796 yılında "Bulutsu varsayımı" fikrini ortaya atmıştır. "Bulutsu varsayımı"na göre güneş sistemimiz gaz bulutunun sıkışarak soğuması sonucu oluşmuştur. 19. yüzyılda ışığın tayf ölçümleri ve fotoğraf tekniklerinin uygulanması sayesinde bir yıldızın veya bulutsunun parlaklıkları, sıcaklıkları ve kimyasal özellikleri üzerine çalışmalar yapılmıştır (Unat, 2013).

Astronomi tarihi incelendiğinde en önemli süreçlerden birinin de insanın var olduğu günden beri evrenin işleyiş mekanizmasını anlama süreci olduğu ortaya çıkmaktadır. Ünlü yunan filozofu Thales'le başlayan doğayı anlama süreci Aristo ile birlikte doğa

yasaları hâline getirilmiştir. Bu yasalar yaklaşık 2000 yıl boyunca değişik filozof ve bilim insanları tarafından tartışılarak evreni anlama süreci, ünlü İtalyan bilim insanı ve filozof olan Galilei Galileo tarafından açıklanmaya çalışılan yer çekimi kuvvetiyle üst noktaya çıkmıştır. Galileo ilk defa bir cisim Pisa kulesinden serbest bırakarak cismin hareketini ve düşen cisim ile Dünya'nın ona olan etkisini incelemiştir. Galileo'nun bu çalışmasında ilk defa Dünya ile bir cisim arasındaki ilişkiyi araştırarak evrenin işleyiş mekanizmasının anlaşılmasındaki temel etkileri ortaya koymaya çalışmıştır. Daha sonra ünlü İngiliz bilim insanı Newton, Galileo'nun çalışmalarını yeniden ele almış ve kütlelere sahip cisimler arasındaki etkiyi araştırarak ünlü $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ evrensel denklemini ortaya koymuştur. Bir gün Newton, bahçesindeki elma ağacının gölgesinde otururken elmaların neden dört bir yana değil de her zaman aşağıya doğru dik bir şekilde düştüğünü anlamlandırmaya çalışmış. Elmayı yere çeken bir kuvvet olması gerektiğini düşünerek ilk defa düşen bir cismin hareketini bilimsel olarak açıklamak istemiştir (Bixby, 1997). Bu kuvvetin aynı zamanda Ay'ı Dünya etrafında tutan, Dünya ve Ay'ı da Güneş'in etrafında tutan kuvvet olduğunu bulmuştur. Newton böylelikle evrendeki bütün cisimler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan ve evrensel bir yasa olan ünlü çekim yasasını bularak onu formüle etmiştir. Evrendeki bütün cisimler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan kuvveti evrensel kütle çekim kuvveti olarak tanımlarken Dünya üzerindeki bir cisme etki eden kuvveti ise evrensel çekim kuvvetinin özel bir hâli olan yer çekimi kuvveti olarak tanımlamıştır. Newton kütle çekiminin varlığını kabul etmiş, etkilerini doğru bir biçimde tanımlayacak denklemler geliştirmeye çalışmıştır. Fakat hiçbir zaman kütle çekiminin nasıl işlediğine dair bir fikir ileri sürememiştir. Bir başka ifadeyle Newton'un kütle çekim kuramı önemli bir yönden eksikti. Kuram, cisimlerin kütle çekimi etkisiyle nasıl hareket edeceğine dair son derece doğru tahminlerde bulunmak için kullanılabiliyor olsa da, kütle çekiminin ne olduğuna dair bir fikir vermiyordu.

Einstein, 1907 yılında İsviçre'nin Bern kentinde patent bürosundaki masasında bu meselelere kafa yorarken nihayetinde onu yepyeni bir kütle çekimi kuramına götürecek temel bir kavrayışa sahipti. Newton'un kuramından boşalan yeri doldurmakla kalmayacak, kütle çekimini ele alışı yeniden formüle edecekti. En önemlisi de bunun özel görelilikle tamamen tutarlı bir biçimde gerçekleştirecek bir yaklaşımı benimsemesiydi.

Tarihsel süreçte de görüldüğü gibi evrenin işleyiş mekanizmasının anlaşılmasında en önemli kavramlardan biri olan evrensel kütle çekimi kavramı, bütün bu süreçler sonucunda bile tam olarak anlaşılmiş değildir. Thales'le başlayan evrenin işleyiş mekanizmasını anlama sürecinin Newton ve nihayetinde ünlü bilim insanı Albert Einstein tarafından ortaya koyulan teorilerle anlaşılma serüveni devam etmektedir. Bugün makro cisimlerin hareketleri Newton'un ortaya koymuş olduğu kuvvet denklemlerinden biri olan evrensel kütle çekim yasasıyla tamamıyla tanımlanırken mikro kütleli cisimlerin hareketlerini tanımlamak için Newton'un denklemleri yetersiz kalmaktadır. Bugün en üst teknolojide kullanılan navigasyon gibi cihazların temel çalışma prensibinde Einstein'ın ortaya koyduğu kütle çekim modeli kullanılmakta ve doğruya en yakın sonuçlar elde edilmektedir. Bununla birlikte Newton'un hareket denklemleri ile tanımlayamadığımız mikro cisimlerin hareketleri ise Einstein'ın ortaya koymuş olduğu kütle çekim yasalarıyla yaklaşık olarak tanımlanmaktadır. Anlaşılan o ki evrensel kütle çekim kuvveti ve bunun özel bir hâli olan yer çekimi kuvvetini tam olarak anlayabilmek için ve bu kuvvetin evrendeki bütün cisimler üzerindeki etkilerinin araştırılması önümüzdeki yüz yıllarda da devam edecektir.

Bu nedenle bu tez çalışmasında evrensel kütle çekim yasasının özel bir hâli olan yer çekimi kuvvetinin ortaokul öğrencileri tarafından nasıl algılandığını araştırmak, bunun yanında öğrencilerin yer çekimi kuvveti ile ilgili zihinsel modellerinin neler olduğu ortaya çıkarmak ve ortaya çıkacak alternatif kavramlara bağlı olarak alternatif öğrenme süreçleri geliştirmek hedeflenmiştir.

1.1 Araştırmanın Problemi

Alanyazın incelendiğinde astronominin temel kavramlarını; Güneş-Dünya-Ay'ın büyüklükleri ve hareketleri, Güneş ve ay tutulmaları, mevsimlerin oluşumu, takımyıldızlar, Dünya'nın şekli ve yerçekimi gibi kavramlar oluşturduğu görülmektedir (Baxter, 1989; Bisard, Aron, Francek ve Nelson, 1994; Kalkan ve Kıroğlu, 2007; Klein, 1982; Mant ve Summers 1993; Sharp, 1996; Sneider ve Pulos, 1983; Trumper, 2003; Trundle, Atwood ve Christopher, 2002; Zeilik, Schau, Mattern, 1998). Öğrenciler astronomi ile ilgili temel kavramları iki kaynaktan toplar, bunlardan ilki günlük yaşamdan elde ettiği bilgiler yoluyla diğeri ise eğitimsel süreçler sonucunda edindiği bilgiler yoluyla. Öğrencilerin günlük yaşantıları

sonucu edindikleri bilgiler bilimsel doğruluktan uzaktır ve sonucunda kavram yanlışlarına sebebiyet verir (Vosniadou ve Brewer, 1990).

Yerçekimi ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda öğrencilerin kavram yanlışlarının olduğu ve farklı zihinsel modelleri geliştirdiklerine rastlanılmıştır (Agan ve Sneider, 2004; Klein, 1982; Mali ve Howel, 1979; Nussbaum ve Novak, 1976; Nussbaum, 1979; Öztürk ve Doğanay, 2013). Yerçekimi ile ilgili bilimsel doğruluğu kabul edilen düşüncede çok az öğrencinin olduğu hatta lise ve üniversite öğrencilerinde de benzer kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir (Kavanagh ve Sneider, 2007a).

Öğrencilerin günlük yaşantıları sonucu edindikleri bilgiler sonucunda oluşturdukları zihinsel modellerde dikkate alınarak oluşturulan çalışmanın temel problem cümlesi şu şekildedir.

“Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi hakkındaki algıları ve müfredat programındaki kazanımlara bağlı olarak zihinsel modellerinde meydana gelen değişimler nelerdir?”

1.2 Alt Problemler

Araştırmanın süresi boyunca temel problem çerçevesinde aşağıdaki alt problemlere de cevap aranmıştır:

1. Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili çizimleri nelerdir? Öğrencilerin çizimleri sınıf seviyesine göre nasıl değişiklik göstermektedir?
2. Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili düşünceleri nelerdir? Öğrencilerin bu düşünceleri sınıf seviyesine göre nasıl değişiklik göstermektedir?
3. Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili çizimleri cinsiyete göre nasıl bir değişiklik göstermektedir?
4. Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili çizim ve açıklamalara verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık var mıdır?

1.3 Araştırmanın Önemi

Dünya modeli öğrencilerin fen bilimleri dersinde karşılaştıkları ilk modeldir. Astronomideki ileri kavramsal gelişim için öğrencilerin bu kavramları anlamaları şarttır (Agan ve Sneider, 2004). Vosniadou ve Brewer (1990) öğrenciler astronomi

ile ilgili temel kavramları iki kaynaktan topladığını bu kaynakların ise günlük yaşamdan elde ettiği bilgiler ve eğitimsel süreçler sonunda kazanıldığını söylemektedir. Öğrencilerin günlük yaşantıları sonucu edindikleri bilgiler bilimsel doğruluktan uzaktır ve sonucunda kavram yanılgılarına sebebiyet verir. Öğretmenlere düşen asıl görev öğrencilerin barındırdığı zihinsel modelleri içerisinde daha fazla bilimsel kavram içeren yeni modellere yönlendirebilmektir. Bununla beraber öğrencilere mevcut zihinsel modellerini tartışacağı bir ortam sunarak yeni zihinsel modelleri oluşturabilecek fırsat sunulur (Vosniadou ve Brewer, 1994).

Bir bilginin zihninde yapılanma sürecinden önce o bilgiye ait zihinsel modeller ve kavramların özellikleri öğretim sürecini belirleyen yapılar arasındadır. Öğretmenler öğretilen konuya ait öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modelleri belirleyip eksikler varsa öğretim planlamasında düzelterek ilgili kazanımların yapılandırılmasına rehberlik etmekle sorumludur. Öğretim programındaki kazanımların verilmesi öncesi ve sonrasında öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modellerin belirlenmesi süreci değerlendirmek açısından önemlidir (Pekmezci, 2017)

Fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde, yerçekimi kavramı 4. sınıf ders kitaplarında dolaylı olarak anlatılmış. Dünya'nın katmanları anlatılırken ağır kürenin bir mıknatıs gibi davrandığından bahsedilmiş. Dünya'nın şekliyle ilgili görüşler anlatılır iken ise Dünya'mızın çekme özelliği sayesinde bizi tuttuğu, havaya atılan topu yere çeken Dünya bizimde uzaya düşmemizi engelleyeceği gibi örnekler üzerinden yerçekiminden bahsedilmiş. Beşinci sınıf ders kitaplarında yerçekimi kavramı geçmekte ve temas gerektirmeyen kuvvet olarak adlandırılmıştır. Altıncı sınıf ders kitaplarında yerçekimi kuvveti ile ilgili detaylı bir anlatım yapılmıştır.

Ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde yerçekimi kuvveti ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Ağan ve Sneider, 2004; Klein, 1982; Mali ve Howel, 1979; Nussbaum ve Novak, 1976; Nussbaum, 1979; Öztürk ve Doğanay, 2013). Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili zihinsel modellerinin araştırıldığı kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yerçekimi kavramının etkili bir şekilde öğretilmesi için konunun ilk olarak görüldüğü 4. sınıf seviyesinden itibaren hem ilköğretim hem de ortaokul seviyesinde öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modellerin tespitinin önemli olduğu

düşünülmektedir. Yerçekimi kavramının öğretiminin etkin bir hale gelmesi için öğreticilere detaylı bilgi sağlayacaktır. Program geliştirme çalışmalarında, ders kitabı yazımında ve akademisyenler fen bilimleri öğretim programlarının hazırlanmasında katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4 Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada araştırma süresi boyunca iki varsayım bulunmaktadır. Bu varsayımlar şu şekildedir.

1. Araştırma süresi boyunca kullanılan veri toplama araçlarındaki sorulara öğrencilerin dürüst ve içtenlikle cevap verdikleri varsayılmıştır.
2. Öğrencilerin araştırma sorularına verdikleri cevaplar ile yerçekimi hakkında oluşturdukları zihinsel modellerin saptanabileceği varsayılmıştır.

1.5 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, yerçekimi kuvvetinin ortaokul öğrencileri tarafından nasıl algılandığını araştırmak ve müfredat programındaki kazanımlarla olan ilişkisini ortaya koymaktır.

1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmada bir takım sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu sınırlılıklar şu şekildedir.

1. Çalışma 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Samsun ili Canik ilçesinde bulunan ortaokul öğrencileriyle sınırlıdır.
2. Çalışma Samsun'da bulunan bir okulda gerçekleşmiştir. Araştırmanın farklı illerde ve farklı okullarda yapılmaması bir sınırlılık olarak kabul edilebilir.
3. Çalışma ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programındaki “yerçekimi” konusu kazanımları ile sınırlıdır.
4. Öğrencilerin yerçekimi ile ilgili zihinsel modelleri veri toplama aracından elde edilen verilerle sınırlıdır.

İKİNCİ BÖLÜM

II. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde araştırmanın temelini oluşturan kavramlara, öğrenme yaklaşımlarına ve teorik bilgilere yer verilmiştir. Fen eğitimi ve öğretiminde model ve modellemenin önemi ve etkinliği üzerinde durulmuştur. Bilimsel modellerin kullanım amaçları ve özellikleri açıklanmıştır.

2.1 Fen Eğitiminde Modeller ve Modelleme

Teknolojik gelişmeler, bireylerin değişen ihtiyaçları ve öğrenme-öğretme teorilerinde yaşanan gelişmeler bireylerden beklenen rolleri de değiştirmiştir. Bu değişim karşısında artık birey bilgiyi hazır halde alan değil üreten, hayatının her safhasında işlevsel olarak kullanabilen hale gelmesi gerekir. Bu bağlamda fen bilimleri öğretim programı sayesinde bireylerin daha kaliteli hale gelmesi için programlar salt bilgi aktaran bir yapıdan çıkarak bireylerin bilgiyi üreten, problem çözebilen, eleştirel ve inovatif düşünebilen hale gelmesi için sadeleştirilmiş ve revize edilmiştir.

Kavram öğretimi için uygun yaş hakkındaki düşünce faydalı bir yapı olarak Vygotsky (1978) tarafından şu şekilde önerilmiştir: “Öğretimdeki her konu için öğrencinin öğrenmeye en açık olduğu nihayetinde etkisinin en verimli olduğu bir dönem vardır. Bu dönem, Montessori ve diğer eğitimciler tarafından hassas dönem olarak adlandırılmıştır.” Vygotsky’ye (1978) göre öğrenme, bilişsel gelişim için çok önemlidir ve herhangi bir öğrenmenin ortaya çıkması için en iyi zaman öğrencinin konunun öğretimine en açık olduğu zamandır. Bu dönem, çocuğun; öğretmenin ya da başka öğrencinin yardımıyla konu alanında yeni şeyler öğrenmesi için bilişsel kapasiteye sahip olduğu sürece devam eder. Verilen kavram için hassas dönem, her çocuk için aynı değildir. Bu yüzden asıl sorulması gereken, öğrencilerin bilişsel gelişimine yardım edecek yerçekimi kavramı üzerine önemli bir ders için çoğu öğrencinin ne zaman hazır olduğudur (Agan ve Sneider, 2004).

Fen bilimleri öğretim programları kapsamındaki kavramların anlaşılabilmesi için deneyim gereklidir. Bu deneyim sayesinde öğrenciler materyaller ve modeller üzerinden gözlemler yapabilme fırsatı bulurlar. Bu sayede öğrencilerin içsel

yetenekleri ortaya çıkararak onları gözlemleyen ve keşfeden bir hale getiriyoruz (Shapley ve Luttrell, 1993). Öğretim programları yeniden yapılandırılarak fen ile ilgili kavramların öğretiminde dokunarak, görerek, yaparak ve yaşayarak öğrenmelerini sağlayacak yöntemler geliştirilmiştir.

Modellerin ve modellemenin rolünün fen programlarının işlevselliğini ve orijinalliğini büyük ölçüde arttıracığı yönündeki fikirleri savunmaktadır (Gilbert ve Boulter, 2000). Modelleme, fen eğitimi ve öğretiminde birçok yolla kullanılmaktadır (Acher, Arcà, ve Sanmarti, 2007). Modeller ve modelleme sürecinde öğrenciler salt bilgiyi ezberleme ihtiyacı duymadan edebilmektedirler. Modellerin fen eğitimindeki öneminin kabul edilmesiyle model tabanlı öğrenme ve öğretme teorilerine ihtiyaç duyuldu (Gobert ve Buckley, 2000). Araştırmacılar son yıllarda model tabanlı öğrenme ortamını geliştirmek için büyük çaba sarf ettiler (Sun ve Looi, 2014).

Model, bir sistemin belirli özelliklerini öne çıkaran basitleştirilmiş bir sunumdur (Ingham ve Gilbert, 1991). Daha özgün bir fen eğitimi, modelleme tabanlı bir bakış açısıyla gerçekleştirilebilir (Justi, 2009). Öğrenciler ders içerisinde kendi modellerini tasarlayıp onları test etme imkânı bulduklarında zihinlerinde oluşan dinamik modeller ve modelin bileşenleri arasındaki bağlantılarla ilgili fikirler ortaya çıkmış olur. Öğrenciler yanında öğretmenlerinde bu bilgilere sahip olması gerekir. Fen bilgisi öğretmen adaylarına, model ve modelleme konusunda yeterli eğitim sağlanmalıdır. Öğretmenler, temel modelleme becerileri kazanmaları için modelleme sürecinde öğrencilerle iletişim halinde olmalıdır (Justi ve Gilbert, 2000). Modellerin çeşitlendirilmesi, öğrencilerin müfredat konularını anlamasını kolaylaştırmaktadır (Bogiages, 2014).

Modeller, bilimsel araştırmanın bir parçası (Schwartz ve Skjold, 2012), bilimin ürünleri ve metotlarıdır (Harrison ve Treagust, 1998). Bilimsel kavramları açıklamaya yardımcı olan (Chittleborough ve Treagust, 2009), olgu ve deneyimleri görselleştirerek anlamlaştıran araçlardır (National Research Council [NRC], 2011).

Mayer (1989), iyi bir modelin karakteristik özelliklerini aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

Tam/Eksiksiz: İyi modeller; temel parçalar, durumlar, sisteme ait olaylar ve bunlar arasındaki ilişkileri içermelidir. Böylece öğrenciler sistemin nasıl çalıştığını görebilirler.

Kısa/Öz: İyi modeller, detayları öğrencilere uygun bir düzeyde sunar. Öğrencilerin açıklamaya çalıştıkları sistemi özetler ve örneklendirir. Parçaların genel işlevlerini tanımlar ve bunlar hakkında az sayıda aşama veya durum içerir.

Tutarlı: İyi modeller, öğrenciye sezgisel bir anlam kazandırır. Kullanılan model veya analogi, parçalar ve parçaların birbiriyle nasıl etkileştiğine dair kurallar içeren mantıksal bir sistemdir.

Somut: İyi modeller, fiziksel veya görsel modeller de dâhil olmak üzere öğrenciye uygun bir aşinalık düzeyinde sunulur.

Kavramsal: İyi modeller, potansiyel olarak anlamlı olan, bazı sistemlerin nasıl çalıştığını açıklayan materyallere dayanmaktadır.

Doğru: İyi modeller, temsil ettikleri gerçek olaylara veya nesnelere bir düzeyde uyumludur. Modeldeki başlıca parçalar ve ilişkiler, gerçek nesne veya olaydaki ana parçalara ve ilişkilere karşılık gelmektedir.

Düşünceli: İyi modeller, öğrenciye uygun kelime hazinesi ve organizasyon kullanarak uygun bir şekilde sunulmaktadır.

Bilimsel modellerin, bilim ve fen eğitiminde önemli rolleri vardır. Modeller, bilim insanlarına göre yeni bilgilerin üretilmesini veya bilimsel çalışmaların erişilebilir olmasını sağlar (Türkoğlu ve Öztekin, 2016).

Schwartz ve Skjold (2012), öğrencilerin, bilimsel modellerin ne olduğu, nasıl geliştirildiği ve bilim insanları tarafından nasıl kullanıldığı hakkında bilgi sahibi olmaları gerektiğini belirtmişlerdir.

Modelleme, bilimsel bilginin gelişiminde (Justi, 2009) ve bilimin öğretiminde (Clement, 2000; Gilbert ve Boulter, 2000; Harrison ve Treagust, 2000) anahtar bir süreç ve bilimsel düşünmenin temelidir (Harrison ve Treagust, 1998). Modelleme yöntemiyle öğretim, bilginin parçalanması, öğrenci pasifliği ve fiziksel dünya

hakkındaki naif inançların sürekliliği dâhil olmak üzere geleneksel öğretim metodunun birçok zayıflığını düzeltir (Jackson, Dukerich, ve Hestenes, 2008).

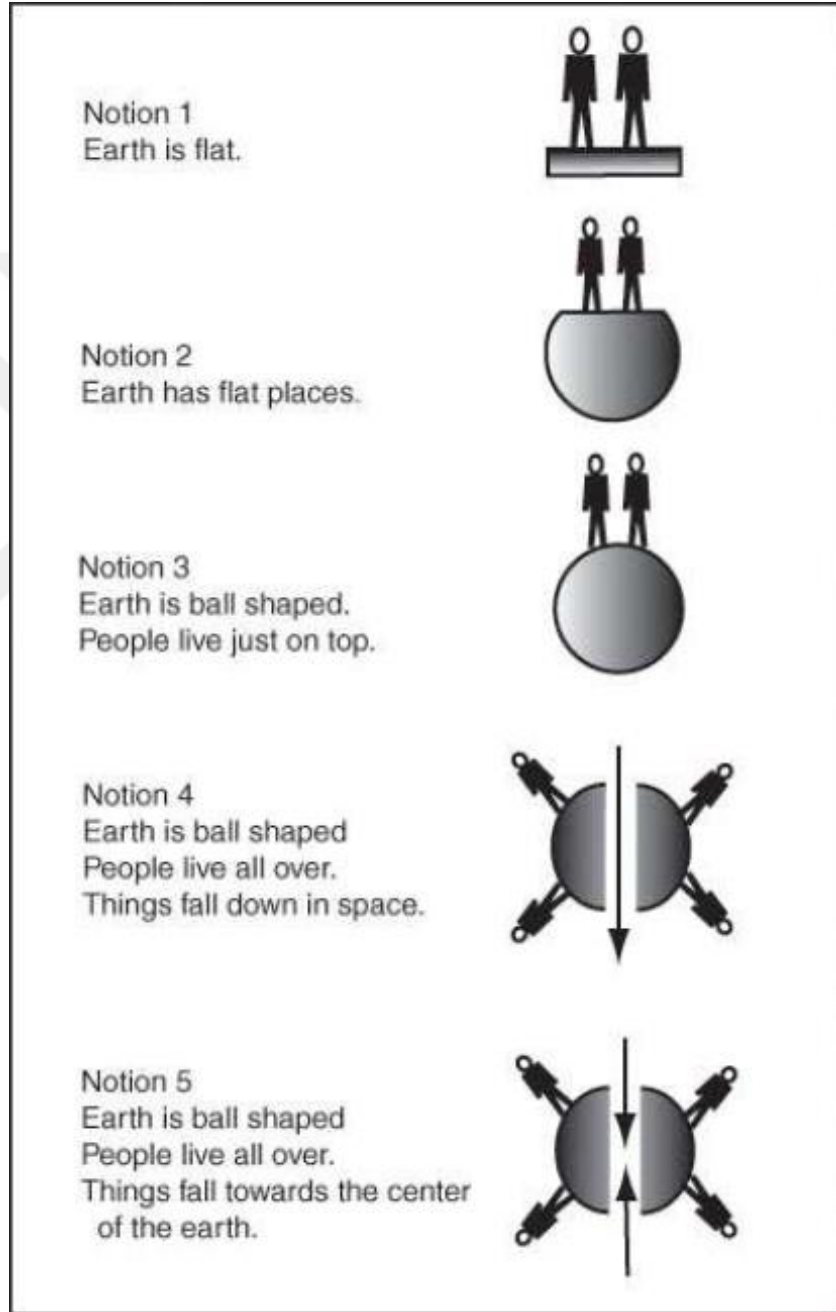
Zihinsel modeller kişilere özgü yapılardır. Düşünme insan beyninin bir makine gibi çalışması ve dış Dünya'yı modellemesi olarak görülebilir (Craik, 1967). Zihinsel modeller insanların zihinlerinde tasarladığı özel yapılardır (Hestenes, 2006). Bir soruya cevap vermek veya bir problem durumuyla başa çıkmak için oluşturulan dinamik yapılar zihinsel modellerdir (Gobert, 2000). Öğrenciler bir soruyu veya problemi çözmek için kullandığı zihinsel model sayesinde oluşturulan bilginin sebep ve yapısı hakkında bilgiler sağlanır (Vosniadou ve Brewer, 1992).

2.2 Literatürde Konuyla İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

Bu bölümde, yerçekimi ilgili yapılmış ulusal ve uluslararası alanyazındaki araştırmalara yer verilmiştir.

Nussbaum ve Novak (1976) sesli-öğretici programın Dünya'nın şekli ve yerçekimi konularının anlatımındaki etkilerini belirleyebilmek için bir çalışma yapmıştır. Çalışmayı 2. sınıf öğrencileriyle sürdürmüştür. Çalışmasında yarı deneysel yöntem kullanmıştır. İki gurup üzerinde çalışmıştır; bunlardan ilki programa katılan öğrencilerden oluşan 26 kişilik bir gurup, ikincisi ise programa katılmayan 26 kişilik bir gurup olmak üzere toplamda 52 öğrenciyle çalışılmıştır. Programın etkisini kontrol edebilmek için klinik mülakat yöntemi kullanılmıştır. Programda anlatıcı tarafından oluşturulmuş sesli slaytlar kullanılmıştır. Bu slaytlarda Dünya'nın şekli ve yerçekimi kuvveti detaylı olarak işlenmiştir. Programa katılan ve katılmayan öğrencilere klinik mülakatta Dünya'nın şekli ve Dünya yüzeyinde farklı noktalardaki nesnelerin nasıl durduğu hakkında sorular yöneltilmiştir. Alınan cevaplar araştırmacıları hayal kırıklığına uğratmıştır. Çünkü programa katılan ve katılmayan öğrenciler arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır. Bu öğretim deneyi (sesli öğretici program) öğrenciler üzerinde çok az öğrenmelerle sonuçlanmasına rağmen öğrencilerin bu kavramları öğrendiklerine dair bulgular ileriki çalışmalarda şaşırtıcı bir şekilde ortaya koyulmuştur. Bunun yanında araştırmacılar Dünya'nın şekli ve yerçekimi üzerine öğrencilerde oluşan 5 düzey tespit etmişler. Sonuç olarak bu çalışma astronomi eğitimi araştırmalarında önemli bir kilometre taşı olarak kabul edilmektedir (Agan ve Sneider, 2004).

Nussbaum (1979) aynı çalışmayı 4. sınıf ve 8. sınıf arası 240 öğrenciyle tekrarlamıştır. Yapılan mülakatlar sonucunda tespit edilen 5 düzeyin sadeleştirilmesi sağlanmıştır. Öğrencilerin yerçekimi ve Dünya'nın şekli üzerine oluşturdukları düşüncelerin yaş seviyesine göre nasıl değiştiği de belirlenmiştir. Nussbaum'un (1979) çalışmasında geliştirdiği 5 görüş şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Dünya görüşleri (Nussbaum ve Novak, 1976).

Görüş 1. “Dünya düzdür.”: Bu görüşe sahip olan öğrenciler Dünya’nın düz olduğunu ve etrafında okyanuslarla çevrili olduğunu düşünüyorlar.

Görüş 2. “Dünya’nın düz kısımları vardır.”: Bu görüşe sahip olan öğrenciler Dünya’nın top gibi yuvarlak olduğunu ama insanların üstte bulunan düz kısımda yaşadığını düşünüyorlar. Öğrenciler düz Dünya modeli ile küresel Dünya modelini kombine etmeleri sonucu bu fikre ulaşıyorlar.

Görüş 3. “Dünya top şeklindedir. İnsanlar sadece üstte yaşarlar.”: Bu görüşe sahip öğrenciler Dünya’nın küresel bir şekle sahip olduğu ve etrafının uzay boşluğuyla kaplı olduğunu düşünüyorlar. Bununla birlikte ekvator bölgesinde insanların yaşayabilmelerinin mümkün olmadığını çünkü buradan aşağı düşeceklerini savunuyorlar.

Görüş 4. “Dünya top şeklindedir ve insanlar her tarafta yaşarlar. Nesnelere uzayda aşağıya doğru düşerler.”: Bu görüşe sahip öğrenciler üzerinde yaşadığımız gezegenin top şeklinde olduğu ve insanların dünyanın her tarafında yaşayabildiğini düşünüyorlar. Çünkü yerçekimi kuvvetinin onları yüzeyde tuttuğunu düşünüyorlar.

Görüş 5. “Dünya top şeklindedir. İnsanlar her tarafta yaşarlar. Nesnelere Dünya’nın merkezine doğru düşerler.”: “Aşağı” kelimesi “Dünya’nın merkezine doğru” anlamı taşıyor. Bu yüzden bırakılan her şeyin Dünya’nın merkezine doğru çekileceğini düşünüyorlar. İnsanların ise Dünya yüzeyinde istedikleri her yerde yaşayabileceklerini düşünüyorlar.

Yapılan çalışma sonucunda büyük çocuklar üst seviyedeki 4 ve 5. görüşü benimserken, küçük çocuklar alt seviyedeki 1, 2 ve 3. görüşü benimsedikleri ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte 8. sınıf öğrencilerinin sadece % 25’inde uzaydaki küresel Dünya modelini ve bırakılan nesnelere Dünya’nın merkezine doğru çekileceği düşüncesini benimsedikleri görülmektedir (Nussbaum, 1979).

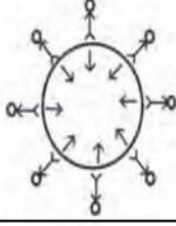
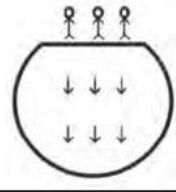
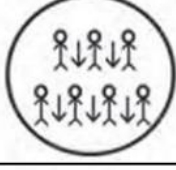
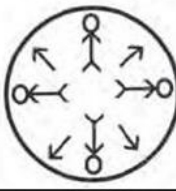
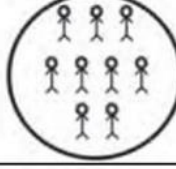
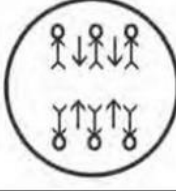
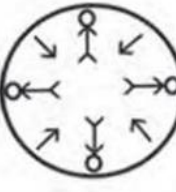
Mali ve Howe (1979) tarafından geliştirilen donanımları klinik mülakat yöntemiyle Nepal’de yaşları 8, 10 ve 12 olan kırsal ve kentsel 250 çocuğa uyguluyor. Uygulamanın yapıldığı Nepal’deki çocukların yerçekimi ve Dünya’nın şekliyle ilgili görüşlerinin Amerika ve İsrail’deki çocukların görüşleriyle benzer olduğu ortaya

çıkıyor. Bazı çocukların sahip olduğu fikirler mevcut bilimsel gerçeklerle uyuyor. Bu oran öğrencilerin yaşlarıyla doğru orantılı bir şekilde artıyor. Nepal'deki çocukların kavram gelişimi ise daha fazla eğitim alan Amerika ve İsrail'deki çocuklara nazaran çok yavaş ilerliyor. Az da olsa şehirde yaşayan çocukların kavramsal gelişimi kırsal bölgelerde yaşayan çocuklara göre daha hızlı ilerliyor. Bunun yanında çocukların kız veya erkek olmalarının, ebeveynlerinin mesleklerinin, yabancı dil öğrenme imkânlarının ya da seyahat etme olanaklarının kavramsal gelişim üzerinde etkisi bulunmuyor.

Klein (1982) benzer bir çalışmayı yaşları 8 ile 12 arasında değişen çocuklarla yapıyor. Amerika'nın St. Paul, Minnesota eyaletinde yaşayan ve 12 tanesi Avrupa kökenli, diğer 12 tanesi ise Meksika kökenli toplam 24 çocuk üzerinde uyguluyor. Çocuklarla Dünya'nın şekli, yerçekimi kuvveti ve gece-gündüz oluşumu üzerinde çalışıyor. Çalışma sonunda bu kavramların çocuklar tarafından fazla anlaşılmadığını fark ediyor. Analizler sonucu erkekler ve kızlar arasında veya kültürel gruplar arasında anlamlı bir fark çıkmıyor (Meksikalı çocukların akşam Güneş'in saklandığını düşünmeleri haricinde). Dünya ve Güneş kavramları çocuklara 1. ve 2. sınıfta öğretilmekte fakat yanlış verilen cevaplar göz önüne alındığında çocukların bu kavramları öğrenemedikleri görülüyor. Sonuç olarak ya bu kavramların öğretildiği yaş düzeyi çocukların gelişimi açısından çocuğa soyut geliyor, ya da kullanılan yöntem çocukların öğrenmesi açısından yetersiz kalıyor. Bu iki durumun belirlenmesi için ek araştırmalara gerek duyulur.

Öztürk ve Doğanay (2013) Dünya'nın şekli ve yerçekimi kuvvetine ilişkin beşinci ve sekizinci sınıf öğrencileriyle çalışılıyor. Çalışmasında öğrencilerin Dünya'nın şekli ve yerçekimi kuvvetini anlamaları ve zihinsel modellerinin gerçeği ne kadar yansıttığını, bunun yanında sınıf düzeylerine göre zihinsel modellerin bir değişime uğrayıp uğramadığı kontrol ediliyor. Araştırma ekonomik düzeyi düşük bir bölgedeki okulda 52'si beşinci sınıf 53'ü sekizinci sınıf 105 öğrenci üzerine çakışılıyor. Veriler nitel araştırma yöntemlerinden biri olan görüşme tekniğiyle toplanılıyor. Dünya'nın şekli ve yerçekimi kuvvetine ilişkin biri bilimsel olmak üzere toplam yedi farklı zihinsel model ortaya konuluyor. Bilimsel olarak doğru kabul edilen modelin her iki sınıfta da düşük çıktığı fakat sekizinci sınıfta bir miktar arttığı tespit ediliyor. Öztürk

ve Doğanay'ın çalışmalarında Dünya'nın şekli ve yerçekimi kuvveti ile ilgili ortaya koydukları 7 anlama ve zihinsel modeller şekil 2'de gösterilmektedir.

Zihinsel Model 1		Dünyanın top gibi yuvarlak ve kutuplardan basık ekvatordan şişkin olduğu, insanların Dünya'nın yüzeyinde bulunduğu, yerçekimi kuvvetinin Dünya'nın merkezine doğru çektiği bilimsel anlama
Zihinsel Model 2		Dünya'nın düzleştirilmiş top gibi olduğu, insanların Dünya'nın yüzeyinde ve yalnızca üst kısımda bulunduğu, Yer çekimi kuvvetinin kuzeyden güneye doğru çektiği birinci alternatif anlama
Zihinsel Model 3		Dünya'nın top gibi yuvarlak olduğu, insanların Dünya'nın içinde bulunduğu yerçekimi kuvvetinin kuzeyden güneye doğru etki ettiği ikinci alternatif anlama
Zihinsel Model 4		Dünya'nın top gibi yuvarlak olduğu, insanların dünyanın içinde bulunduğu ve yerçekimi kuvvetinin Dünya'nın merkezinden dışa doğru itme hareketini gösterdiği üçüncü alternatif anlayış
Zihinsel Model 5		Dünyanın top gibi yuvarlak olduğu, insanların Dünya'nın içinde kuzey-güney doğrultusunda yerleştirildiği ancak yerçekimi kuvvetine ilişkin bilginin verilmediği dördüncü alternatif anlama
Zihinsel Model 6		Dünyanın top gibi yuvarlak olduğu, insanların Dünya'nın içinde bulunduğu ve yer çekimi kuvvetinin kuzeyden güneye ve güneyden kuzeye etki ettiği beşinci alternatif anlama
Zihinsel Model 7		Dünyanın top gibi yuvarlak olduğu, insanların Dünya'nın içinde bulunduğu ve yerçekimi kuvvetinin Dünya'nın merkezine doğru etki ettiği altıncı alternatif anlama

Şekil 2: Dünya'nın şekli ve yerçekimi ile ilgili zihinsel modeller
(Öztürk ve Doğanay, 2013)

Yapılan çalışma sonucunda beşinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin Dünya'nın şekli ve yerçekimi kuvvetine ilişkin farklı zihinsel modeller ortaya çıkardıkları görülüyor. Çalışma sonucunda bilimsel modellerin oranının hem beşinci sınıfta hem de sekizinci sınıfta düşük olduğu görülüyor. Fakat sınıf seviyesi ile birlikte bilimsel modellerin bir miktar arttığı görülüyor (Öztürk ve Doğanay, 2013).

Kocakulah ve Açıl (2010) yaptığı çalışmada yerçekimi kuvveti ile ilgili öğrencilerde oluşan kavram yanlışlarını belirlemeye çalışıyor. Balıkesir merkezde bulunan çeşitli ortaokullarda çalışma yürütülüyor. Çalışma bu okulların 8. sınıflarında öğrenim gören 370 öğrenci ile yürütülüyor. Nitel araştırma yöntemi ile yürütülen çalışmada açık uçlu soru formu ve yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılıyor. Veriler analiz edildiğinde alanyazında yer alan çoğu kavram yanlışlarının çalışılan örnekleme de bulunduğunu ortaya koyuyorlar. Genel olarak 8. sınıf öğrencilerinin; yerçekimi kuvveti ve yerçekimi ivmesini aynı kavram olarak algıladıkları, kütle kavramı ile ağırlık kavramını karıştırdıkları, Dünyanın dışında bulunan Ay'da ve uzayda kütleli bir çekim kuvvetinin olmadığı yönündeki fikirleri benimsedikleri görülüyor.

Ayvacı, Bakırcı ve Yıldız (2012) yaptığı çalışmada öğrencilerin zihinlerindeki yerçekimi kuvveti, kütle ve ağırlık kavramlarının gelişim süreçlerini belirlemek ve öğretim programının gelişim süreçlerine etkisini kontrol etmek amacıyla yapılıyor. Örneklem Trabzon merkezde bulunan okullardan; ilkokuldan 68 öğrenci, ortaokuldan 65 öğrenci ve üniversiteden 56 öğrenci olmak üzere toplamda 189 öğrenciden oluşuyor. Araştırma yöntemi olarak gelişimci araştırma yöntemi kullanılıyor ve veri toplama amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan anket kullanılıyor. Anket verilerinin desteklenmesi için her seviyedeki eğitim kurumlarından ikişer öğrenci ile görüşme yapılıyor. Araştırma sonucunda alınan veriler ışığında kütle, ağırlık ve yerçekimi kavramlarının farklı öğrenim seviyelerinde yeterince anlaşılmadığı görülüyor. Bunun yanında öğrencilerin öğrenim kademesi arttıkça kavramları formüllerle açıkladığı görülüyor.

Kavanagh ve Sneider (2007a) çocuklar ve yetişkinlerin yerçekimi kuvveti hakkındaki anlamalarını araştırmak üzere iki bölümden oluşan bir çalışma yapıyor. Çalışmanın ilki yerçekimi kuvveti kavramını öğretmen ve öğrencilere en iyi şekilde nasıl

öğretileceği üzerine çalışıyor. Çalışmada nesnelere serbest düşmesi ve bunların nasıl ve neden düştüğü üzerine çalışıyor. Çalışma yerçekimi kuvveti kavramının tarih içerisinde nasıl değiştiği ve geliştiği anlatılıyor. Sonrasında araştırma elde edilen veriler ışığında düzenleniyor. Araştırma çocuklar, gençler, yetişkinler ve öğretmenler olmak üzere dört grupta inceleniyor. Grup çeşitliliği fazla olmasına rağmen yerçekimi kuvveti ile ilgili kavram yanlışlarının her yaş düzeyinde olduğu görülüyor, bu kavram yanlışlarının ise 7-9 yaş arasındaki çocuklarda artış gösterdiği tespit ediliyor. 7-9 yaş arasındaki çocuklarda nesnelere “ağır” olduğu için düştüğü fikri ağır basıyor. 9 ve 13 yaş arasındaki çocuklarda ise “yerçekimi” kavramı kullanılmaya başlıyor. Fakat bu yaş aralığındaki öğrencilerde de “yerçekimi sadece ağır nesnelere hareket ettirir” ve “ nesnelere aşağı düşer çünkü hava onları aşağı çeker” gibi düşünceler görülüyor. Şaşırtıcı bir şekilde yerçekimi kuvveti ile ilgili problemleri çözebilen lise ve üniversite öğrencilerinde de benzer kavram yanlışları görülüyor. Bu çalışma müfredat yazarlarına tavsiye ve yol göstermesi amacıyla yapılmıştır.

Kavanagh ve Sneider (2007b) ikinci bölümü olan bu çalışmada daha karmaşık konular olan eğik atış hareketi ve yörüngeler üzerine öğrencilerin anlamalarını çalışıyor. Çalışma bu kavramların tarih içerisinde nasıl değiştiği ve geliştiği anlatılıyor. Sonrasında araştırma elde edilen veriler ışığında düzenleniyor. Çocuk ve yetişkinlerde eğik atış ve yörüngeler hakkındaki fikirleri inceleniyor. İki çalışma birlikte incelendiğinde yerçekimi ile ilgili birçok yaygın yanlışlığı da ortaya çıkarıyor. Bunlar: (1) yerçekimi olması için havaya ihtiyaç duyulur, (2) yerçekimi boşlukta olmaz, (3) nesnelere arasındaki çekim kuvveti eşit değildir, (4) dünya yörüngesindeki nesnelere ağırlığı olmadığı için onlara bir çekim kuvveti etki etmez, (5) gezegenler Güneş’e daha yakın ve hızlı dönerlerse yerçekimi daha fazla olur şeklindedir. Bu yanlış kavramlar üniversitedeki öğrenciler arasında oldukça yaygın çıkıyor. Bu çalışma müfredat yazarlarına tavsiye ve yol göstermesi amacıyla yapılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

III. YÖNTEM

Bu kısımda araştırmada kullanılan yöntem/desen, evren ve örneklem, veri toplama aracı, verilerin toplanması, verilerin analizinde kullanılan tekniklere yer verilmiştir.

3.1 Araştırma Modeli

Bu araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman incelemesi ve durum çalışması (örnek olay incelemesi) yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi olgu ya da olay hakkında bilgi bulunduran yazılı dokümanların analizi anlamına gelmektedir. Araştırmacı doküman incelemesini kullanarak ihtiyacı olan veriye gözlem veya görüşme yapmadan direkt ulaşabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Yıldırım ve Şimşek'e (2011) göre doküman incelemesi yapılırken bir dizi aşama bulunmaktadır. Her bir araştırmacı araştırma probleminin niteliğine, hedeflediği veriye, olay ve olguyu ne kadar derinlemesine incelemek istediğine bağlı olarak yeniden yorumlayabilir. Doküman incelemesi beş aşamada yapılabilir: (1) dokümanlara ulaşma, (2) orijinalliği kontrol etme, (3) dokümanları anlama, (4) veriyi analiz etme, (5) veriyi kullanma. Durum çalışması olgu ya da olay hakkında "nasıl"/"niçin" sorularını temel alan, araştırmacı tarafından kontrol edilemeyen olguyu veya olayı derinliği ile inceleme fırsatı sunan bir araştırma yöntemidir. Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışmasının bütüncül tek durum, iç içe geçmiş tek durum, iç içe geçmiş çoklu durum ve bütüncül çoklu durum olmak üzere dört farklı türünden söz etmek mümkündür (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmada öğrencilerin zihinsel modellerini ortaya çıkarabilmek için durum çalışması yöntemlerinden bütüncül tek durum çalışması kullanılmıştır.

Öğrencilerin yerçekimi hakkındaki zihinsel modellerini detaylı bir şekilde inceleyebilmek için bireysel görüşme ve açık uçlu soru formları kullanılmıştır. Açık uçlu soru formları çizim ve açıklama olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Açık uçlu soru formları farklı sınıf seviyelerinde bulunan 400 öğrenciye uygulanmıştır. Görüşmeler farklı sınıf seviyelerindeki ve ders başarı durumu farklılık gösteren öğrenciler arasından maksimum çeşitlilik esasına uygun olarak seçilen 20 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir.

3.2 Araştırmanın Çalışma Evreni ve Örneklemi

Bu araştırmanın evrenini 2015-2016 eğitim öğretim yılında Samsun ilinde öğrenim gören ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örnekleme ise Samsun ili Canik ilçesinde Milli Eğitim Bakanlığına bağlı devlet okullarının birinde öğrenim gören 400 ortaokul 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışmada yer alan öğrencilerin özellikleri tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Araştırma Örneklemi

Cinsiyet	Sınıf Seviyesi									
	5. sınıf		6. sınıf		7. sınıf		8. sınıf		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Erkek	48	12	43	10,8	50	12,5	45	11,3	186	46,5
Kız	52	13	57	14,3	50	12,5	55	13,8	214	53,5
Toplam	100	25	100	25	100	25	100	25	400	100

Tablo 1’den görüleceği gibi araştırmada ortaokul 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinden toplam 400 öğrenci yer almaktadır.

3.3 İlkokul ve Ortaokul Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında Yerçekimi İle İlgili Kavramlar

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda; “öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek” hedeflenmektedir. Bununla birlikte, fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, ahlaki ve milli değerlere; fen bilimlerinin, mühendislik, teknoloji, toplum ve çevre ile ilişkisine yönelik anlayışa ve psikomotor becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesi de programın beklentisini yansıtmaktadır. Ayrıca fen bilimleri ile diğer disiplinleri bütünleştirerek, teorik bilgilerini ve becerilerini uygulamaya ve ürüne dönüştürme sürecini yönetebilen bireylerin yetişmesi hedeflenmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013a).

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda bulunan kazanımlar önemli sınırlamalar çerçevesinde planlanmaya çalışılır. Bu planlama içerisinde öğrencilerin sınıf düzeyleri, kişisel gelişimleri ve bilgi birikimleri gibi temel özellikler dikkate alınır. Öğrencilerin sınıf seviyelerine göre konu alanı ve ünite hakkındaki hangi kazanımlardan sorumlu olacakları belirtilir. Öğrencilerin ilgili kazanıma sahip olup

olmadıkları ölçme değerlendirme yaklaşımları sonucunda saptanır. Bu şekilde zihinsel yapılarındaki uyum yansıtılır fakat bu durum öğrencilerin zihinsel yapılarındaki kavramların tamamıyla aynı olduğu anlamına gelmez.

Araştırmanın örneklemini oluşturan ortaokul 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerin neler olduğunun öğrenilmesi amacıyla hayat bilgisi dersi öğretim programı, fen bilimleri dersi öğretim programı ve ders kitapları incelenmiştir. Öğretim programlarındaki kazanımlar ile bağlantılı bir şekilde yerçekimi ile ilgili kavramların ders kitaplarındaki içerikleri analiz edilmiştir. Bu bağlamda ortaokul öğrencilerinin oluşturdukları zihinsel modeller ve sınıf seviyesine göre değişimi ortaya konulmuştur. Yerçekimi hakkında öğretim programları ve ders kitaplarının öğrencileri bilimsel bilgiye ulaştırma yolundaki etkinliği araştırılmıştır.

3.3.1 Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Yerçekimi İle İlgili Kavramlar

Tay ve Yıldırım (2013) Hayat Bilgisi dersinin; çocuğun ruhunu dikkate alarak yaşadığı toplumsal çevre ile uyumuna katkı sunan, farklı disiplinlerin bir araya gelmesiyle oluşturulan, doğal yaşamla ilgili bilgilerle hayata hazırlayan, birey merkezli, yaparak yaşayarak öğrenme ve öğretme anlayışları çerçevesinde bireye faydalı olacak bilgilerle donatan ve çocuğu bir üst öğrenim basamağına hazırlayan, Sönmez (1997) bu bağlamda ilkokulun amaçladığı hedeflere ulaşılması için 1., 2. ve 3. sınıf düzeyinde okutulan ve programa katkı sunan bir öğretim programı olduğu söylenebilir (Tay ve Baş, 2015). Ünite temelli yaklaşım esas alınarak programda her üç sınıf düzeyi için aynı isimle “Okulumuzda Hayat”, “Evimizde Hayat”, “Sağlıklı Hayat”, “Güvenli Hayat”, “Ülkemizde Hayat” ile “Doğada Hayat” şeklinde altı ünite belirlenmiştir. Programdaki üniteler esas alınacak şekilde kazanımlar oluşturulmuştur (MEB, 2013b). Kazanımlar, çocukların doğrudan gözlemlenebilir davranışlarının yanı sıra, bilgi, beceri, tutum ve değerlerini de içeren ifadelerdir. Kazanımlar belirlenirken konu bütünlüğünden çok, beceriler esas alınmıştır. Kazanımların, öğrenciler tarafından gerçekleştirilecek etkinlikler aracılığıyla elde edilmesi söz konusudur (MEB, 2013b).

Bu bağlamda ilkokul 2. sınıf hayat bilgisi dersi öğretim programındaki “Doğada Hayat” ünitesine ait kazanımda öğrencilerden Dünya'nın şekli ve hareketlerinin

insan yaşamına etkilerini araştırmaları istenmektedir (MEB, 2013b). Dolaylı olarak yerçekimi kuvvetinden bahsedilmektedir. Kitaplar araştırıldığında yerçekimi kuvveti ile ilgili herhangi bir kısım geçmemektedir.

3.3.2 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Yerçekimi İle İlgili Kavramlar

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının vizyonu; “Tüm öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek” şeklinde tanımlanmıştır. Fen okuryazarı araştıransorgulayan, problem çözebilen, kendine güvenen, etkili kararlar verebilen ve sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen bireylerdir. Fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değere sahiptir (MEB, 2013a).

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında, tüm öğrencilerin fen okuryazarı olması vizyonunun gerçekleştirilebilmesi için “Canlılar ve Hayat”, “Madde ve Değişim”, “Fiziksel Olaylar” ve “Dünya ve Evren” konu alanları ile Beceri, Duyuş, Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) öğrenme alanları belirlenmiştir. Kazanımlar, bilimsel bilginin; beceri, duyuş ve günlük yaşamla olan ilişkisi dikkate alınarak tasarlanmıştır (MEB, 2013a).

Ortaokul 4. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında “Canlılar ve Hayat”, “Madde ve Değişim”, “Fiziksel Olaylar”, “Dünya ve Evren” olmak üzere dört öğrenme alanı bulunmaktadır. “Dünya ve Evren” öğrenme alanında bulunan ve fen bilimleri dersinin 5. ünitesi olan “Gezegemiz Dünya” ünitesinde öğrenciler aşağıdaki kazanımlardan sorumludur:

1. Dünya'nın şeklinin küreye benzediğini ifade eder.
2. Dünya'nın şeklinin küreye benzediğini gösteren örnekler verir.
3. Geçmişte, insanların Dünya'nın şekliyle ilgili çeşitli görüşlere sahip olduklarının farkına varır.

Kazanımlar dâhilinde Dünya'nın şeklinin küreye benzediğini ifade edecekler ve küreye benzediğini gösteren örnekler vereceklerdir. Dünya'nın şekliyle ilgili hangi görüşlerin sunulduğunu ve kabul edilen görüşün ne olduğunu fark edeceklerdir (MEB, 2013a).

Ders programına göre “Gezegelimiz Dünya” ünitesi içerisinde bulunan “Dünya’mızı Tanıyalım” konusu 6 ders saati olarak işlenmesi öngörülmüştür. Öğrencilere konuya giriş sayfasındaki metni okumaları söylenir. Metinden hareketle “Dünya’mızın şekli nasıldır?” sorusuna öğrencilerin ön bilgilerini kullanarak cevap vermeleri istenir. Bu ünite de sadece Dünya’nın şekli ve yapısı ile ilgili genel bilgiler üzerinde durulacak yerçekimi gibi ayrıntılara girilmeyecektir (MEB, 2013a).

Dünya’nın katmanlarının anlatımında ders kitabındaki metin (bkz. Şekil 3) anlatılarak konunun kavranması sağlanmıştır. “Ağır küre” başlıklı metinde “Dünya’nın en kalın katmanım, dev bir mıknatıs gibiyim” cümlelerine yer verilmiştir (MEB, 2013c).



Şekil 3: İlköğretim 4. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki ağır küre ile ilgili okuma metni (MEB, 2013c)

Geçmişte, insanların Dünya’nın şekliyle ilgili çeşitli görüşlere sahip olduklarının ve bunların neler olduğunun anlatımında ders kitabındaki görsel (bkz. Şekil 4) verilerek konunun kavranması sağlanmıştır. Öğrencilerin dikkatlerini çekmek için “Sayıları az da olsa o günlerde Dünya’nın yuvarlak olduğunu söyleyen ve yaptıkları bilimsel çalışmalarla bunu kanıtlayan bilim insanları olmuştur. Onları tanımaya ne dersiniz?” sorusu sorularak derse giriş yapılmıştır (MEB, 2013c).



*Dünya'mız çekme özelliği sayesinde
bizi tutar. Havaya atılan topu yere
çeken Dünya, bizim de uzaya
düşmemizi engeller.*

Şekil 4: İlköğretim 4. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki
Dünya'nın şekli ile ilgili görsel (MEB, 2013c)

Ortaokul 5. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında “Canlılar ve Hayat”, “Madde ve Değişim”, “Fiziksel Olaylar”, “Dünya ve Evren” olmak üzere dört öğrenme alanı bulunmaktadır. “Fiziksel olaylar” öğrenme alanında bulunan ve fen bilimleri dersinin 3. ünitesi olan “Kuvvet ve hareket” ünitesinde öğrenciler aşağıdaki kazanımlardan sorumludur:

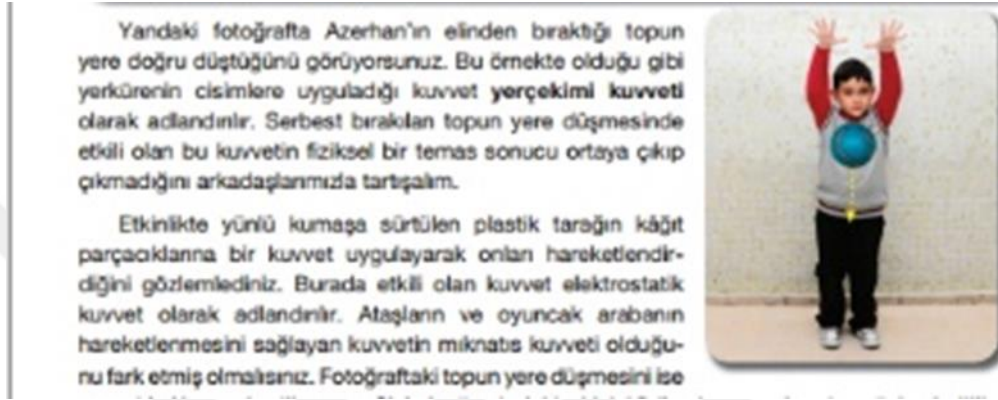
1. Cisimler arasında fiziksel temas sonucu ortaya çıkan kuvvetleri “temas kuvvetleri” olarak belirler.
2. Fiziksel temas olmadan da cisimlere bazı kuvvetlerin etki edebileceğini fark eder.
3. Kuvvetleri, “temas kuvvetleri” ve “temas gerektirmeyen kuvvetler” olarak sınıflandırır.

Kazanımlar dâhilinde kuvvetleri, “temas kuvvetleri” ve “temas gerektirmeyen kuvvetler” olarak belirler. Fiziksel bir temas olmadan da cisimlere bazı kuvvetlerin etki edebileceğini fark eder (MEB, 2013a).

Ders programına göre “Kuvvet ve hareket” ünitesi içerisinde bulunan “Temas Gerektiren ve Temas Gerektirmeyen Kuvvetler” konusu 3 ders saati olarak işlenmesi

öngörülmüştür. Öğrencilerin konu giriş sayfasında yer alan resimleri aynı sayfadaki metni okurken incelemeleri istenir. Devamında metinle bağlantılı olan soruları cevaplamaları beklenir (MEB, 2013d).

Temas gerektirmeyen kuvvetlerin anlatımında ders kitabındaki metin ve görsel (bkz. Şekil 5) anlatılarak konunun kavranması sağlanmıştır. Yerçekimi kuvveti temas gerektirmeyen kuvvet olarak adlandırılmıştır (MEB, 2013d).



Şekil 5: İlköğretim 5. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki yerçekimi ile ilgili görsel (MEB, 2013d)

Ortaokul 6. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında “Canlılar ve Hayat”, “Madde ve Değişim”, “Fiziksel Olaylar”, “Dünya ve Evren” olmak üzere dört öğrenme alanı bulunmaktadır. “Fiziksel olaylar” öğrenme alanında bulunan ve fen bilimleri dersinin 2. ünitesi olan “Kuvvet ve hareket” ünitesinde öğrenciler aşağıdaki kazanımlardan sorumludur:

1. Dünya'daki kütle çekim kuvvetinin varlığını, etrafındaki olaylardan yararlanarak gözlemler.
2. Dünya ile yeryüzündeki kütleler arasındaki çekim kuvvetini, yerçekimi kuvveti olarak isimlendirir.
3. Yerçekimi kuvvetinin Dünya üzerindeki her noktada kütleler üzerine Dünya'nın merkezine doğru etkilediğini fark eder.

Kazanımlar dâhilinde Dünya ile yeryüzündeki kütleler arasındaki çekim kuvvetini, yerçekimi olarak adlandırır. Yerçekimi kuvvetinin kütleleri Dünya'nın merkezine doğru etkilediğini fark eder (MEB, 2013a).

Ders programına göre “Kuvvet ve hareket” ünitesi içerisinde bulunan “Ağırlık bir kuvvettir” konusu 4 ders saati olarak işlenmesi öngörülmüştür. Öğrencilerin konuya giriş sayfasında yer alan fotoğrafı incelemeleri ve fotoğrafla ilgili metni okumaları sağlanır.

Newton'un yerçekimi kuvvetini bulmasını sağlayan ve elma ağacının altında geçen hikâyesi öğrencilere anlatılır. Newton'un başına gelen olay, öğrencilerin günlük yaşamdaki gözlemleri ile ilişkilendirilerek yerçekimi kuvveti keşfettirilir (MEB, 2013e).

Yerçekimi kuvvetinin anlatımında ders kitabındaki metin ve görsel (bkz. Şekil 6) anlatılarak konunun kavranması sağlanmıştır. Newton örneği üzerinden yerçekimi kuvveti anlatılmıştır (MEB, 2013e).



Şekil 6: İlköğretim 6. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki yerçekimi ile ilgili görsel (MEB, 2013e)

Yerçekimi kuvvetinin Dünya üzerindeki her noktada kütleler üzerine Dünya'nın merkezine doğru etkilediğinin anlatımında ders kitabındaki metin ve görsel (bkz. Şekil 7) anlatılarak konunun kavranması sağlanmıştır. Dünya'nın dört bir tarafındaki nesnelerin yerçekimi kuvveti etkisiyle Dünya'nın merkezine gideceği yönünde metin ve görselden faydalanılmıştır.

Birden fazla kuvvetin etkisinde olan bir cisim bu kuvvetlerin bileşkesi sıfır değilse bileşke yönünde hareket eder. Karşılaştığımız kuvvetler itme ya da çekme etkisine sahiptir. Günlük hayatımızda ve yaptığımız etkinlikte de gözlemlediğimiz gibi temas gerektirmeyen bir kuvvet olan yer çekimi kuvveti yerküre üzerindeki tüm cisimlere çekme kuvveti uygular. Yerden, belirli bir yükseklikten serbest bırakılan cisimler dengelenmemiş kuvvetlerin etkisi altında yere düşer. Peki, yerden belli bir yükseklikten serbest bırakılan cisimlerin yere düşmesinde etkili olan bu kuvvetin varlığını kimin keşfettiğini biliyor musunuz?

Etrafımızda pek çok olayda yer çekiminin etkisini görebiliriz. Yer çekimi olmasaydı yürümez, yemek yiyemez, top oynayamaz ve daha birçok şeyi yapamazdık. Peki, çevremize baktığımızda başka hangi olaylarda yer çekimi kuvvetinin etkisini görebiliriz?



Şekil 7: İlköğretim 6. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki yerçekimi ile ilgili görsel (MEB, 2013e)

Genel olarak bakıldığında yerçekimi kavramı 4. sınıf ders kitaplarında dolaylı olarak anlatılmış. Dünya'nın katmanları anlatılırken ağır kürenin bir mıknatıs gibi davrandığından bahsedilmiş. Dünya'nın şekliyle ilgili görüşler anlatılır iken ise Dünya'mızın çekme özelliği sayesinde bizi tuttuğu, havaya atılan topu yere çeken Dünya bizimde uzaya düşmemizi engelleyeceği gibi örnekler üzerinden yerçekiminden bahsedilmiş. Beşinci sınıf ders kitaplarında yerçekimi kavramı geçmekte ve temas gerektirmeyen kuvvet olarak adlandırılmıştır. Altıncı sınıf ders kitaplarında yerçekimi kuvveti ile ilgili detaylı bir anlatım yapılmıştır.

3.4 Veri Toplama Aracı

Araştırma kapsamında ortaokul öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili zihinsel modellerinin saptanması amacıyla "Açık uçlu soru formu" ve "Yarı yapılandırılmış görüşme" olarak iki farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Kullanılan veri toplama araçları araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Veri toplama araçları geliştirilirken öncelikle hayat bilgisi ve fen bilimleri öğretim programı taranarak yerçekimi kavramının programların hangi sınıf seviyesinde geçtiği saptanmıştır. Programlar dâhilinde oluşturulan hayat bilgisi ve fen bilimleri ders kitapları incelenmiştir. Yerçekimi ile ilgili ulusal ve uluslararası alanyazında yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Yerçekimi ile ilgili yapılan çalışmalar, hayat bilgisi-fen bilimleri öğretim programları ve ders kitapları iyice karşılaştırılarak veri toplama aracı için taslak oluşturulmuştur. Soruların kapsam geçerliliği için araştırmacıların ve

uygulama yapılan okuldaki öğretmenın görüşü alınmıştır. Bunun yanında veri toplama aracı kapsam geçerliliği açısından aynı okulda görevli üç fen bilimleri öğretmenine, dilbilgisi ve anlam yönünden iki Türkçe öğretmenine inceletilmiştir. Soru formu hazırlandıktan sonra her sınıf seviyesinden rastgele seçilen 5 öğrenciye toplamda 20 öğrenciye uygulanmıştır. Soruların anlaşılabilirliği ve cevaplanma süreleri öğrenci açısından değerlendirilerek gözden geçirilmiştir. İlk olarak 5 soruluk hazırlanan soru formu öğretmen ve öğrenci görüşleri doğrultusunda 4 soruya indirilmiştir. Gerekli düzenlemeler ile birlikte son halini alan veri toplama aracındaki açık uçlu anket soruları kısaca aşağıdaki gibidir:

1. Dünya'nın dört farklı noktasında yüzeide durmakta olan dört kişi bulunmaktadır. Dünya'nın bir an durduğu ve yerçekiminin yok olduğunu düşünün. Yüzeide durmakta olan bu dört kişinin hareketleri nasıl olur? Oklarla gösteriniz.

* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

2. Birbirinden uzak ve Dünya'nın dört farklı noktasında ellerinde taş bulunan insanlar bulunmaktadır. Bu insanlar ellerindeki taşı bıraktıklarında taşın duruncaya kadar izlediği yol nasıl olur? Oklarla gösteriniz.

* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

3. Dünya'nın bir kutbundan diğer kutbuna doğru tünel kazıldığını düşünün. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bırakıyor (Taş ile hava sürtünmesi ihmal edilecek). Bu insan elindeki taşı bıraktığında taşın duruncaya kadar izlediği yol nasıl olur? Oklarla gösteriniz.

* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

4. Dünya'nın ortasından tünel kazıldığını düşünün. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bırakıyor (Taş ile hava sürtünmesi ihmal edilecek). Taş duruncaya kadar nasıl bir yol izler? Oklarla gösteriniz.

* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

Veri toplama aracı olarak 4 sorudan oluşan bir soru seti hazırlanmıştır. Sorular iki kısımdan oluşmaktadır; ilk kısım öğrencilerin zihinsel modellerinin görselleştirilmesi

amacıyla çizim tekniğine göre oluşturulmuş, ikinci kısım öğrencilerin yerçekimi ile ilgili zihinsel modellerinin altında yatan nedenleri hakkında detaylı bilgiler alınması amacıyla açıklamalar kısımdan oluşturulmuştur.

Öğrencilerin açık uçlu soru formuna verdikleri cevapların sebeplerinin derinlemesine incelenebilmesi ve yerçekimi ile ilgili oluşturdukları zihinsel modellerin kuramsal temellerini ortaya çıkarabilmek için bire bir yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler her bir öğrenci için öğrencilerin cevaplarının akışına göre yaklaşık 20 ile 40 dakika arasında sürmüştür. Görüşmeler araştırmacı tarafından araştırma yapılan okulun kütüphane kısmında gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler öğrencilerin izni dâhilinde ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Görüşmeler sırasında önceden hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır.

3.5 Verilerin Toplanması

Veri toplama aracı ortaokul öğrencilerinin yerçekimi ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerin saptanması amacıyla her sınıf seviyesinden 100 öğrenciye toplamda 400 öğrenciye fen bilimleri öğretmeni tarafından uygulanmıştır. Eğitim-öğretimin aksatılmaması için soru formu belirlenen seçmeli derslerde uygulanmıştır. Uygulama öncesinde ve uygulama sırasında eksikliklerin giderilmesi amacıyla okul idaresinin bilgisi dâhilinde çalışılmıştır. Toplam dört sorudan oluşan soruların ilk ikisi birinci ders saatinde, son ikisi ise ikinci ders saatinde olmak üzere blok iki derste uygulanmıştır. Görüşmeler ise okulun fen bilimleri öğretmeni tarafından ders programına göre yapılmıştır. Yüz yüze görüşmeler okulun kütüphanesinde gerçekleştirilmiştir ve cevapların akışına göre genellikle bir ders saati sürmüştür. Her sınıf seviyesinden 5 öğrenci olmak üzere toplamda 20 öğrenci ile görüşme yapılmıştır.

3.6 Verilerin Analizi

Araştırma nitel veri analizi tekniklerine göre analiz edilmiştir. Araştırmada kullanılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve açık uçlu soru formlarından elde edilen cevapların analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Nitel veriler analiz edilirken iki tür analiz tekniğinden faydalanılır, bunlar içerik ve betimsel analiz teknikleridir. Betimsel analizde özetlenen ve yorumlanan veriler, içerik analizinde daha derin bir işleme tabi tutulur. Betimsel yaklaşımla fark edilemeyen kavram ve temalar içerik

analizi sonucu keşfedilebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu nedenle elde edilen cevapların analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır.

Verilerin kodlanması, verilerin anlamlı bütünler halinde bölümlere ayrılmasını, bu anlamlı bütünler kod verilmesini ve farklı bölümlerdeki verilerin düzenlenmesi için hangi kodların kullanılması gerektiğini içeren fiziksel ve zihinsel açıdan oldukça yoğun, zor ve uzun bir süreçtir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu süreç kapsamında açık uçlu soru formları incelenerek öğrencilerin verdikleri cevaplara ilişkin kod ve kategoriler oluşturulmuştur. Öncelikle veriler teker teker okunmuş ve bu aşamada herhangi bir kod veya kategori oluşturulmamıştır. Okunan veriler üzerinden araştırmacının bir fikir sahibi olduktan sonra kod ve kategori oluşturma aşamasına geçmesi sağlanmıştır.

Temel kodların belirlenmesi aşamasında iki araştırmacı birlikte çalışmışlardır. Her sınıf düzeyindeki verileri ikiye bölerek veri setleri üzerinde bağımsız bir şekilde çalışmışlardır. Sonrasında bir araya gelerek oluşturdukları kodlar üzerinde çalışmışlardır. İki araştırmacının da oluşturduğu kodlar beraber incelenerek kodlar üzerindeki benzerlik ve farklılıklar değerlendirilmiştir. Kodlar üzerinde bir uzlaşma olup olmadığına bakıldıktan sonra görüş birliğine varılan kodlar olduğu gibi kalmıştır. Araştırmacılar arasındaki farklı oluşturulan kodlar için ortak bir karar vermek için kodlar tekrardan gözden geçirilmiştir. Araştırmacılar tarafından tekrardan kontrol edilen kodlar içerik benzerlikleri dikkate alınarak tekrardan sınıflandırılmıştır. Her bir sınıflandırmaya isimler verilerek ana kategorilere ayrılmıştır. Oluşturulan kategoriler tablolar haline getirilerek bulgular bölümünde yansıtılmıştır.

Açık uçlu soru formlarından alınan cevaplar ışığında oluşturulan kodların güvenilirliğini sağlamak amacıyla alanında uzman başka bir araştırmacı tarafından veri analiz süreci bağımsız olarak tekrarlanmıştır. Araştırmacının veri analizi sonucunda oluşturduğu kod ve kategoriler alan uzmanının oluşturduğu kod ve kategorilerle karşılaştırılarak tutarlılıkları kontrol edilmiştir.

3.6.1 Sorular İle İlgili Çizim ve Açıklamaların Analizi

Öğrencilerin yerçekimi ile ilgili çizimleri detaylı bir şekilde analiz edilerek kategorilere ayrılmıştır. Bu süreç kapsamında açık uçlu soru formları incelenerek

öğrencilerin verdikleri cevaplara ilişkin kategoriler oluşturulmuştur. Araştırmacıların oluşturduğu kodlar arasında benzerlik ve farklılıklar değerlendirilmiş, içerik benzerlikleri dikkate alınarak kategoriler tekrardan gözden geçirilmiştir. Sonuçta oluşturulan kategoriler temel kategorilere ayrılmıştır. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de oluşturulmuştur.

Birinci soru ile ilgili araştırmacılar çizim kısmında toplamda 10 kategori oluşturmuştur. Oluşturulan kategoriler tekrardan kontrol edilerek kategori sayısı 5 kategoriye indirilmiştir. Bunun yanı sıra “Diğer” kategorisi de yer almaktadır (bkz. Tablo 2).

Birinci soru ile ilgili araştırmacılar açıklama kısmında toplamda 7 kategori oluşturmuştur. Oluşturulan kategoriler kontrol edilerek kategori sayısı 3 kategoriye indirilmiştir. Bunun yanı sıra “Diğer” kategorisi de yer almaktadır (bkz. Tablo 6).

İkinci soru ile ilgili araştırmacılar çizim kısmında toplamda 7 kategori oluşturmuştur. Oluşturulan kategoriler tekrardan kontrol edilerek kategori sayısı 3 kategoriye indirilmiştir. Bunun yanı sıra “Diğer” kategorisi de yer almaktadır (bkz. Tablo 11).

İkinci soru ile ilgili araştırmacılar açıklama kısmında toplamda 4 kategori oluşturmuştur. Oluşturulan kategoriler kontrol edilerek kategori sayısı 3 kategoriye indirilmiştir. Bunun yanı sıra “Diğer” kategorisi de yer almaktadır (bkz. Tablo 15).

Üçüncü soru ile ilgili araştırmacılar çizim kısmında toplamda 4 kategori oluşturmuştur. Oluşturulan kategoriler tekrardan kontrol edildiğinde kategoriler arasında birlik sağlandığı için kategori sayısı değiştirilmemiştir. Bunun yanı sıra “Diğer” kategorisi de yer almaktadır (bkz. Tablo 20).

Üçüncü soru ile ilgili araştırmacılar açıklama kısmında toplamda 5 kategori oluşturulmuştur. Oluşturulan kategoriler tekrardan kontrol edildiğinde kategoriler arasında birlik sağlandığı için kategori sayısı değiştirilmemiştir. Bunun yanı sıra “Diğer” kategorisi de yer almaktadır (bkz. Tablo 24).

Dördüncü soru ile ilgili araştırmacılar çizim kısmında toplamda 6 kategori oluşturmuştur. Oluşturulan kategoriler tekrardan kontrol edildiğinde kategoriler arasında birlik sağlandığı için kategori sayısı değiştirilmemiştir. Bunun yanı sıra “Diğer” kategorisi de yer almaktadır (bkz. Tablo 29).

Dördüncü soru ile ilgili araştırmacılar açıklama kısmında toplamda 6 kategori oluşturmuştur. Oluşturulan kategoriler tekrardan kontrol edildiğinde kategoriler arasında birlik sağlandığı için kategori sayısı değiştirilmemiştir. Bunun yanı sıra “Diğer” kategorisi de yer almaktadır (bkz. Tablo 33).

Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Oluşturulan sorulardan alınan nitel veriler frekans ve yüzde hesaplamalarıyla sayısal değerlere çevrilmiştir. Betimsel analizde özetlenen ve yorumlanan veriler, içerik analizinde daha derin bir işleme tabi tutulmuştur. Betimsel yaklaşımla fark edilemeyen kavramlar içerik analizi sonucu keşfedilmiştir.

Özetle, verilerin analiz sonuçlarını içeren tablolardaki frekans ve yüzde değerleri sınıf seviyesine ve cinsiyete göre karşılaştırılarak öğrencilerin yerçekimi ile ilgili zihinsel modelleri incelenmiştir. Ayrıca öğrencilerin çizim ve açıklama sorularına verdikleri cevaplar arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri incelenmiştir. Bunlarla beraber öğrencilerin yerçekimi ile ilgili alternatif düşünceleri ve zihinsel modellerinin oluşumuna neden olan bilişsel mekanizmalar belirlenmeye çalışılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

IV. BULGULAR

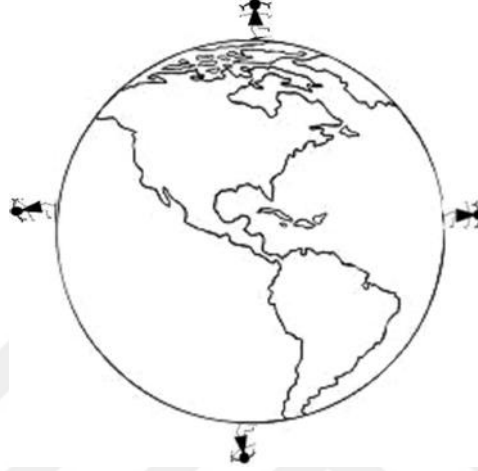
Bu bölümde araştırma kapsamında toplanılan nitel verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin evrensel kütle çekiminin özel bir hali olan yerçekimi kuvveti hakkındaki zihinsel modellerinin neler olduğu araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, yerçekimi kuvvetinin kapsamlı bir şekilde öğrenciler tarafından nasıl algılandığı ve bunun müfredat programındaki kazanımlarla ilişkisinin ortaya koyulmasıdır. Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi kuvvetine ilişkin anlayış ve zihinsel modellerinin neler olduğunu ve sınıf düzeyinde bir değişime uğrayıp uğramadığını kontrol etmek amacıyla açık uçlu sorular sorulmuş, görüşmeler yapılmış ve şekil üzerinde çizimler yapılması istenmiştir. Araştırma verilerinin analizi sonucu elde edilen bulguların sunumunda soruların verilerine ilişkin tablolar verilmiş, ardından tablolar hakkında açıklamalar ve yorumlar yapılmıştır.

4.1 Birinci Soruya İlişkin Analizler

Öğrencilerin birinci soruya verdikleri cevaplar “Çizim” ve “Açıklama” olmak üzere iki kategori altında incelenmiştir. Öğrencilerin çizimleri ve açıklamaları oluşturulan kategorilere göre analiz edilmiş ve yerçekimi ile ilgili fikirleri ayrıntılı bir şekilde saptanmıştır. Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi kavramına ilişkin anlamaları ve zihinsel modelleri, bu modellerin özellikleri ve gözlenme sıklıklarına ilişkin veriler birlikte analiz edilmiştir.

Soru 1- Aşağıdaki şekilde Dünya'nın dört farklı noktasında yüzeyde durmakta olan dört kişi bulunmaktadır. Dünya'nın bir an durduğunu ve yerçekiminin yok olduğunu düşünün.

* Yüzeyde durmakta olan bu dört kişinin hareketleri nasıl olur? Oklarla gösteriniz.



* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

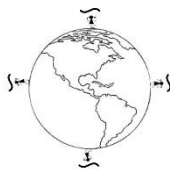
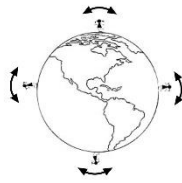
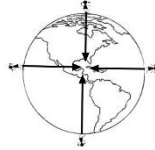
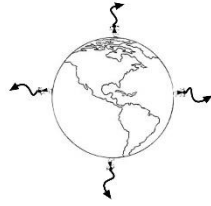
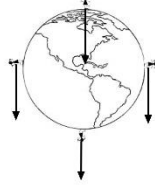
Bu soruyla hedeflenen temel amaç, yerçekimi yok olduğunda öğrencilerin zihinlerinde oluşan temel düşüncelerin neler olduğunu ortaya çıkarmaktır. Bu kurguyu oluşturabilmek için hedeflenen düşünceler Dünya'nın dönmesinden etkilenmemesi için Dünya'nın bir an durduğu yani dönmediği düşüncesi üzerine oluşturulmuştur. Çünkü öğrencilerin zihinlerindeki yerçekimi kavramının netliğini ortaya çıkarabilmek için Dünyanın dönme hareketlerinden etkilenecekleri ve öğrencilerin günlük yaşantıları sonucu edinecekleri deneyimler ile ortaya çıkacak bilimsel olguların çelişeceği düşünülmektedir.

4.1.1 Birinci Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi

Öğrencilerin 1. çizim sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan kategoriler ve açıklamaları Tablo 2'de sunulmuştur.

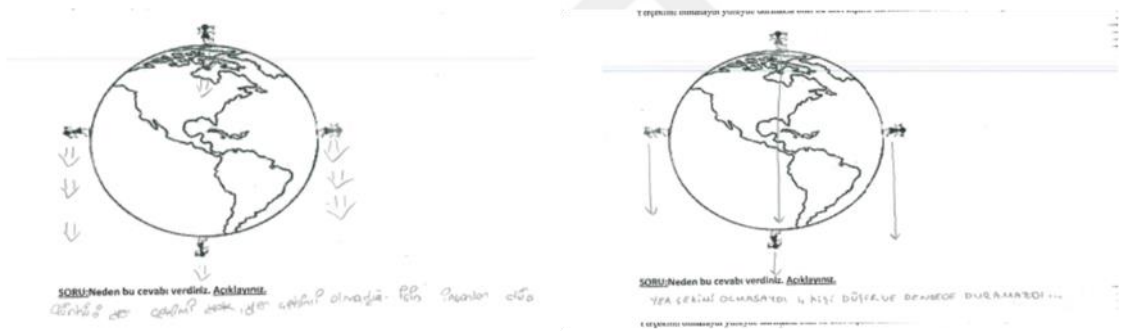
Tablo 2: 1. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları

Kategori	Açıklaması
1. Çizim	Tek yönlü bir yerçekiminden bahsedilmekte ve her şeyin aşağıya çekileceği fikri ağır basmakta
2. Çizim	Yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçtuğu fikri geçerli
3. Çizim	Yerçekimi yok olduğunda her şeyin merkeze doğru çekildiği fikri geçerli
4. Çizim	Yerçekimi yok olduğunda her şeyin Dünya'nın etrafında uçtuğu fikri geçerli
5. Çizim	Yerçekimi yok olduğunda herhangi bir kuvvet etki etmezse her şeyin sabit kalacağı fikri geçerli
Diğer	İlgisiz ve boş cevaplar



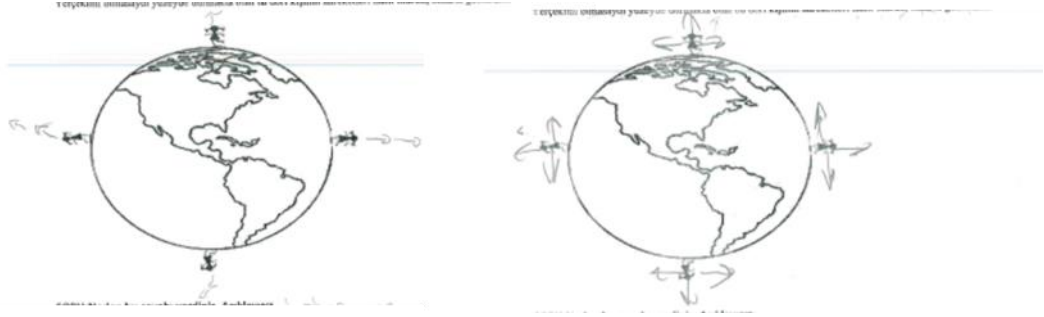
Tablo 2'ye göre öğrencilerin birinci çizim sorusuna ilişkin cevaplarının beş farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

1. çizimde öğrencilerin genel düşüncesi yerçekimi yok olduğunda her şeyin aşağıya doğru çekileceği fikri geçerli. Yerçekiminin olmadığı bir ortam deneyimlerinin dışına çıkıyor. Yerçekimi olan bir ortamda her şeyin aşağıya doğru hareket ettiğini deneyimleyen öğrenciler yer çekimsiz bir ortamla bağlantı kurarak her şeyin yine aşağı doğru gideceği fikrinde karar kılıyorlar. Şekil 8'de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 1. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



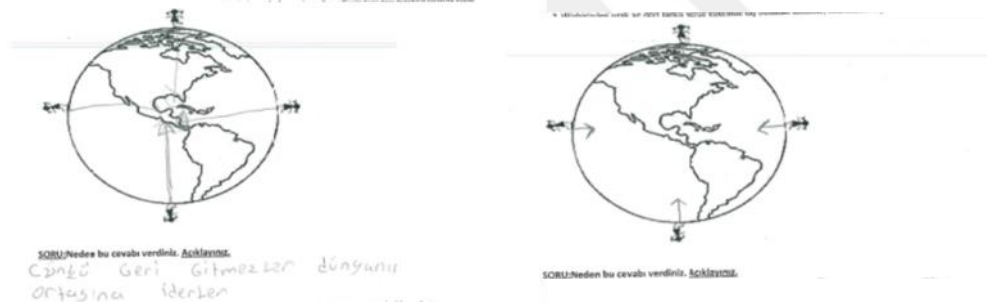
Şekil 8: Öğrencilerin 1. kategoriye ait örnek çizimleri

2. çizimde öğrencilerin genel düşüncesi yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçtuğu fikri geçerli. Bu öğrenciler yerçekiminin kendilerini Dünya'ya bağladığını, yerçekimi olmadığında bu bağın kopacağını ve uçacaklarını ifade etmişlerdir. Bu düşünceleri farklı çizimlerle göstermişlerdir. Şekil 9'da farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 1. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



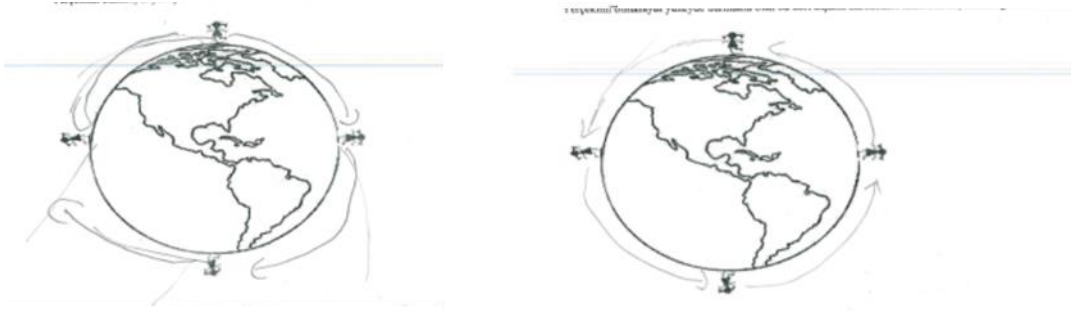
Şekil 9: Öğrencilerin 2. kategoriye ait örnek çizimleri

3. çizimde öğrencilerin genel düşüncesi yerçekiminin olmadığı ortamda her şeyin merkeze doğru çekileceği fikri geçerli. Bu öğrenciler yer çekimsiz ortamı kavramada zorluk çekmişlerdir ve yerçekimi varmış gibi düşünerek yerçekimsiz ortamda da her şeyin merkeze çekileceği düşüncesinde olduğu görülmektedir. Bu düşünceleri farklı çizimlerle göstermişlerdir. Şekil 10'da farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 1. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



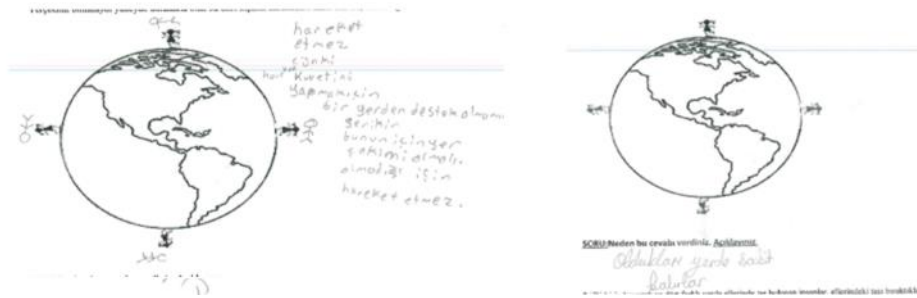
Şekil 10: Öğrencilerin 3. kategoriye ait örnek çizimleri

4. çizimde öğrencilerin genel düşüncesi yerçekimi yok olduğunda her şeyin Dünya'nın etrafında uçtuğu fikri geçerli. Yerçekiminin olmadığı bir ortam, deneyimlerinin dışına çıkıyor. Atmosfer dışındaki cisimlerin ve Ay'ın Dünya'mız etrafında dolandığı fikriyle bağdaşım kurarak yerçekimi yok olduğunda kişilerin Dünya'nın etrafında dolandığı fikri geçerli oluyor. Bu öğrenciler Dünya'nın bir an için durduğu fikrini değil de döndüğü fikrini kabul etmektedirler. Şekil 11'de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 1. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 11: Öğrencilerin 4. kategoriye ait örnek çizimleri

5. çizimde öğrencilerin genel düşüncesi yerçekimi yok olduğunda herhangi bir kuvvet etki etmezse her şeyin sabit kalacağı fikri geçerli. Bu öğrenciler yerçekimi yok olduğunda cisimlerin olduğu yerde duracağı eğer ki cisimlere bir kuvvet etki ederse o zaman cisimlerin hareket edeceği fikrindedir. Bu düşünceyle Newton'un da ortaya koyduğu “ bir cisme bir kuvvet etki etmediğinde cisimler durur” bilimsel düşüncesiyle uyumlu olan bilimsel doğru cevabı verdikleri görülmektedir. Şekil 12’de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 1. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 12: Öğrencilerin 5.kategoriye ait örnek çizimleri

4.1.1.1 Birinci Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 1. çizim sorusuna ilişkin cevaplarının beş farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır. Öğrencilerin 1.

çizim sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: 1. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri

	Kategori					
	1. Çizim	2. Çizim	3. Çizim	4. Çizim	5. Çizim	Diğer
f (n=400)	46	282	18	27	6	21
%	11,5	70,5	4,5	6,8	1,5	5,3

Tablo 3'te ortaokul öğrencilerinin birinci çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların kategorilere göre frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Farklı sınıf seviyelerindeki 400 öğrencinin 282'si 2. çizimi yapmışlardır. Bu da gösteriyor ki öğrencilerin çoğunda yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçacağı fikri geçerli. Bunun yanında ona en yakın olan çizim ise 46 öğrencinin çizimiyle 1. çizim takip etmekte. Bu çizimde de öğrencilerde yerçekimi yok olduğunda her şeyin aşağıya doğru çekileceği fikri geçerli. Yerçekimi yok olduğunda her şeyin Dünya'nın etrafında uçtuğu fikri olan 4. çizimdeki kategoride 27 (% 6,8) öğrenci, yerçekiminin yok olduğu ortamda her şeyin merkeze doğru çekileceği fikri olan 3. çizimdeki kategoride ise 18 (% 4,5) öğrenci yer almaktadır. Bilimsel doğru olarak kabul edilen 5. kategoride ise 6 (% 1,5) öğrenci yer almaktadır. Bu da gösteriyor ki öğrenciler günlük yaşamdaki deneyimleri sonucu edindikleri bilgi dışında sorulan soruya doğru cevap verme yüzdesi oldukça düşük çıkmıştır.

Öğrencilerin 1. çizim sorusuna verdikleri cevapların sınıf seviyesine göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4: 1. çizim sorusunun sınıf seviyelerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Kategori	Sınıf Seviyesi							
	5. Sınıf		6. Sınıf		7. Sınıf		8. Sınıf	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
1. Çizim	18	18	13	13	5	5	10	10
2. Çizim	63	63	76	76	72	72	71	71
3. Çizim	2	2	2	2	5	5	9	9
4. Çizim	5	5	3	3	13	13	6	6
5. Çizim	2	2	1	1	2	2	1	1
Diğer	10	10	5	5	3	3	3	3

Tablo 4’de ortaokul öğrencilerinin sınıf seviyesine göre 1. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Kategorilere göre her sınıf seviyesinde en sık rastlanılan çizim yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçacağı fikrinin geçerli olduğu 2. çizim kategorisinde görülmekte. 2. çizim kategorisi beşinci sınıftan sonra yaklaşık % 10 artış göstermekte altı, yedi ve sekizinci sınıflarda ise birbirine çok yakın değerlerde görülmekte. Sınıf seviyelerine göre 2. çizim kategorisinden sonra en sık rastlanılan 1. ve 4. çizim kategorileri görülmekte. Yerçekimi yok olduğunda her şeyin aşağıya doğru çekileceği fikri olan 1. çizim kategorisi beş, altı ve sekizinci sınıfta en sık rastlanılan ikinci kategori olurken yedinci sınıfta 4. çizim kategorisi olan yerçekimi yok olduğunda her şeyin Dünya’nın etrafında uçtuğu fikri en sık rastlanılan ikinci çizim kategorisi oluyor. Bununla birlikte sınıf seviyesi arttıkça 1. çizim kategorisinin görülme sıklığında azalma görülmekte. Yerçekiminin yok olduğu ortamda her şeyin merkeze doğru çekileceği fikri olan 3. çizim kategorisinde sınıf seviyesi arttıkça görülme sıklığında da artış görülmekte. Yerçekimi yok olduğunda her şeyin Dünya’nın etrafında uçtuğu fikri olan 4. çizim kategorisi de sınıf seviyesine göre değişkenlik göstermekte. Yedinci sınıf öğrencilerinde 4. çizim kategorisinin görülme sıklığı diğer sınıf seviyelerinden daha fazla olduğu görülmekte. Yedinci sınıf öğrencilerinde diğer sınıf seviyelerindeki öğrencilerden farklı olarak en sık görülen ikinci kategori 4. çizim kategorisi çıkmakta. Bu da gösteriyor ki yedinci sınıfta yerçekimi yok olduğunda her şeyin aşağıya doğru çekileceği fikrinin yerini, yerçekimi yok olduğunda her şeyin Dünya’nın etrafında uçtuğu fikri almakta. Bilimsel doğru olan 5. çizim kategorisinin

görülme sıklığı her sınıf seviyesinde en az olduğu görülmekte. “Diğer” kategorisinin görülme sıklığı ise en fazla beşinci sınıfta en az yedi ve sekizinci sınıfta olduğu görülmekte. Bu da gösteriyor ki sorulara cevap verme oranı sınıf seviyesi arttıkça artmakta.

Öğrencilerin 1. çizim sorusuna verdikleri cevapların cinsiyete göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5: 1. çizim sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Cinsiyet	Kategori												Toplam	
	1. Çizim		2. Çizim		3. Çizim		4. Çizim		5. Çizim		Diğer			
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Erkek	24	6	128	32	7	1,8	13	3,3	4	1	10	2,5	186	46,5
Kız	22	5,5	154	38,5	11	2,8	14	3,5	2	0,5	11	2,8	214	53,5
Toplam	46	11,5	282	70,5	18	4,5	27	6,8	6	1,5	21	5,3	400	100

Tablo 5’te ortaokul öğrencilerin cinsiyetlerine göre birinci çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçacağı fikrinin geçerli olduğu 2. çizim kategorisi kız öğrencilerde daha sık görülmekte. Erkek öğrencilerde 186 kişiden 128’inde 2. çizim kategorisini görülürken, kız öğrencilerde 214 kişiden 154’ünde görülmekte. Yüzde olarak hesaplandığında erkek öğrencilerde görülme oranı % 32 iken kız öğrencilerde görülme oranı % 38,5’a çıkmakta. Buradan da görülüyor ki 2. çizim kategorisi kız öğrencilerde % 6,5 daha fazla çıkmakta. Bilimsel doğru olarak kabul edilen 5. çizimin görülme sıklığı erkek öğrencilerde kız öğrencilere kıyasla daha fazla. Bunun dışında çizim sorusuna verilen cevapların görülme sıklığında cinsiyet olarak belirgin bir fark görülmemekte.

4.1.2 Birinci Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi

Öğrencilerin 1. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan kategoriler ve açıklamaları Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6: 1. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları

Kategori	Açıklaması
Düşmek (merkeze veya yere düşmek)	Ayaklarının yerden kesileceği ve merkeze doğru veya direkt yere doğru düşeceği yönündeki fikir
Uçmak	Yerçekimi yok olduğunda serbest bir şekilde uçulacağı yönündeki fikir
Boşlukta sabit durma	Yerçekimi yok olduğunda herhangi bir kuvvet etki etmediği takdirde sabit durulacağı yönündeki fikir
Diğer	İlgisiz ve boş cevaplar

Tablo 6’da görüldüğü gibi öğrencilerin 1. sorunun açıklamalarına ilişkin cevapları üç farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunlukta cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

1. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Düşmek” (merkeze veya yere düşmek) kategorisindeki öğrencilerde yerçekimi yok olduğunda kişilerin ayaklarının yerden kesileceği, merkeze doğru veya direkt yere doğru düşeceği fikri geçerli. Bu öğrencilerde yerçekiminin yok olduğu durumlarda dengenin kaybedileceği ve kişilerin merkeze veya yere düşeceği fikri görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden Düşmek kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Dünyanın yukarı tarafındaki yere düşer çünkü Dünya yere düşmesini engeller, diğerlerinin önünde bir şey olmadığı için düşerler.
- Çünkü yerçekimi yok, yerçekimi olmadığı için insanlar düşer.
- Yerçekimi olmadığı için ayakta duramazlar bu yüzden uzay boşluğunu düşerler.
- Çünkü yerçekimi olmadığı için insanlar yüzeyde ayakta duramazlar düşerler.

- Yerçekimi olmasaydı 4 kişi düşer ve dengede duramazdı.

Birinci sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Uçmak” kategorisindeki öğrencilerde yerçekimi yok olduğunda serbest bir şekilde uçulacağı fikri geçerli. Bu öğrencilerde yerçekiminin yok olduğu durumlarda Dünya’den bağlantılarının kopacağı ve uçacakları fikri görülmekte. Uçmak, Dünya’den ayrılıp uzay boşluğunda yayılmak, boşlukta gelişigüzel hareket etmek veya yeryüzünde duramayarak havada hareket etmek olarak algılanmaktadır. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden Uçmak kategorisindeki cevapların bazıları aşağıdaki gibidir:

- Çünkü çocuklar yerçekimi olmadığı zaman uçarlar.
- Takla atarak uzay boşluğunda uçarlar.
- Havada yayılırlar.
- Çünkü biz yerçekiminin sayesinde Dünya’nın üzerinde durduğumuz için yerçekimi olmazsa uzaya düşer uçarız.
- 4 kişi yukarı doğru gider çünkü yerçekimi olmayınca uçmaya başlarlar.
- Çünkü yerçekimi olmazsa kimse olduğu yerde duramaz farklı yerlerde ve havada uzay boşluğunda olurdu.
- Yerçekimi olmadığı için 4 kişide havalanır.
- Dört kişide yukarı doğru uzaya uçar çünkü yerçekimi olsaydı aşağı düşerdi yerçekimi olmadığından uçarlar.

1. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Boşlukta sabit durma” kategorisindeki öğrencilerde yerçekimi yok olduğunda herhangi bir kuvvet etki etmediği takdirde sabit durulacağı fikri geçerli. Bu öğrencilerde yerçekiminin yok olduğu durumlarda kişilere bir kuvvet etki etmezse olduğu yerde duracağı fikri görülmekte. Boşlukta sabit durma kategorisindeki fikirler farklı şekillerde karşımıza çıkmakta. Bir grup öğrenci tarafından “Boşlukta sabit durma”, uzay boşluğunda sabit

durma olarak algılanmaktadır. Diğer bir grup öğrencide ise “Boşlukta sabit durma”, Dünya yüzeyinde sabit durma olarak algılanmaktadır.

4.1.2.1 Birinci Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin birinci sorunun açıklama sorusuna ilişkin cevaplarının üç farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunlukta cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır. Öğrencilerin birinci sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7: 1. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri

	Kategori			
	Düşmek	Uçmak	Boşlukta Sabit durma	Diğer
f (n=400)	38	281	13	68
%	9,5	70,3	3,3	17

Tablo 7’de ortaokul öğrencilerinin 1. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların kategorilere göre frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Farklı sınıf seviyelerindeki 400 öğrencinin 281’inde “Uçmak” kategorisindeki fikir görülmekte. Bu da gösteriyor ki öğrencilerin çoğunda yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçacağı fikri geçerli. Oluşturulan kategorilerde en sık karşılaşılan açıklama “Uçmak” kategorisindeki açıklama olmakta. Bunun yanında “Uçmak” kategorisine en yakın olan kategori ise 28 öğrencinin açıklaması olan “Düşmek” kategorisi gelmekte. Düşmek kategorisindeki öğrencilerde yerçekimi yok olduğunda ya merkeze doğru veya direkt yere doğru düşeceği yönündeki fikir geçerli. Bir diğer kategori olan “Boşlukta sabit durma” fikri ise tüm öğrencilerin % 3,3’ünü kapsıyor. “Boşlukta sabit durma” kategorisindeki öğrencilerde yerçekimi yok olduğunda cisimlere herhangi bir kuvvet etki etmediği takdirde her şeyin sabit duracağı fikri geçerli. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunlukta cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi ise % 17’lik bir değerle görülme sıklığının en fazla olduğu ikinci kategori olmakta. Çizim sorusunda tüm öğrencilerin

% 5,3'ünde "Diğer" kategorisi yer alırken, açıklama sorusunda bu sayı % 17'ye çıkmakta. Açıklama sorusundaki "Diğer" kategorisi çizim kategorisinden % 11,7 daha fazla olduğu görülmekte. Bu da gösteriyor ki öğrenciler sorulan soruları cevaplarırken çizerek kendilerini daha iyi ifade etmekte. Bilimsel doğru olarak kabul edilen "Boşlukta sabit durma" kategorisinde 13 (% 3,3) öğrenci yer almaktadır. Öğrencilerin günlük deneyimleri sonucu edindikleri bilgi dışında sorulan soruya doğru cevap verme yüzdesi oldukça düşük çıkmıştır.

Öğrencilerin 1. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların sınıf seviyesine göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8: 1. sorunun açıklama sorusuna ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Kategori	Sınıf Seviyesi							
	5. Sınıf		6. Sınıf		7. Sınıf		8. Sınıf	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Düşmek	14	14	14	14	4	4	6	6
Uçmak	64	64	68	68	76	76	73	73
Boşlukta sabit durma	2	2	3	3	2	2	6	6
Diğer	20	20	15	15	18	18	15	15

Tablo 8'de ortaokul öğrencilerinin sınıf seviyesine göre birinci sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Kategorilere göre her sınıf seviyesinde en sık rastlanılan düşünce yerçekimi yok olduğunda her şeyin serbest bir şekilde uçaacağı fikrinin geçerli olduğu "Uçmak" kategorisi görülmekte. Uçmak kategorisi beş ve altıncı sınıfta birbirine çok yakın değerlerde görülmekte. Bunun yanında yedi ve sekizinci sınıfta da değerler birbirine çok yakın. Bu veriler ışığında beş ve altıncı sınıftan yedi ve sekizinci sınıfa geçen öğrencilerin verdikleri cevaplarda ortalama % 10'luk bir artış görülmekte. Bu da gösteriyor ki sınıf seviyesi arttıkça "Uçmak" kategorisine verilen cevapların görülme olasılığı artmakta. "Düşmek" kategorisindeki öğrenci cevaplarında da sınıf seviyesine göre bir farklılık görülmekte. Bu sefer "Uçmak" kategorisinin tam tersi bir eğilim görülmektedir. Sınıf seviyesi arttıkça "Düşmek" kategorisine verilen

cevapların görülme olasılığı azalmaktadır. Bilimsel doğru olarak kabul edilen “Boşlukta sabit durma” kategorisi ise her sınıf seviyesinde en az cevap verilen kategori olarak görülmekte. Beş, altı ve yedinci sınıflarda oranlar birbirine çok yakın olarak görülmekte. Sekizinci sınıfta ise diğer sınıflara kıyasla daha sıklıkla görülmekte. “Diğer” kategorisi ise her sınıf seviyesinde en sık karşılaşılan ikinci cevap olarak görülmekte.

Öğrencilerin 1. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların cinsiyete göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9: 1. sorunun açıklama sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Cinsiyet	Kategori									
	Düşmek		Uçmak		Boşlukta sabit durma		Diğer		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Erkek	13	3,3	132	33	5	1,3	36	9	186	46,5
Kız	25	6,3	149	37,3	8	2	32	8	214	53,5
Toplam	38	9,5	281	70,3	13	3,3	68	17	400	100

Tablo 9’da ortaokul öğrencilerin cinsiyetlerine göre birinci sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında yerçekimi yok olduğunda her şeyin serbest bir şekilde uçacağı fikrinin geçerli olduğu “Uçmak” kategorisi kız öğrencilerde daha fazla görülmekte. Kız öğrencilerde 214 kişiden 149’unda “Uçmak” kategorisi görülürken, erkek öğrencilerde 186 kişiden 132’sinde görülmekte. Benzer bir fark yerçekimi yok olduğunda kişilerin ayakları yerden kesilince merkeze doğru veya direkt yere doğru düşeceği fikrinin geçerli olduğu “Düşmek” kategorisinde görülmekte. Erkek öğrencilerde 186 kişiden 13’ünde “Düşmek” kategorisi görülürken, kız öğrencilerde 214 öğrenciden 25’inde görülmekte. Bunun dışında “Boşlukta sabit durma” ve “Diğer” kategorilerinde cinsiyet olarak belirgin bir fark görülmemekte.

4.1.3 Birinci Sorunun Çizim ve Açıklamasına İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 1. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10: 1. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri

	Kategori									
	Düşmek		Uçmak		Boşlukta sabit durma		Diğer		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1.Çizim	21	5,3	10	2,5	3	0,8	12	3	46	11,5
2.Çizim	9	2,3	238	59,5	7	1,8	28	7	282	70,5
3.Çizim	0	0	11	2,8	0	0	7	1,8	18	4,5
4.Çizim	2	0,5	13	3,3	0	0	12	3	27	6,8
5.Çizim	0	0	3	0,8	3	0,8	9	2,3	21	5,3
Diğer	6	1,5	6	1,5	0	0	9	2,3	21	5,3
Toplam	38	9,5	281	70,3	13	3,3	68	17	400	100

Tablo 10’da ortaokul öğrencilerinin 1. sorunun çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında çizim sorusuna ilişkin cevapların beş farklı kategoride sol sütunda, açıklama sorusuna ilişkin cevapların üç farklı kategoride üst satırda toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra her iki sorunun kategorilerinin dışında ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

Tablo 10’da 1. çizim kategorisi olan yerçekimi yok olduğunda her şeyin aşağıya doğru çekileceği fikrinin görülme sıklığının toplam 46 (% 11,5) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 21’i (% 5,3) çizim kategorisinden 1. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Düşmek” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 1. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Düşmek” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık söz konusudur. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda yerçekimi yok olduğunda her şeyin aşağıya doğru çekileceği ve düşeceği yönündeki fikirleri geçerli. Çizim kategorisinden 1. çizimi açıklama kategorisinden ise “Uçmak” kategorisini cevaplayan öğrencilerin sayısı 10 olarak görülmektedir. Çizim kategorisinden 1. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Uçmak” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık görülmemekte. Yerçekimi yok olduğunda her şeyin aşağı çekileceği yönündeki 1. çizimi yapan öğrenciler açıklama sorusunda ise her şeyin serbest bir şekilde uçağı fikri geçerli. Bunun yanında çizim kategorisinden 1. çizimi açıklama kategorisinden ise “Boşlukta sabit durma” kategorisini cevaplayan 3 öğrenci görülmektedir. Bu öğrencilerin verdikleri cevaplarda da bir tutarlılık görülmemektedir. Yerçekimi yok olduğunda her şeyin aşağı çekileceği yönündeki 1. çizimi yapan öğrenciler açıklama sorusunda ise cisimlere herhangi bir kuvvet etki etmediği takdirde her şeyin sabit duracağı fikri geçerli. Çizim kategorisinden 1. çizimi cevaplayan öğrencilerden 12’si ise açıklama kategorisinden “Diğer” kategorisi içerisinde bulunmaktadır.

Tablo 10’da 2. çizim kategorisinde yer alan yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçtuğı fikrinin görülme sıklığının toplam 282 (% 70,5) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 238’i (% 59,5) çizim kategorisinden 2. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Uçmak” kategorisini cevaplamışlardır. Çizim kategorisinden 2. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Uçmak” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık görülmekte. Çünkü iki soruda da öğrencilerin düşüncesi yerçekimi yok olduğunda her şeyin serbest bir şekilde uçağı fikri geçerlidir. Çizim kategorisinden 2. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Düşmek” kategorisini cevaplayanların sayısı 9 (% 2,3) olarak görülmektedir. Çizim kategorisinden 2. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Düşmek” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık görülmemekte. Çünkü yerçekimi yok

olduğunda her şeyin uçacağı yönündeki 2. çizimi yapan öğrencilerde açıklama sorusunda ise ayakların yerden kesilerek merkeze veya direkt yere doğru düşeceği fikri geçerlidir. Bunun yanında çizim kategorisinden 2. çizimi açıklama kategorisinden ise “Boşlukta sabit durma” kategorisini cevaplayan 7 öğrenci görülmektedir. Bu öğrencilerin verdikleri cevaplarda da bir tutarlılık görülmemektedir. Çünkü yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçtuğu yönündeki 2. çizimi yapan öğrenciler açıklama sorusunda ise cisimlere herhangi bir kuvvet etki etmediği takdirde her şeyin sabit duracağı fikri geçerli. Çizim kategorisinden 2. çizimi cevaplayan öğrencilerden 28’i (% 7) ise açıklama kategorisinden “Diğer” kategorisi içerisinde bulunmaktadır.

Tablo 10’da 3. çizim kategorisinde yer alan yerçekimi yok olduğunda her şeyin merkeze doğru çekileceği fikrinin görülme sıklığının toplam 18 (% 4,5) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 11’i (% 2,8) çizim kategorisinden 3. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Uçmak” kategorisini cevaplamışlardır. Çizim kategorisinden 3. çizimi, açıklama kategorisinde ise “Uçmak” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık görülmemektedir. Çünkü yerçekimi yok olduğunda her şeyin merkeze doğru çekileceği yönündeki 3. çizimi yapan öğrencilerde açıklama sorusunda ise her şeyin serbest bir şekilde uçacağı fikri geçerlidir. Bunun yanında çizim kategorisinden 3. çizimi açıklama kategorisinden ise “Düşmek” ve “Boşlukta sabit durma” kategorisinde hiçbir öğrenci bulunmamaktadır, sadece “Diğer” kategorisinde 7 (% 1,8) öğrenci görülmektedir.

Tablo 10’da 4. çizim kategorisinde yer alan yerçekimi yok olduğunda her şeyin Dünya’nın etrafında uçtuğu fikrinin görülme sıklığının toplam 27 (% 6,8) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 13’ü (% 3,3) çizim kategorisinden 4. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Uçmak” kategorisini cevaplamışlardır. Çizim kategorisinden 4. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Uçmak” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık görülmektedir. Çünkü yerçekimi yok olduğunda her şeyin Dünya’nın etrafında uçtuğu yönündeki 4. çizimi yapan öğrencilerde açıklama sorusunda ise her şeyin serbest bir şekilde uçacağı fikri geçerlidir. Bunun yanında çizim kategorisinden 4. çizimi açıklama kategorisinden ise “Düşmek” kategorisinde 2 (% 0,5) öğrenci, “Boşlukta sabit durma” kategorisinde

hiçbir öğrenci bulunmamaktadır. Diğer kategorisinde ise 27 (% 6,8) öğrenci görülmektedir.

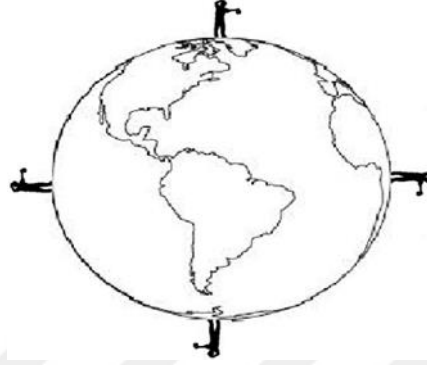
Tablo 10’da 5. çizim kategorisinde yer alan Newton’un da ortaya koyduğu gibi “ bir cisme bir kuvvet etki etmediğinde cisimler durur” bilimsel düşüncesiyle yerçekimi yok olduğunda her şeyin sabit kalacağı fikrinin görülme sıklığının toplam 21 (% 5,3) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 3’ü çizim kategorisinden 5. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Uçmak” kategorisini cevaplamışlardır. Çizim kategorisinden 5. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Uçmak” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık görülmemekte. Çünkü yerçekimi yok olduğunda her şeyin sabit kalacağı yönündeki 5. çizimi yapan öğrencilerde açıklama sorusunda ise her şeyin serbest bir şekilde uçacağı fikri geçerlidir. Çizim kategorisinden 5. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Boşlukta sabit durma” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık görülmekte. Çünkü iki soruda da öğrencilerin düşüncesi yerçekimi yok olduğunda her şeyin sabit kalacağı fikrinin geçerli olmasıdır. Çizim kategorisinden 5. çizim ve açıklama kategorisinden “Boşlukta sabit durma kategorisi” bilimsel doğru cevapların olduğu kategorilerdir ama tabloda da görülmektedir ki bu iki kategoriye birden cevap verebilenlerin sayısı çok az bir oranda bulunmaktadır.

4.2 İkinci Soruya İlişkin Analizler

Öğrencilerin ikinci soruya verdikleri cevaplar “Çizim” ve “Açıklama” olmak üzere iki kategori altında incelenmiştir. Öğrencilerin çizimleri ve açıklamaları oluşturulan kategorilere göre analiz edilmiş ve yerçekimi ile ilgili fikirleri ayrıntılı bir şekilde saptanmıştır. Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi kavramına ilişkin anlamaları ve zihinsel modelleri, bu modellerin özellikleri ve gözlenme sıklıklarına ilişkin veriler birlikte analiz edilmiştir.

Soru 2- Birbirinden uzak ve Dünya'nın dört farklı noktasında ellerinde taş bulunan insanlar bulunmaktadır.

* Bu insanlar ellerindeki taşı bıraktıklarında taşın duruncaya kadar izlediği yol nasıl olur? Oklarla gösteriniz.



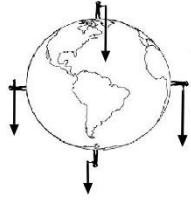
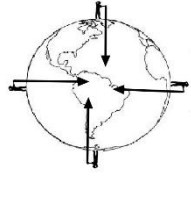
* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

Bu soruyla hedeflenen temel amaç yerçekiminin olduğu bir ortamda Dünya'nın dört bir yanındaki cisimlerin nasıl hareket edeceğini, öğrencilerin zihinlerinde oluşan temel düşüncelerin neler olduğunu ortaya çıkarmaktır. Öğrencilerin zihinlerindeki yerçekimi kavramının netliğini ortaya çıkarabilmek için Dünya'nın dört bir yanına elinde taşla duran insanlar yerleştirildi ve bu insanlar ellerindeki taşları bıraktıklarında taşların nasıl hareket edeceği belirlenmeye çalışıldı. Günlük deneyimleri sonucu üzerinde yaşadıkları Dünya modeli ile uzaydaki Dünya modeli arasında zihinlerinde oluşturdukları fikirler araştırıldı.

4.2.1 İkinci Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi

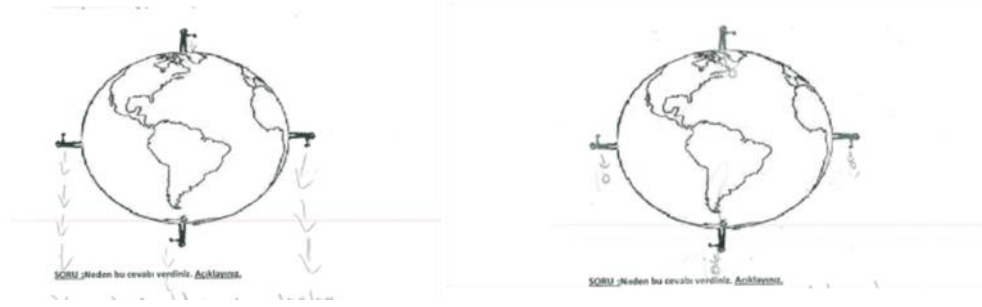
Öğrencilerin 2. çizim sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan kategoriler ve açıklamaları Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11: 2. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları

Kategori	Açıklaması
1. Çizim	 <p>Tek yönlü bir yerçekimi kuvvetinden bahsedilmekte ve her şeyin aşağıya çekileceği fikri görülmekte</p>
2. Çizim	 <p>Merkezi bir yerçekimi kuvvetinden bahsedilmekte</p>
Diğer	İlgisiz ve boş cevaplar

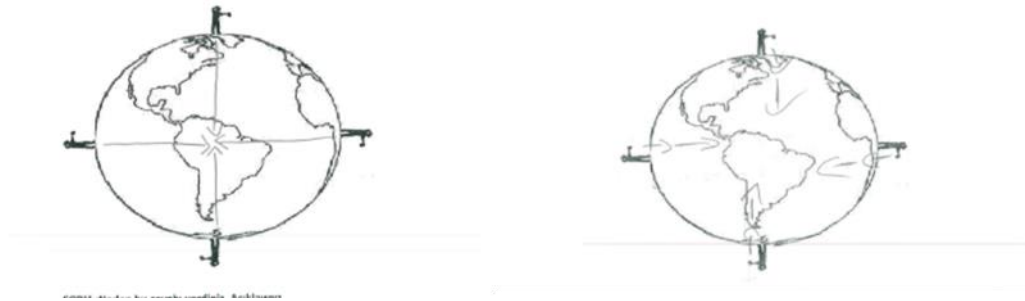
Tablo 11’de görüldüğü gibi öğrencilerin ikinci çizim sorusuna ilişkin cevaplarının iki farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

1. çizimde öğrencilerin genel düşüncesi insanlar ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların aşağı doğru tek yönlü bir çekim kuvveti etkisiyle aşağıya hareket edeceği fikri geçerli. Yerçekimi kuvveti etkisinde her şeyin aşağı yönde hareket ettiğini deneyimleyen öğrenciler Dünya’nın hangi noktasında olursa olsun bırakılan taşların yine aşağı doğru gideceği fikrinde karar kılıyor. Şekil 13’de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 2. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 13: Öğrencilerin 1. kategoriye ait örnek çizimleri

2. çizimde öğrencilerin genel düşüncesi farklı noktalarda bulunan insanların ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların merkezi bir çekim kuvveti etkisiyle Dünya'nın merkezine doğru hareket edeceği fikri geçerli. Bu öğrenciler yerçekimi kuvvetinin etkisiyle her şeyin Dünya'nın merkezine doğru çekileceği bir kuvvetin varlığını kavramaktadır. Merkezi bir çekim kuvvetinin varlığını çeşitli çizimlerle ortaya koymaktalar. Şekil 14'de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 2. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 14: Öğrencilerin 2. kategoriye ait örnek çizimleri

4.2.1.1 İkinci Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 2. çizim sorusuna ilişkin cevaplarının iki farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan "Diğer" kategorisi de yer almaktadır. Öğrencilerin 2. çizim sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12: 2. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri

	Kategori		
	1. Çizim	2. Çizim	Diğer
f (n=400)	43	275	82
%	10,8	68,8	20,5

Tablo 12’de ortaokul öğrencilerinin 2. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların kategorilere göre frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Farklı sınıf seviyelerindeki 400 öğrencinin 275’i 2. çizimi yaptıkları görülmekte. Bu da gösteriyor ki öğrencilerin çoğunda insanlar ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların merkezi bir çekim kuvvetinin etkisiyle Dünya’nın merkezine doğru hareket edeceği fikri geçerli. Bu fikirde olan öğrenciler tüm öğrencilerin % 68,8’ini kapsıyor. Bu da gösteriyor ki öğrencilerin çoğunda Dünya yüzeyinde bırakılan cisimlerin yerçekimi kuvveti etkisi ile yerin merkezine doğru çekileceği yönünde doğru fikirler görülmekte. İnsanların ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların tek yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle aşağı yönde çekileceği fikri olan 1. çizim ise öğrencilerin 43’ü tarafından cevapladığı görülmekte. Bu fikirde olan öğrenciler tüm öğrencilerin % 10,8’ini kapsıyor. Bu fikirde olan öğrencilerin çoğunda yerçekimi kuvveti tam olarak oturmadığı ve yerçekimi kuvvetinin yönü nerede olursa olsun aşağı yönde olacağı fikri geçerli olduğu görülmekte. Bu da gösteriyor ki öğrenciler günlük yaşamdaki deneyimleri sonucu edindikleri bilgilerle bağdaşım kurmakta ve bırakılan her şeyin aşağı düşeceğini kabul etmekte.

Öğrencilerin 2. çizim sorusuna verdikleri cevapların sınıf seviyesine göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 13’de sunulmuştur.

Tablo 13: 2. çizim sorusunun sınıf seviyelerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Kategori	Sınıf Seviyesi							
	5. Sınıf		6. Sınıf		7. Sınıf		8. Sınıf	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
1. Çizim	0	0	14	14	14	14	15	15
2. Çizim	65	65	72	72	69	69	69	69
Diğer	35	35	14	14	17	17	16	16

Tablo 13’de ortaokul öğrencilerinin sınıf seviyesine göre 2. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Kategorilere göre her sınıf seviyesinde en sık rastlanılan çizim insanlar ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların merkezi bir çekim kuvveti etkisiyle Dünya’nın merkezine doğru hareket edeceği fikrinin geçerli olduğu 2. çizim kategorisinde görülmekte. 2. çizim kategorisi sınıf seviyelerine göre çok fazla bir farklılık göstermemekte ve değerlerin birbirine çok yakın çıktığı görülmekte. İnsanların ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların tek yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle aşağı yönde çekileceği fikri olan 1. çizim kategorisi beşinci sınıftaki hiçbir öğrenci tarafından cevaplanmamakta. Altı, yedi ve sekizinci sınıftaki öğrencilerde ise 1. çizim kategorisi birbirlerine çok yakın değerler çıktığı görülmekte. Beşinci sınıf öğrencilerinde bu çizimler yerini ilgisiz ve herhangi bir kategoride yer almayan çizimler almakta. “Diğer” kategorisi altı, yedi ve sekizinci sınıfta ortalama % 15 civarında iken beşinci sınıflarda bu değer % 35’e çıkmakta ve aralarında %20’lik bir fark oluşmakta.

Öğrencilerin 2. çizim sorusuna verdikleri cevapların cinsiyete göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 14’te sunulmuştur.

Tablo 14: 2. çizim sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Cinsiyet	Kategori							
	1. Çizim		2. Çizim		Diğer		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Erkek	19	4,8	134	33,5	33	8,3	186	46,5
Kız	24	6	141	35,3	49	12,3	214	53,5
Toplam	43	10,8	275	68,8	82	20,5	400	100

Tablo 14’te ortaokul öğrencilerin cinsiyetlerine göre 2. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında insanlar ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların merkezi bir çekim kuvvetinin etkisiyle Dünya’nın merkezine doğru hareket edeceği fikrinin geçerli olduğu 2. çizim kategorisi kız öğrencilerde daha sık görülmekte. Erkek öğrencilerde 186 kişiden 134’ünde 2. çizim kategorisi görülürken, kız öğrencilerde 214 kişiden 141’inde görülmekte. 2. çizim kategorisine benzer bir oran 1. çizim kategorisinde olan insanların ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların tek yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle aşağı yönde çekileceği fikrinde de geçerlidir. Kız öğrencilerinin 24’ü (% 6), erkek öğrencilerin ise 19’u (% 4,8) 1. çizim kategorisini cevapladıkları görülmekte. “Diğer” kategorisinde de benzer bir farkla kız öğrencilerde daha fazla görülmekte. Öğrenciler tarafından verilen cevapların görülme sıklığında cinsiyet olarak belirgin bir fark görülmemekte.

4.2.2 İkinci Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi

Öğrencilerin 2. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan kategoriler ve açıklamaları Tablo 15’de sunulmuştur.

Tablo 15: 2. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları

Kategori	Açıklaması
Sadece yerçekimi	Sadece yerçekimi kuvvetinden bahsedenler (herhangi bir açıklama yapılmamış)
Yerçekimi + Merkez	Yerçekimi kuvveti ile birlikte merkezi bir çekimden bahsedenler
Yerçekimi + Tek yön	Yerçekimini tek yönlü olarak aşağıya doğru bir kuvvet olarak açıklayanlar
Diğer	İlgisiz ve boş cevaplar

Tablo 15’de görüldüğü gibi öğrencilerin 2. sorunun açıklamalarına ilişkin cevapları üç farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

2. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Sadece yerçekimi” kategorisindeki öğrencilerde farklı noktalarda bulunan insanların ellerindeki taşları bıraktıklarında taşlara bir yerçekimi kuvveti uygulandığını söyledikleri fakat açıklama yapmadıkları fikri geçerli. Bu öğrencilerde yerçekimi kuvvetinin bilgi düzeyinde olduğu, kavrama düzeyine henüz geçemedikleri görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Sadece yerçekimi” kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Yerçekimi olduğu için havada olan bir cisim bıraktığımızda yerçekimi sayesinde taşlar düşer.
- Yerçekimi olduğu için bu şekilde olur.
- Çünkü Dünya’da oldukları için yerçekimi kuvveti uygular.
- Yerçekimi olduğu için direkt düşer.

- Çünkü taşlar yuvarlanınca yoluna gidebilir yerçekimi olduğu için.
- Çünkü yerçekimi çeker.
- Çünkü yerçekimi olduğu için topu nereye bırakırsa oraya doğru gider.

2. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Yerçekimi + Merkez” kategorisindeki öğrencilerde farklı noktalarda bulunan insanların ellerindeki taşı bıraktıklarında taşlara bir yerçekimi kuvveti uygulandığı ve bunun yanında çekim kuvveti etkisiyle taşların Dünya’nın merkezine doğru hareket edeceği yönündeki fikrin geçerli olduğu görülmektedir. Öğrenciler günlük deneyimleri sonucunda cisimlerin serbest bırakıldığında cisimlere bir kuvvet uygulandığını ve bu kuvvetin cisimleri Dünya’nın merkezine doğru çekeceği yönündeki fikrin geçerli olduğu görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Yerçekimi + Merkez” kategorisindeki cevapların bazıları aşağıdaki gibidir:

- Çünkü o dört kişinin ellerindeki taşlar yerçekimi kuvvetiyle dört bir yandan gelerek ortada bir noktada buluşur.
- Yerçekimi olduğunu düşünürsek içeri yani Dünya’nın ortasına doğru gider taşlar.
- Çünkü taş bırakıldığında Dünya’nın merkezine doğru hareket eder.
- Dünya’nın merkezinde yerçekimi kuvveti olduğundan bu taşlar Dünya’nın üzerinde duracaktır.
- Yerçekimi Dünya’nın merkezine doğrudur. Taşlar nereden atılırsa atılsın. Dünya’nın merkezine doğru düşer. Dünya’nın merkezine yol olmadığına göre Dünya yüzeyinde durur.

İkinci sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Yerçekimi + Tek yön” kategorisindeki öğrencilerde farklı noktalarda bulunan insanların ellerindeki taşı bıraktıklarında taşlara bir yerçekimi kuvveti uygulandığı ve bunun yanında çekim kuvveti etkisiyle taşların aşağıya doğru hareket edeceği yönündeki fikrin geçerli olduğu görülmekte. Bu öğrencilerde yerçekimi kuvvetinin kaynağının Dünya’nın dışında ve altında bir yerden kaynaklandığı yönündeki yanlış bilgiler olduğu görülmektedir. Öğrenciler günlük deneyimleri sonucunda cisimlerin serbest

bırakıldığında cisimlere bir kuvvet uygulandığını ve bu kuvvetin cisimleri aşağıya doğru çekeceği yönündeki fikrin ortaya çıktığı görülmektedir. Üst tarafta bulunan kişi elindeki taşı bıraktığında aşağıya doğru düşeceği doğru bir düşüncedir fakat genel olarak bakıldığında üst taraftaki kişiden bağımsız olarak aşağıya doğru düşeceği yönündeki fikirler görülmektedir. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Yerçekimi + Tek yön” kategorisindeki cevapların bazıları aşağıdaki gibidir:

- Yerçekimi olduğundan taşlar aşağıya çeker.
- Taşlar gidebildiği yere kadar (aşağı, sonsuza) gider.
- Taşlar aşağı düşer.
- Taşlar atıldığı yöne çarpar sonra aşağı düşer.
- Çünkü yerçekimi olduğu için taşlar boşluk olan yere yani aşağı düşer.
- Çünkü yukarıdan aşağıya doğru bırakılan taşlar bir hızla aşağıya iner. Ama diğerlerinde taşın hızlanacağı yön farklı ve aşağıda.
- Yerçekimi olduğu için taşlar aşağı düşer.
- Çekim nereye doğruysa oraya gider yani aşağı düşer.

4.2.2.1 İkinci Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 2. sorunun açıklama sorusuna ilişkin cevaplarının üç farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır. Öğrencilerin birinci sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 16’da sunulmuştur.

Tablo 16: 2. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri

	Kategori			
	Sadece yerçekimi	Yerçekimi + Merkez	Yerçekimi + Tek yön	Diğer
f (n=400)	149	63	22	166
%	37,3	15,8	5,5	41,5

Tablo 16’da ortaokul öğrencilerinin 2. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların kategorilere göre frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Farklı sınıf seviyelerindeki 400 öğrencinin 149’unda “Sadece yerçekimi” kategorisindeki fikir görülmekte. Bu da gösteriyor ki öğrencilerin çoğu Dünya’nın dört farklı noktasında bırakılan taşlara bir çekim kuvveti uygulanıyor diyor ve bu çekim kuvvetini ise yerçekimi kuvveti olarak adlandırıyor. Bu öğrenciler Dünya üzerinde bulunan bütün cisimlere bir yerçekimi kuvvetinin uygulandığını söylüyor ama detaylandıramıyorlar. Bu fikirde olan öğrenciler tüm öğrencilerin % 37,3’ünü kapsıyor. “Sadece yerçekimi” kategorisine en yakın olan kategori ise 63 öğrencinin açıklaması olan “Yerçekimi + Merkez” kategorisi olmakta. “Yerçekimi + Merkez” kategorisindeki öğrencilerde Dünya’nın dört farklı noktasında bırakılan taşlara bir çekim kuvvetinin uygulandığı, bu çekim kuvvetinin kaynağının ise Dünya’nın merkezinden kaynaklandığı fikri geçerli. Bu fikirde olan öğrenciler tüm öğrencilerin % 15,8’ini kapsıyor. Yerçekiminden bahsedip bununla beraber merkezi bir yerçekiminden bahseden öğrenciler bilimsel olarak doğru açıklama yapmaktadır. “Yerçekimi + Tek yön” açıklamasını yapan 22 öğrenci bulunmakta. “Yerçekimi + Tek yön” kategorisindeki öğrencilerde Dünya’nın dört farklı noktasında bırakılan taşlara bir çekim kuvvetinin uygulandığı, bu çekim kuvvetinin kaynağının ise Dünya’nın altından kaynaklandığı fikri geçerli. Bu öğrenciler günlük deneyimleri sonucunda serbest bırakılan cisimlerin aşağıya düştüğünü görüyorlar ve çekim kuvvetinin her şeyi aşağıya çekeceği yönündeki fikri benimsiyorlar. Öğrencilerde cisimlerin Dünya üzerindeki konumlarının bir önemi olmadığı, bırakılan her cismin aşağıya doğru düşeceği fikri geçerli olduğu görülmektedir. Bu fikirde olan öğrenciler tüm öğrencilerin % 5,5’ini kapsıyor. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak

çoğunlukta cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi ise % 41,5’lik bir değerle görülme sıklığının en fazla olduğu kategori olmakta. Çizim sorusunda tüm öğrencilerin % 20,5’inde “Diğer” kategorisi yer alırken, açıklama sorusunda bu sayı % 41,5’e çıkmakta. Açıklama sorusundaki “Diğer” kategorisi çizim kategorisinden % 21 daha fazla görülmekte. Bu da gösteriyor ki öğrenciler sorulan soruları cevaplarırken çizerek kendilerini daha iyi ifade etmekte ve daha rahat cevap vermekte.

Öğrencilerin 2. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların sınıf seviyesine göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 17’de sunulmuştur.

Tablo 17: 2. sorunun açıklama sorusuna ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Kategori	Sınıf Seviyesi							
	5. Sınıf		6. Sınıf		7. Sınıf		8. Sınıf	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Sadece yerçekimi	28	28	45	45	42	42	34	34
Yerçekimi + Merkez	8	8	15	15	20	20	20	20
Yerçekimi + Tek yön	8	8	2	2	3	3	9	9
Diğer	56	56	38	38	35	35	37	37

Tablo 17’de ortaokul öğrencilerinin sınıf seviyesine göre 2. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Kategorilere göre her sınıf seviyesinde en sık rastlanılan düşünce Dünya’nın dört farklı noktasında bırakılan taşlara bir çekim kuvveti uygulanıyor diyen ve bu çekim kuvvetini ise yerçekimi kuvveti olarak adlandıran fikir olan “Sadece yerçekimi” kategorisinde görülmekte. “Sadece yerçekimi” kategorisi altı ve yedinci sınıfta birbirine çok yakın değerlerde görülmekte. Sekizinci sınıflarda “Sadece yerçekimi” kategorisindeki cevaplarda bir düşüş görülmektedir. Altıncı ve yedinci sınıfların “Sadece yerçekimi” kategorisindeki cevapların görülme sıklığıyla sekizinci sınıflar arasında % 9 oranında bir fark görülmekte. Benzer bir fark beşinci sınıflarda da

görülmekte. Beşinci sınıftaki öğrencilerin “Sadece yerçekimi” kategorisine verdiği cevapların altıncı ve yedinci sınıftaki öğrencilerin verdiği cevaplar arasındaki fark % 16 olarak görülmekte. Sınıf seviyesi olarak genel bakıldığında, sınıf seviyesi arttıkça “Sadece yerçekimi” kategorisine verilen cevapların oranı artmakta ama sekizinci sınıfta bu sayının azalmakta olduğu görülmekte. “Sadece yerçekimi” kategorisinden sonra en sık görülen kategori Dünya’nın dört farklı noktasında bırakılan taşlara bir çekim kuvvetinin uygulandığı, bu çekim kuvvetinin kaynağının ise Dünya’nın merkezinden kaynaklandığı fikri olan “Yerçekimi + Merkez” kategorisi olmakta. Bilimsel olarak doğru kabul edilen “Yerçekimi + Merkez” kategorisi beşinci sınıflarda görülme sıklığı en az olan cevaplar arasında ve diğer sınıf seviyelerine kıyasla bu kategoriye en az cevabın verildiği sınıf seviyesi olarak görülmekte. “Yerçekimi + Merkez” kategorisine cevap verme sıklığında sınıf seviyesi arttıkça bir artış olduğu görülmekte. Yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin “Yerçekimi + Merkez” kategorisine cevap verme oranları ile altıncı sınıf öğrencilerinin oranları arasındaki fark % 5, beşinci sınıf öğrencileriyle arasındaki fark ise % 12 olarak görülmekte. Sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerde merkezi bir çekim kuvvetinin olduğu yönündeki fikirlerde de artış görülmekte. Bu öğrenciler çekim kuvvetinin Dünya’nın merkezinden kaynaklandığı yönündeki doğru bir düşünce içindeler. Bunun yanında Dünya’nın dört farklı noktasında bırakılan taşlara bir çekim kuvvetinin uygulandığı, bu çekim kuvvetinin kaynağının ise Dünya’nın altından kaynaklandığı fikri olan “Yerçekimi + Tek yön” kategorisi sınıf seviyelerine göre en az rastlanılan cevaplar arasında görülmekte. Altıncı ve yedinci sınıflarda görülme oranı yok denecek kadar az ve değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmekte. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi beşinci sınıflarda % 56 oranı ile en sık karşılaşılan cevap olmakta. Altıncı, yedinci ve sekizinci sınıflarda ise “Diğer” kategorisi % 37’lik bir ortalama ile ikinci sırada yer almakta. Sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerin soruları anlamlı cevaplama oranları da artmakta.

Öğrencilerin 2. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların cinsiyete göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 18’de sunulmuştur.

Tablo 18: 2. sorunun açıklama sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Cinsiyet	Kategori									
	Sadece		Yerçekimi +		Yerçekimi +		Diğer		Toplam	
	yerçekimi		Merkez		Tek yön					
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Erkek	70	17,5	30	7,5	9	2,3	77	19,3	186	46,5
Kız	79	19,8	33	8,3	13	3,3	89	22,3	214	53,5
Toplam	149	37,3	63	15,8	22	5,5	166	41,5	400	100

Tablo 18’de ortaokul öğrencilerin cinsiyetlerine göre 2. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında Dünya’nın dört farklı noktasında bırakılan taşlara bir çekim kuvveti uygulanıyor diyen ve bu çekim kuvvetini ise yerçekimi kuvveti olarak adlandıran fikir olan “Sadece yerçekimi” kategorisi kız öğrencilerde çok az bir farkla daha fazla olduğu görülmektedir. Kız öğrencilerde 214 kişiden 79’unda “Sadece yerçekimi” kategorisi görülürken, erkek öğrencilerde 186 kişiden 70’inde görülmekte. Dünya’nın dört farklı noktasında bırakılan taşlara bir çekim kuvvetinin uygulandığı, bu çekim kuvvetinin kaynağının ise Dünya’nın merkezinden kaynaklandığı fikri olan “Yerçekimi + Merkez” kategorisinde de kız öğrencilerin cevap verme sıklığı daha fazla olduğu görülmekte. Bilimsel doğru kabul edilen bu değer diğer kategorilere göre çok az çıkmıştır. Benzer bir fark Dünya’nın dört farklı noktasında bırakılan taşlara bir çekim kuvvetinin uygulandığı, bu çekim kuvvetinin kaynağının ise Dünya’nın altından kaynaklandığı fikrinin geçerli olduğu “Yerçekimi + Tek yön” kategorisinde olduğu görülmekte. Erkek öğrencilerde 186 kişiden 9’unda “Yerçekimi + Tek yön” kategorisi görülürken, kız öğrencilerde 214 öğrenciden 13’ünde olduğu görülmekte. Kategoriler arasında en sık görülen “Diğer” kategorisine de yine kız öğrencilerin cevap verme sıklığı daha fazla olduğu görülmekte.

4.2.3 İkinci Sorunun Çizim ve Açıklamasına İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 2. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 19’da sunulmuştur.

Tablo 19: 2. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri

Kategori	Kategori									
	Sadece		Yerçekimi		Yerçekimi		Diğer		Toplam	
	yerçekimi		+ Merkez		+ Tek yön					
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1.Çizim	19	4,8	1	0,3	6	1,5	17	4,3	43	10,8
2.Çizim	104	26	61	15,3	12	3	98	24,5	275	68,8
Diğer	26	6,5	1	0,3	4	1	51	12,8	82	20,5
Toplam	149	37,3	63	15,8	22	5,5	166	41,5	400	100

Tablo 19’da ortaokul öğrencilerinin 2. sorunun çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında çizim sorusuna ilişkin cevapların iki farklı kategoride sol sütunda, açıklama sorusuna ilişkin cevapların üç farklı kategoride üst satırda toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra her iki sorunun kategorilerinin dışında ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

Tablo 19’da 1. çizim kategorisi olan farklı noktalarda bulunan insanların ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların tek yönlü bir çekim kuvvetine maruz kalacakları ve taşların aşağı yönde çekileceği fikrinin görülme sıklığının toplam 43 (% 10,8) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 19’u (% 4,8) çizim kategorisinden 1. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Sadece yerçekimi” kategorisini cevapladıkları görülmektedir. Çizim kategorisinden 1. çizimi açıklama kategorisinden ise “Yerçekimi + Merkez” kategorisini cevaplayan 1 öğrenci görülmektedir. Bu öğrencinin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık görülmemektedir. Çünkü çiziminde aşağı doğru bir yerçekiminin olduğu yönünde bir çizim yaparken açıklamasında merkezi bir

yerçekimi kuvvetinden bahsettiği görülmektedir. Bunun yanında çizim kategorisinden 1. çizimi açıklama kategorisinde ise “Yerçekimi + Tek yön” kategorisini cevaplayan 6 öğrenci görülmektedir. Bu öğrencilerin verdiği cevaplar arasında bir tutarlılık görülmektedir. Çünkü öğrencilerin hem çizim hem de açıklamaya verdikleri cevaplarda taşların aşağıya doğru hareket edeceği fikri geçerli. Çizim kategorisinden 1. çizim kategorisini cevaplayan öğrencilerden 17’si ise “Diğer” kategorisi içerisinde bulunmaktadır.

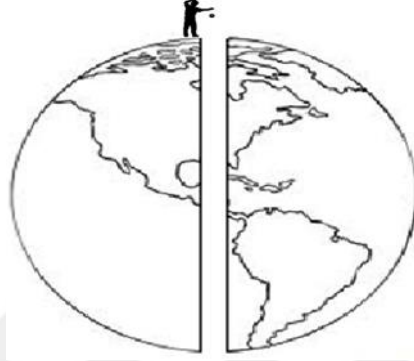
Tablo 19’da 2. çizim kategorisi olan farklı noktalarda bulunan insanların ellerindeki taşı bıraktıklarında taşların merkezi bir çekim kuvvetine maruz kalacakları ve taşların Dünya’nın merkezine doğru hareket edeceği fikrinin görülme sıklığının toplam 275 (% 68,8) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 104’ü (% 26) çizim kategorisinden 2. çizimi açıklama kategorisinden ise “Sadece yerçekimi” kategorisini cevapladıkları görülmektedir. Bu öğrenciler çizimleriyle bırakılan taşlara merkezi bir çekim kuvvetinin etki ettiğini çizerken açıklamalarında sadece yerçekiminden bahsettikleri görülmekte. Çizim kategorisinden 2. çizimi açıklama kategorisinden ise “Yerçekimi + Merkez” kategorisini cevaplayan 61 öğrenci görülmektedir. Bu öğrencilerin verdiği cevaplar arasında bir tutarlılık görülmektedir. Çünkü öğrencilerin hem çizim hem de açıklamaya verdikleri cevaplarda taşların merkeze doğru hareket edeceği fikri geçerli. Bunun yanında çizim kategorisinden 2. çizimi, açıklama kategorisinde ise “Yerçekimi + Tek yön” kategorisini cevaplayan 6 öğrenci görülmektedir. Bu öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık görülmemektedir. Çünkü çiziminde merkezi bir yerçekiminin olduğu yönünde bir çizim yaparken açıklamasında aşağı doğru bir yerçekimi kuvvetinden bahsettiği görülmektedir. Çizim kategorisinden 2. çizim kategorisini cevaplayan öğrencilerden 98’i ise “Diğer” kategorisi içerisinde bulunmaktadır.

4.3 Üçüncü Soruya İlişkin Analizler

Öğrencilerin 3. soruya verdikleri cevaplar “Çizim” ve “Açıklama” olmak üzere iki kategori altında incelenmiştir. Öğrencilerin çizimleri ve açıklamaları oluşturulan kategorilere göre analiz edilmiş ve yerçekimi ile ilgili fikirleri ayrıntılı bir şekilde saptanmıştır. Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi kavramına ilişkin anlamaları ve zihinsel modelleri, bu modellerin özellikleri ve gözlenme sıklıklarına ilişkin veriler birlikte analiz edilmiştir.

Soru 3- Aşağıdaki şekle bakarak Dünya'nın bir kutbundan diğer kutbuna doğru tünel kazıldığını düşünün. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bırakıyor. (Taş ile hava sürtünmesi ihmal edilecek)

* Bu insan elindeki taşı bıraktığında taşın duruncaya kadar izlediği yol nasıl olur? Oklarla gösteriniz.



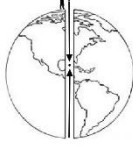
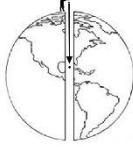
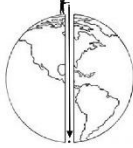
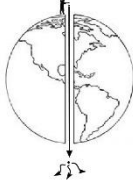
* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

Bu soruyla hedeflenen temel amaç, tünelin bir ucundan bırakılan taşın nasıl hareket edeceğini, bu hareketin yerçekimiyle olan ilişkisinin nasıl olacağı bununla birlikte yerçekimi kuvvetinin şiddetinin uzaklığa bağlı olarak değişimini ve öğrencilerin zihinlerinde oluşan temel düşüncelerin ne olduğunu ortaya çıkarmaktır. Öğrencilerin zihinlerindeki yerçekimi kavramının netliğini ortaya çıkarabilmek için Dünya'nın bir kutbundan diğer kutbuna doğru tünel kazıldığı ve tünelin başlangıcında elinde taşla duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bıraktığı resmedilmektedir. Öğrenci cevaplarından tünel boyunca taşın herhangi bir kuvvetin etki edip etmeyeceği araştırıldı. Böylelikle öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları yerçekimi kuvveti hakkındaki fikirleri ortaya çıkarılması planlandı.

4.3.1 Üçüncü Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi

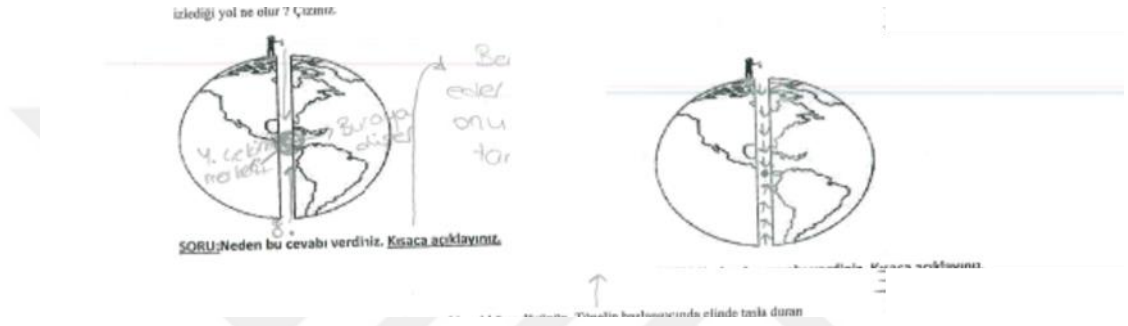
Öğrencilerin 3. çizim sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan kategoriler ve açıklamaları Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20: 3. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları

Kategori		Açıklaması
1. Çizim		Bilimsel çizimi resmetmekte, bırakılan taşın harmonik hareket yapması
2. Çizim		Bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde durması
3. Çizim		Bırakılan taşın Dünya'nın diğer ucuna ulaşarak durması
4. Çizim		Bırakılan taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması
Diğer		İlgisiz ve boş cevaplar

Tablo 20'ye göre öğrencilerin üçüncü çizim sorusuna ilişkin cevaplarının dört farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan "Diğer" kategorisi de yer almaktadır.

1. çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bıraktığında taş ileri geri harmonik hareket yapacağı fikri geçerlidir. Öğrenciler bu düşünceyle yerçekimi kuvvetinin Dünya üzerindeki her şeyi merkeze doğru çekeceği yönündeki çizimi yapmaktadırlar. Atılan taşın merkezi geçmesi durumunda ise tekrardan merkezi bir çekimin etkisiyle çekileceği ve harmonik hareket yapacağı yönündeki bilimsel doğru çizimi resmetmektedirler. Şekil 15'te farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 3. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



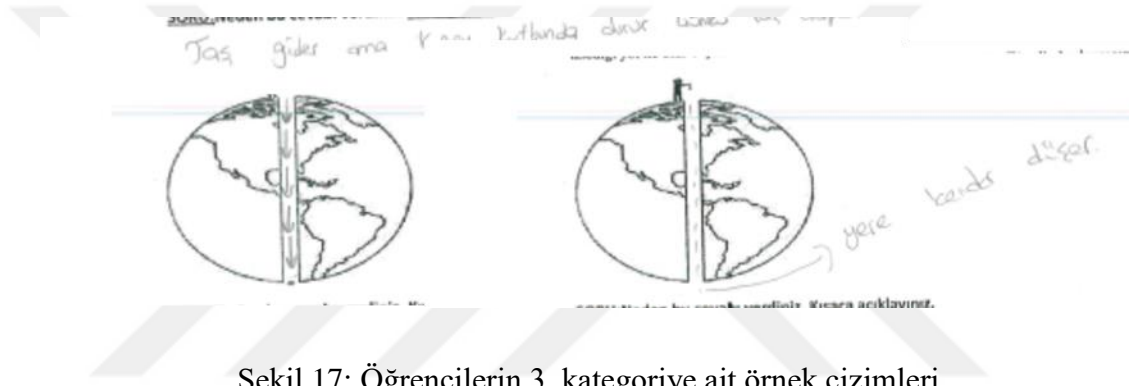
Şekil 15: Öğrencilerin 1. kategoriye ait örnek çizimleri

2. çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taş merkezi çekim sonucunda Dünya'nın merkezinde duracağı fikri geçerlidir. Öğrenciler yerçekimi kuvvetinin Dünya'nın merkezinden kaynaklandığı yönündeki düşünce içerisindedirler. Dünya yüzeyinden atılan her şeyin merkezi bir çekim kuvveti etkisiyle merkeze çekilerek orada duracağı yönündeki çizimleri resmetmektedirler. Şekil 16'da farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 3. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 16: Öğrencilerin 2. kategoriye ait örnek çizimleri

3. çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya'nın diğer ucuna ulaşarak duracağı fikri geçerlidir. Yerçekimi etkisiyle bırakılan her şeyin aşağıya doğru hareket ettiğini deneyimleyen öğrenciler tünelin ucundan bırakılan taşın aşağı doğru hareket edeceğini fakat merkezi bir çekimden bağımsız olarak Dünya'nın diğer tarafında yüzeyde duracağı düşüncesindedir. Bu öğrencilerde merkezi bir çekim kuvveti yerini yüzeysel bir çekim kuvveti aldığı görülmektedir. Atılan taşın merkezden geçerek karşı tarafa varıp orada yüzeyde duracağı yönündeki çizimleri resmetmektedirler. Şekil 17'de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 3. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 17: Öğrencilerin 3. kategoriye ait örnek çizimleri

4. çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikri geçerlidir. Öğrencilerde tünelin içerisinden geçen taşın aşağı yönlü bir yerçekimi kuvvetinin etki edeceği yönündeki düşünce hâkimdir. Bu şekilde taşın bir çekim kuvveti uygulandığında taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkacağını ve boşluğa yayılacağı yönündeki çizimleri resmetmektedirler. Şekil 18'de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 3. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 18: Öğrencilerin 4. kategoriye ait örnek çizimleri

4.3.1.1 Üçüncü Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 3. çizim sorusuna ilişkin cevaplarının dört farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır. Öğrencilerin üçüncü çizim sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21: 3. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri

	Kategori				
	1. Çizim	2. Çizim	3. Çizim	4. Çizim	Diğer
f (n=400)	17	65	87	203	28
%	4,3	16,3	21,8	50,8	7

Tablo 20’de ortaokul öğrencilerinin 3. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların kategorilere göre frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Farklı sınıf seviyelerindeki 400 öğrencinin 203’ü 4. çizimi yapmışlardır. Bu da öğrencilerin çoğunda tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taş tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikri geçerli. Bu fikirde olan öğrenciler tüm öğrencilerin % 50,8’ini kapsıyor. Bu da öğrencilerin düşen taş ile yerçekimi arasında zihinsel olarak bir ilişki kuramadığını göstermektedir. Bunun yanında ona en yakın olan çizim ise 87 (% 21,8) öğrencinin yaptığı 3. çizim gelmekte. Bu çizimde de öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde

taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya'nın diğer ucuna ulaşarak duracağı fikri geçerli. Bu çizimde Dünya'nın bir çekim kuvvetinin olduğunu fakat düşen taş nasıl etki edebileceği konusunda zihinsel bir model oluşturamamakla birlikte çekim kuvvetinin merkezinin ise Dünya'nın yüzeyi olduğunu düşündükleri görülmektedir. 2. çizimdeki kategoride 65 (% 16,3) öğrenci, tünelin başlangıcında elinde taşla duran insanın, taşı tünelin ucundan bıraktığında merkezi çekim sonucu taşın Dünya'nın merkezinde duracağı fikrindedir. Bilimsel doğru olarak kabul edilen tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bıraktığında taş ileri geri harmonik hareket yapacağı fikri olan 1. çizim kategorisinde ise 17 (% 4,3) öğrenci yer almaktadır.

Öğrencilerin 3. çizim sorusuna verdikleri cevapların sınıf seviyesine göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22: 3. çizim sorusunun sınıf seviyelerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Kategori	Sınıf Seviyesi							
	5. Sınıf		6. Sınıf		7. Sınıf		8. Sınıf	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
1. Çizim	1	1	4	4	6	6	6	6
2. Çizim	11	11	15	15	20	20	19	19
3. Çizim	28	28	23	23	19	19	17	17
4. Çizim	51	51	53	53	49	49	50	50
Diğer	9	9	5	5	6	6	8	8

Tablo 22'de ortaokul öğrencilerinin sınıf seviyesine göre 3. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Kategorilere göre her sınıf seviyesinde en sık rastlanılan çizim tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikrinin geçerli olduğu 4. çizim kategorisinde görülmekte. Sınıf seviyelerine göre 4. çizim kategorisinde belirgin bir

fark görülmemekte. Sınıf seviyelerine göre 4. çizim kategorisinden sonra en sık rastlanılan 3. çizim kategorisi görülmekte. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya'nın diğer ucuna vararak duracağı fikrinin geçerli olduğu 3. çizim kategorisinde sınıf seviyesi arttıkça görülme sıklığında bir azalma görülmektedir. Beş ve sekizinci sınıf öğrencileri arasında bu fark % 11 oranına çıktığı görülmekte. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taş merkezi çekim sonucunda Dünya'nın merkezinde duracağı fikri olan 2. çizim kategorisinde ise sınıf seviyesi arttıkça görülme sıklığında bir artış olduğu görülmektedir. Yedi ve sekizinci sınıf öğrencilerinde merkezi bir çekim kuvveti algısı diğer sınıflara göre daha fazla olduğu görülmekte. Bilimsel doğru olarak kabul edilen tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bıraktığında taş ileri geri harmonik hareket yapacağı fikri olan 1. çizim kategorisi sınıf seviyelerine göre en az cevaplanan kategori olmakta. Beşinci sınıftan sonra 1. çizim kategorisinin görülme sıklığının arttığı gözlenmektedir. Sınıf seviyelerine göre "Diğer" kategorisine verilen cevaplarda belirgin bir fark görülmemekte.

Öğrencilerin 3. çizim sorusuna verdikleri cevapların cinsiyete göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23: 3. çizim sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Cinsiyet	Kategori											
	1. Çizim		2. Çizim		3. Çizim		4. Çizim		Diğer		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Erkek	13	3,3	41	10,3	38	9,5	82	20,5	12	3	186	46,5
Kız	4	1	24	6	49	12,3	121	30,3	16	4	214	53,5
Toplam	17	4,3	65	16,3	87	21,8	203	50,8	28	7	400	100

Tablo 23'te ortaokul öğrencilerin cinsiyetlerine göre 3. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikrinin geçerli olduğu 4. çizim kategorisi kız öğrencilerde daha sık

görülmekte. Erkek öğrencilerde 186 kişiden 86'sında 4. çizim kategorisini görülürken, kız öğrencilerde 214 kişiden 121'inde görülmemekte. Bunun dışında çizim sorusuna verilen cevapların görülme sıklığında cinsiyet olarak belirgin bir fark görülmemekte.

4.3.2 Üçüncü Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi

Öğrencilerin 3. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan kategoriler ve açıklamaları Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24: 3. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları

Kategori	Açıklaması
Bilimsel açıklama	Bırakılan taşın harmonik hareket yapması
Merkezi çekim (yerçekimi merkezi)	Bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde durması
Yerçekimi tek yönlü boşluğa açılan	Bırakılan taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması
Yerçekimi tek yönlü karşıda duran	Bırakılan taşın Dünya'nın diğer ucuna vararak durması
Yerçekimi diyen yetersiz açıklama	Yerçekimi kavramını söyleyenler ama tam açıklayamayanlar
Diğer	İlgisiz ve boş cevaplar

Tablo 24'te görüldüğü gibi öğrencilerin 3. sorunun açıklamalarına ilişkin cevapları beş farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan "Diğer" kategorisi de yer almaktadır.

3. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden "Bilimsel açıklama" kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın harmonik hareket yapması fikri geçerli. Bu öğrencilerde bırakılan taşın tünelin bir ucundan diğer ucuna doğru ileri geri hareket edeceği fikri görülmemekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden "Bilimsel açıklama" kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Merkeze gidene kadar hız alır, merkezi geçer, hızı azalır, geri döner. Sürekli böyle gidip gelir.

3. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Merkezi çekim (yerçekimi merkezi)” kategorisindeki öğrencilerde, bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde durması fikri geçerli. Bu öğrencilerde yerçekimi kuvvetinin kaynağının Dünya’nın merkezinde olduğu ve atılan taşın merkezde duracağı fikri görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Merkezi çekim” kategorisindeki cevapların bazıları aşağıdaki gibidir:

- Taş yuvarlağa aldığım yerde (ortayı yuvarlak içinde göstermiş) durur çünkü Dünya’nın çekirdeğinin çekim gücü var yani yerçekimi var.
- Çünkü çekirdek her şeyi çektiği için çekirdeğin yanında kalır.
- Çekirdekte bulunan yerçekimi taşı kendine çekecektir ve taş yarı yolda kalacaktır.
- Taş Dünya’nın çekirdeğine gider ve orada durur. Taşın aşağı inme sebebi ise yerçekimi.

3. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Yerçekimi tek yönlü boşluğa açılan” kategorisindeki öğrencilerde, bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması fikri geçerli. Bu öğrencilerde bırakılan taşın aşağı yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle tünelin diğer ucuna kadar gideceği ve oradan da uzay boşluğuna yayılacağı fikri görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Yerçekimi tek yönlü boşluğa açılan” kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Dünya’da yerçekimi olduğundan dolayı Dünya’yı ortadan ikiye böldüğümüzde taş direkt aşağı düşer duramaz.
- Çünkü taşı yukarıdan atınca önünde hiçbir engel olmadığı için aşağı düşer.
- Dünya yuvarlak olduğundan ortasına tünel kazıldığında bir boşluk olur. Taşı bıraktığımızda taş boşluğa düşer.
- Yerçekimi olduğu için dümdüz düşer.

3. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Yerçekimi tek yönlü karşıda duran” kategorisindeki öğrencilerde, bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucuna vararak durması fikri geçerli. Bu öğrencilerde bırakılan taşın aşağı yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle tünelin diğer ucuna kadar gideceği ve orada yüzeyde duracağı fikri görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Yerçekimi tek yönlü karşıda duran” kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Yerçekimi olduğu için aşağı düşer ve Dünya’nın diğer ucunda yerçekimi olduğu için durur.
- Çünkü aşağı doğru bir hareket var ve yere kadar düşer.
- Tünelin sonuna kadar taş gider çünkü yukarıdan aşağıya kolayca iner ama kuzey kutbunda durur.
- Çünkü taşı attığımızda yerçekimi ile aşağı düşer ve orada kalır.

3. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Yerçekimi diyen yetersiz açıklama” kategorisindeki öğrenciler bırakılan taşın bir yerçekimi kuvvetinin etki edeceğini söyleyebiliyorlar fakat konu hakkında herhangi bir açıklama yapamıyorlar.

4.3.2.1 Üçüncü Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 3. sorunun açıklama sorusuna ilişkin cevaplarının beş farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır. Öğrencilerin 3. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 25’te sunulmuştur.

Tablo 25: 3. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri

	Kategori					
	Bilimsel açıklama	Merkezi çekim	Yerçekimi_ boşluk	Yerçekimi_ karşıda	Yerçekimi_ yetersiz	Diğer
f (n=400)	12	58	177	63	44	46
%	3	14,5	44,3	15,8	11	11,5

Tablo 25’te ortaokul öğrencilerinin 3. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların kategorilere göre frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Farklı sınıf seviyelerindeki 400 öğrencinin 177’sinde “Yerçekimi tek yönlü boşluğa açılan” kategorisindeki fikir görülmekte. Bu da gösteriyor ki öğrencilerin çoğunda bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması fikri geçerli. Bu fikirde olan öğrenciler tüm öğrencilerin % 44,3’ünü kapsıyor. Bunun yanında “Yerçekimi tek yönlü boşluğa açılan” kategorisine en yakın olan kategori ise 63 (% 15,8) öğrencinin açıklaması olan “Yerçekimi tek yönlü karşıda duran” kategorisi gelmekte. “Yerçekimi tek yönlü karşıda duran” kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucuna vararak durması fikri geçerli. Bir diğer kategori olan “Merkezi çekim (yerçekimi merkezi)” fikri ise tüm öğrencilerin % 14,5’ini kapsıyor. Merkezi çekim kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde duracağı fikri geçerli. Bırakılan taşın tünelin bir ucundan diğer ucuna doğru hareket edeceği fikri olan “Bilimsel açıklama” kategorisinde 12 (% 3) öğrenci yer almaktadır. “Diğer” kategorisi ise % 11,5’lik bir değer çıkmıştır.

Öğrencilerin üçüncü sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların sınıf seviyesine göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 26’da sunulmuştur.

Tablo 26: 3. sorunun açıklama sorusuna ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Kategori	Sınıf Seviyesi							
	5. Sınıf		6. Sınıf		7. Sınıf		8. Sınıf	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Bilimsel açıklama	1	1	1	1	4	4	6	6
Merkezi çekim	8	8	16	16	17	17	17	17
Tek yönlü boşluğa açılan	47	47	45	45	41	41	44	44
Tek yönlü karşıda duran	17	17	20	20	13	13	13	13
Yetersiz açıklama	9	9	14	14	11	11	10	10
Diğer	18	18	4	4	14	14	10	10

Tablo 26’da ortaokul öğrencilerinin sınıf seviyesine göre 3. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Kategorilere göre her sınıf seviyesinde en sık rastlanılan düşünce bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması fikrinin geçerli olduğu “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisi görülmekte. Sınıf seviyelerinde “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisinde belirgin bir fark görülmemekte. Bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde duracağı fikri olan “Merkezi çekim” kategorisinde beşinci sınıftan sonra bir artış görülmekte. Bu oranın beşinci sınıfta % 8 iken diğer sınıflarda ortalama %17 olduğu görülmektedir. Bırakılan taşın tünelin bir ucundan diğer ucuna doğru hareket edeceği fikri olan “Bilimsel açıklama” kategorisinde ise sınıf seviyesi arttıkça verilen cevapların görülme sıklığının da arttığı görülmektedir. Beş ve altıncı sınıfta bu oran % 1 iken yedinci sınıfta % 4’e sekizinci sınıfta ise % 6’ya çıkmakta. Bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucuna ulaşarak durması fikri olan “Tek yönlü karşıda duran” kategorisinde ise sınıf seviyesi arttıkça verilen cevapların görülme sıklığında bir azalma görülmektedir.

Öğrencilerin 3. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların cinsiyete göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27: 3. sorunun açıklama sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri

	Kategori													
	B-1		M-1		T-1		T-2		Y-1		D-1		T	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
E	9	2,3	34	8,5	69	17,3	23	5,8	27	6,8	24	6	186	46,5
K	3	0,8	24	6	108	27	40	10	17	4,3	22	5,5	214	53,5
T	12	3,1	58	14,5	177	44,3	63	15,8	44	11,1	46	11,5	400	100

Not: E=Erkek K=Kız B-1=Bilimsel doğru M-1=Merkezi çekim T-1=Tek yönlü boşluğa açılan T-2=Tek yönlü karşıda duran Y-1=Yetersiz açıklama D-1= Diğer T=Toplam

Tablo 27’de ortaokul öğrencilerin cinsiyetlerine göre 3. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması fikrinin geçerli olduğu “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisi kız öğrencilerde daha fazla olduğu görülmekte. Kız öğrencilerde 214 kişiden 108’inde “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisi görülürken, erkek öğrencilerde 186 kişiden 69’unda görülmekte. Yüzde olarak hesaplandığında kız öğrencilerde görülme oranı % 27 iken erkek öğrencilerde görülme oranı % 17,3’e inmekte. Buradan da görülüyor ki “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisi kız öğrencilerde % 9,7 daha fazla çıkmakta. “Tek yönlü karşıda durma” kategorisi de kız öğrencilerde erkek öğrencilere göre daha fazla olduğu görülmekte. Kız öğrencilerde görülme sıklığı 40 (% 10) iken erkek öğrencilerde bu sayı 23’e (% 5,8) düşmekte. “Bilimsel açıklama” ve “Merkezi çekim” kategorilerinde ise erkek öğrencilerin cevap verme oranları kız öğrencilerden daha fazla olduğu görülmekte. Bunun dışında “Yetersiz açıklama” ve “Diğer” kategorilerinde cinsiyet olarak belirgin bir fark görülmemekte.

4.3.3 Üçüncü Sorunun Çizim ve Açıklamasına İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 3. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 28’de sunulmuştur.

Tablo 28: 3. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri

		Kategori													
		B-1		M-1		T-1		T-2		Y-1		D-1		T	
Kategori		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
		Ç-1	12	3	2	0,5	0	0	0	0	1	0,3	2	0,5	17
	Ç-2	0	0	55	13,8	0	0	0	0	5	1,3	5	1,3	65	16,3
	Ç-3	0	0	0	0	1	0,3	62	15,5	15	3,8	9	2,3	87	21,8
	Ç-4	0	0	1	0,3	175	43,8	1	0,3	20	5	6	1,5	203	50,8
	D-1	0	0	0	0	1	0,3	0	0	3	0,8	24	6	28	7
	T	12	3	58	14,5	177	44,3	63	15,8	44	11	46	11,5	400	100

Not: B-1=Bilimsel doğru M-1=Merkezi çekim T-1=Tek yönlü boşluğa açılan T-2=Tek yönlü karşıda duran Y-1=Yetersiz açıklama D-1= Diğer T=Toplam Ç-1= 1. çizim Ç-2= 2. çizim Ç-3= 3. çizim Ç-4= 4. çizim

Tablo 28’de ortaokul öğrencilerinin 3. sorunun çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında çizim sorusuna ilişkin cevapların dört farklı kategoride sol sütunda, açıklama sorusuna ilişkin cevapların beş farklı kategoride üst satırda toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra her iki sorunun kategorilerinin dışında ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

Tablo 28’de 1. çizim kategorisinde taşın ileri geri harmonik hareket yapacağı fikrinin görülme sıklığının toplam 17 (% 4,3) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 12’si (% 3) çizim kategorisinden 1. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Bilimsel açıklama” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 1. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Bilimsel açıklama” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık söz konusu olduğu görülmektedir. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda bırakılan taşın tünelin bir ucundan diğer ucuna doğru hareket edeceği ve merkezi bir çekim kuvveti olduğu için sonunda Dünya’nın merkezinde duracağı fikirleri geçerli.

Tablo 28’de 2. çizim kategorisinde taşın merkezi çekim sonucunda Dünya’nın merkezinde duracağı fikrinin görülme sıklığının toplam 65 (% 16,3) olduğu

görülmekte. Bu öğrencilerden 55'i (% 13,8) çizim kategorisinden 2. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Merkezi çekim” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 2. çizim, açıklama kategorisinden ise “Merkezi çekim” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık söz konusu olduğu görülmekte. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde duracağı fikirleri geçerli.

Tablo 28’de 3. çizim kategorisinde taşın Dünya’nın diğer ucuna vararak duracağı fikrinin görülme sıklığının toplam 87 (% 21,8) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 62’si (% 15,5) çizim kategorisinden 2. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Tek yönlü karşıda duran” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 3. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Tek yönlü karşıda duran” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık olduğu görülmektedir. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucuna vararak duracağı fikirleri geçerli.

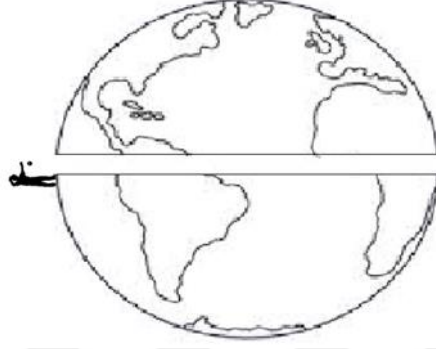
Tablo 28’de 4. çizim kategorisinde taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikrinin görülme sıklığının toplam 203 (% 50,8) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 175’i (% 43,8) çizim kategorisinden 4. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 4. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık olduğu söz konusu. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması fikirleri geçerli.

4.4 Dördüncü Soruya İlişkin Analizler

Öğrencilerin 4. soruya verdikleri cevaplar “Çizim” ve “Açıklama” olmak üzere iki kategori altında incelenmiştir. Öğrencilerin çizimleri ve açıklamaları oluşturulan kategorilere göre analiz edilmiş ve yerçekimi ile ilgili fikirleri ayrıntılı bir şekilde saptanmıştır. Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi kavramına ilişkin anlamaları ve zihinsel modelleri, bu modellerin özellikleri ve gözlenme sıklıklarına ilişkin veriler birlikte analiz edilmiştir.

Soru 4- Aşağıdaki şekle bakarak Dünya'nın ortasından tünel kazıldığını düşünün. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bırakıyor. (Taş ile hava sürtünmesi ihmal edilecek)

* Taş duruncaya kadar nasıl bir yol izler? Oklarla gösteriniz.



* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

Bu soruyla hedeflenen temel amaç, tünelin bir ucundan bırakılan taşın nasıl hareket edeceğini, bu hareketin yerçekimiyle olan ilişkisinin nasıl olacağı, bununla birlikte yerçekimi kuvvetinin şiddetinin uzaklığa bağlı olarak değişimini ve öğrencilerin zihinlerinde oluşan temel düşüncelerin ne olduğunu ortaya çıkarmaktır. Günlük deneyimleri sonucu üzerinde yaşadıkları Dünya modeli ile uzaydaki Dünya modeli arasında zihinlerinde oluşturdukları fikirler arasındaki farkı ortaya çıkarabilmek için tünel “ekvator” üzerinde gösterilmiştir. Öğrencilerin zihinlerindeki yerçekimi kavramının netliğini ortaya çıkarabilmek için ekvatorun bir ucundan diğer ucuna tünel kazıldığı ve tünelin başlangıcında elinde taşla onlara göre yan duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bıraktığı resmedilmektedir. Öğrenci cevaplarından tünel boyunca taşın herhangi bir kuvvetin etki edip etmeyeceği araştırıldı. Böylelikle öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları yerçekimi kuvveti hakkındaki fikirleri ortaya çıkarılması planlandı.

4.4.1 Dördüncü Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi

Öğrencilerin 4. çizim sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan kategoriler ve açıklamaları Tablo 29’da sunulmuştur.

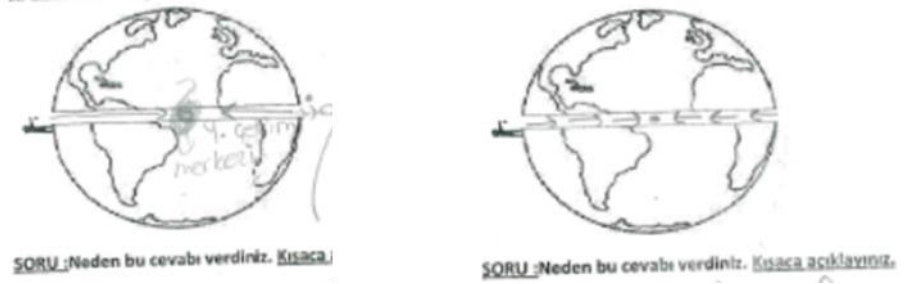
Tablo 29: 4. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları

Kategori	Açıklama
1. Çizim	Bilimsel çizimi resmetmekte, bırakılan taşın harmonik hareket yapması
2. Çizim	Bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde durması
3. Çizim	Bırakılan taşın Dünya'nın diğer ucuna ulaşarak durması
4. Çizim	Bırakılan taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması
5. Çizim	Bırakılan taşın tek yönlü bir yerçekiminden kaynaklı eğik atış yapması
Diğer	İlgisiz ve boş cevaplar

Tablo 29'a göre öğrencilerin 4. çizim sorusuna ilişkin cevaplarının beş farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak

çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

1. çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taş tünelin bir ucundan bıraktığında taş ileri geri harmonik hareket yapacağı fikri geçerlidir. Öğrenciler taşın Dünya'nın yanından bırakılmasının herhangi bir etkisinin olmayacağını ve elinde taşla duran insanın yerçekimi kuvvetinin etkisiyle dik bir şekilde durduğunu kabul etmektedir. Öğrenciler bu düşünceyle yerçekimi kuvvetinin Dünya üzerindeki her şeyi merkeze doğru çekeceğini düşünerek atılan taşın ileri geri harmonik hareket yapacağı yönündeki çizimi yapmaktadırlar. Atılan taşın merkezi geçerek ekvatorun diğer ucuna geçmesi durumunda ise tekrardan merkezi bir çekimin etkisiyle ileri geri hareket edeceği yönündeki bilimsel doğru çizimi resmetmektedirler. Şekil 19'da farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 4. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



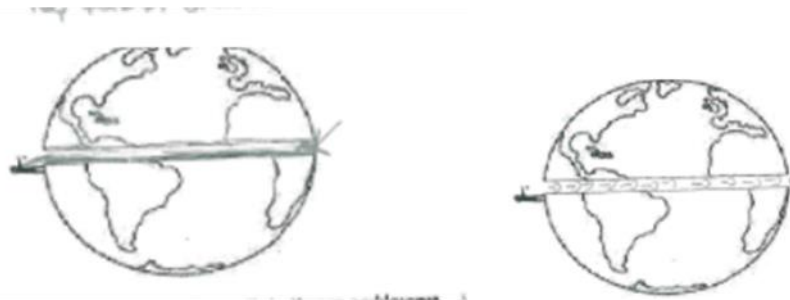
Şekil 19: Öğrencilerin 1. kategoriye ait örnek çizimleri

2. çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taş tünelin ucundan bıraktığında taş merkezi çekim sonucunda Dünya'nın merkezinde duracağı fikri geçerlidir. Öğrenciler taşın Dünya'nın yanından bırakılmasının herhangi bir etkisinin olmayacağını ve elinde taşla duran insanın yerçekimi kuvvetinin etkisiyle dik bir şekilde durduğunu kabul etmektedir. Öğrenciler yerçekimi kuvvetinin Dünya'nın merkezinden kaynaklandığı yönündeki düşünce içerisindeyler. Dünya yüzeyinden atılan her şeyin merkezi bir çekim kuvveti etkisiyle merkeze çekilerek orada duracağı yönündeki çizimleri resmetmektedirler. Şekil 20'de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 4. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 20: Öğrencilerin 2. kategoriye ait örnek çizimleri

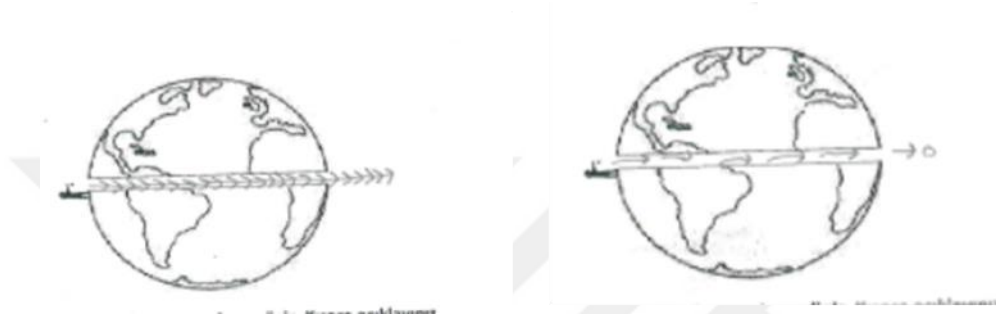
3. çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya'nın diğer ucuna vararak duracağı fikri geçerlidir. Öğrenciler taşın Dünya'nın yanından bırakılmasının herhangi bir etkisinin olmayacağını ve elinde taşla duran insanın yerçekimi kuvvetinin etkisiyle dik bir şekilde durduğunu kabul etmektedir. Yerçekimi kuvvetinin etkisiyle bırakılan her şeyin aşağıya doğru hareket ettiğini deneyimleyen öğrenciler yan olarak açılan tünelin ucundan bırakılan taşında yana doğru hareket edeceğini fakat merkezi bir çekimden bağımsız olarak Dünya'nın diğer tarafında yüzeyde duracağı düşüncesindedir. Bu öğrencilerde merkezi bir çekim kuvveti yerini yüzeysel bir çekim kuvveti aldığı görülmektedir. Atılan taşın merkezden geçerek karşı tarafa varıp orada yüzeyde duracağı yönündeki çizimleri resmetmektedirler. Şekil 21'de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 4. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 21: Öğrencilerin 3.kategoriye ait örnek çizimleri

4. çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikri geçerlidir. Öğrenciler taşın Dünya'nın yanından bırakılmasının

herhangi bir etkisinin olmayacağını ve elinde taşla duran insanın yerçekimi kuvvetinin etkisiyle dik bir şekilde durduğunu kabul etmektedir. Öğrencilerde tünelin içerisinden geçen taşın bir yerçekimi kuvveti etki etmeyeceği yönündeki düşüncelerdir. Bu şekilde taşın bir çekim kuvveti uygulanmadığında taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkacağını ve boşluğa yayılacağı yönündeki çizimleri resmetmektedirler. Şekil 22'de farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 4. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 22: Öğrencilerin 4. kategoriye ait örnek çizimleri

5. çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşın tünelin ucundan bıraktığında taşın tek yönlü bir yerçekimi kuvveti etki ederek taşın eğik atış yapacağı fikri geçerlidir. Öğrenciler tünelin içerisinden geçen taşın aşağı yönlü bir yerçekimi kuvvetinin etki edeceği yönündeki düşüncelerdir. Bu şekilde taşın bir çekim kuvveti uygulandığında taşın bir müddet hareket ettikten sonra tünelin diğer tarafına düşeceği yönündeki çizimleri resmetmektedirler. Şekil 23'te farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin 4. soruya nasıl cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 23: Öğrencilerin 5. kategoriye ait örnek çizimleri

4.4.1.1 Dördüncü Çizim Sorusuna İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 4. çizim sorusuna ilişkin cevaplarının beş farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır. Öğrencilerin dördüncü çizim sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 30’da sunulmuştur.

Tablo 30: 4. çizim sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri

	Kategori					
	1. Çizim	2. Çizim	3. Çizim	4. Çizim	5. Çizim	Diğer
f (n=400)	13	67	54	104	143	19
%	3,3	16,8	13,5	26	35,8	4,8

Tablo 30’da ortaokul öğrencilerinin 4. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların kategorilere göre frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Farklı sınıf seviyelerindeki 400 öğrencinin 143’ü 5. çizimi yapmışlardır. Bu da gösteriyor ki öğrencilerin çoğunda tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın aşağı doğru tek yönlü bir yerçekimi kuvveti etkisiyle ederek taşın eğik atış yapacağı fikri geçerli. Bu fikirde olan öğrenciler toplam öğrencilerin % 35,8’ini kapsıyor. Bunun yanında ona en yakın olan çizim ise 104 (% 26) öğrencinin çizimiyle 4. çizim takip etmekte. Bu çizimde öğrencilerde tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikri geçerli. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın merkezi çekim sonucunda Dünya’nın merkezinde duracağı fikri olan 2. çizimdeki kategoride 67 (%16,8) öğrenci yer almaktadır. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya’nın diğer ucuna vararak duracağı fikrinin geçerli olduğu 3. çizim toplam öğrencilerin 54’ünü (% 13,5) kapsıyor. “Diğer” kategorisinde 19 (% 4,8) öğrenci yer almaktadır. Bilimsel doğru olarak kabul edilen tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bıraktığında taşın ileri geri harmonik hareket yapacağı fikri olan 1. çizim kategorisi ise 13 (% 3,3) öğrenci yer almaktadır.

Öğrencilerin 4. çizim sorusuna verdikleri cevapların sınıf seviyesine göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 31’de sunulmuştur.

Tablo 31: 4. çizim sorusunun sınıf seviyelerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Kategori	Sınıf Seviyesi							
	5. Sınıf		6. Sınıf		7. Sınıf		8. Sınıf	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
1. Çizim	0	0	3	3	6	6	4	4
2. Çizim	9	9	15	15	19	19	24	24
3. Çizim	16	16	13	13	13	13	12	12
4. Çizim	26	26	37	37	21	21	20	20
5. Çizim	42	42	32	32	36	36	33	33
Diğer	7	7	0	0	5	5	7	7

Tablo 31’de ortaokul öğrencilerinin sınıf seviyesine göre 4. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Kategorilere göre beşinci, yedinci ve sekizinci sınıf seviyesinde en sık rastlanılan çizim tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşa aşağı doğru tek yönlü bir yerçekimi kuvveti etki ederek taşın eğik atış yapacağı fikrinin geçerli olduğu 5. çizim kategorisinde olduğu görülmekte. Altıncı sınıfta ise en sık rastlanılan çizim 4. çizim kategorisi olmakta. Sınıf seviyelerine göre altıncı, yedinci ve sekizinci sınıflarda 5. çizim kategorisinde belirgin bir fark görülmezken beşinci sınıfın diğer sınıflarla arasında % 9’luk bir fark görülmekte. Sınıf seviyelerine göre 5. çizim kategorisinden sonra en sık rastlanılan 4. çizim kategorisi görülmekte. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikrinin geçerli olduğu 4. çizim kategorisinde beş, yedi ve sekizinci sınıflar arasında belirgin bir fark görülmezken altıncı sınıfta bu fark ortalama % 15 olmakta. Altıncı sınıfta bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikrinin görülme sıklığı diğer sınıflara oranla fazladır. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya’nın diğer ucuna vararak duracağı fikrinin geçerli olduğu 3. çizim kategorisinde sınıf seviyesi arttıkça görülme sıklığında bir azalma görülmektedir.

Tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taş merkezi çekim sonucunda Dünya'nın merkezinde duracağı fikri olan 2. çizim kategorisinde ise sınıf seviyesi arttıkça görülme sıklığında bir artma görülmektedir. Yedi ve sekizinci sınıf öğrencilerinde merkezi bir çekim kuvveti diğer sınıflara göre daha fazla görülmekte. Bilimsel doğru olarak kabul edilen tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin bir ucundan bıraktığında taş ileri geri harmonik hareket yapacağı fikri olan 1. çizim kategorisi sınıf seviyelerine göre en az cevaplanan kategori olmakta. Sınıf seviyelerine göre "Diğer" kategorisine verilen cevaplar altıncı sınıfta sıfır iken diğer sınıflarda ise belirgin bir fark görülmemekte.

Öğrencilerin 4. çizim sorusuna verdikleri cevapların cinsiyete göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 32'de sunulmuştur.

Tablo 32: 4. çizim sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri

C	Kategori													
	Ç-1		Ç-2		Ç-3		Ç-4		Ç-5		D-1		T	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
E	9	2,3	40	10	23	5,8	40	10	66	16,5	8	2	186	46,5
K	4	1	27	6,8	31	7,8	64	16	77	19,3	11	2,8	214	53,5
T	13	3,3	67	16,8	54	13,5	104	26	143	35,8	19	4,8	400	100

Not: Ç-1= 1. çizim Ç-2= 2. çizim Ç-3= 3. çizim Ç-4= 4. çizim D-1= Diğer T=Toplam C= Cinsiyet E= Erkek K= Kız

Tablo 32'de ortaokul öğrencilerin cinsiyetlerine göre 4. çizim sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında tünelin başlangıcında elinde taşla duran insan, elindeki taşı tünelin ucundan bıraktığında taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikrinin geçerli olduğu 4. çizim kategorisi kız öğrencilerde daha sık görülmekte. Erkek öğrencilerde 186 kişiden 40'ında (% 10) 4. çizim kategorisini görülürken, kız öğrencilerde 214 kişiden 64'ünde (% 16) görülmekte. Buradan da görülüyor ki 2. çizim kategorisi kız öğrencilerde % 6 daha fazla çıkmakta. Bunun dışında çizim sorusuna verilen cevapların görülme sıklığında cinsiyet olarak belirgin bir fark görülmemekte.

4.4.2 Dördüncü Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Analizi

Öğrencilerin 4. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan kategoriler ve açıklamaları Tablo 33’te sunulmuştur.

Tablo 33: 4. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategoriler ve açıklamaları

Kategori	Açıklama
Bilimsel açıklama	Bırakılan taşın harmonik hareket yapması
Merkezi çekim (yerçekimi merkezi)	Bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde durması
Tek yönlü boşluğa açılan	Bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması
Tek yönlü karşıda duran	Bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucuna ulaşarak durması
Yerçekimi diyen yetersiz açıklama	Yerçekimi kavramı ifade edilip açıklamanın yapılmaması
Eğik atış	Bırakılan taşın aşağıya doğru tek yönlü bir yerçekiminden kaynaklı eğik atış yapması
Diğer	İlgisiz ve boş cevaplar

Tablo 33’te görüldüğü gibi öğrencilerin 4. sorunun açıklamalarına ilişkin cevapları altı farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

4. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Bilimsel açıklama” kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın harmonik hareket yapması fikri geçerli. Bu öğrencilerde bırakılan taşın tünelin bir ucundan diğer ucuna doğru hareket edeceği fikri görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Bilimsel açıklama” kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Taş yine aşağı yukarı hareket eder, ortada kalır; yan olması önemsizdir.

4. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Merkezi çekim (yerçekimi merkezi)” kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde durması fikri geçerli. Bu öğrencilerde yerçekimi kuvvetinin kaynağının Dünya’nın merkezinde olduğu ve atılan taşın merkezde duracağı fikri görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Merkezi çekim” kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Taş sağa doğru hareket eder ama yerçekimi olduğu için yarıda durur.
- Ne taraftan bakarsak bakalım Dünya’nın merkezi neredeyse o tarafa gider.
- Yine bıraktığında çekirdeğe merkeze doğru gider ve yine merkezde kalır.
- Bu cevabı vermemin sebebi aynı şekilde ağırlık merkezinin çekirdekte olması sebebiyle taşın ortada kaldığıdır.

4. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkararak uzay boşluğuna yayılması fikri geçerli. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Taşın önünde hiçbir şey olmadığı için taş diğer taraftan çıkar yayılır.
- Taşı etkileyen bir şey yok, sonsuza kadar taş gider.
- Çünkü çekim kuvveti bir teması olmayacaktır dosdoğru gider fakat uzaya ulaştığında serbestçe hareket eder.

4. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Tek yönlü karşıda duran” kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucuna vararak durması fikri geçerli. Bu öğrencilerde bırakılan taşın sağa bir çekim kuvvetinin etkisiyle tünelin diğer ucuna kadar gideceği ve orada yüzeyde duracağı fikri görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Tek yönlü karşıda duran” kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Yerçekimi olduğu için taş diğer tarafta yerde durur.

- Çünkü taşı yana doğru giderken veya gitmek üzereyken bırakılırsa hızla giderse Dünya'nın öbür ucuna gider.

- Taş boşluk bitene kadar iner ve o boşluk bitince durur.

4. sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Yerçekimi diyen yetersiz açıklama” kategorisindeki öğrenciler bırakılan taşa bir yerçekimi kuvvetinin etki edeceğini söyleyebiliyorlar fakat konu hakkında herhangi bir açıklama yapamıyorlar.

Dördüncü sorunun açıklamasına ilişkin oluşturulan kategorilerden “Eğik atış” kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın aşağıya doğru tek yönlü bir yerçekiminden kaynaklı eğik atış yapması fikri geçerli. Bu öğrencilerde tünel yan kazıldığı için taşın aşağı yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle atıldıktan sonra tünelin aşağı tarafına düşeceği fikri görülmekte. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerden “Eğik atış” kategorisindeki cevaplarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Yatay olduğu için daha az hareket eder ve bir müddet sonra durur.

- Yan taraftan atıyor çünkü taşın gittiği yer aşağı olur (taşı eğik atış hareketi yapıyormuş gibi gösteriyor).

- Çünkü yatay olduğu için kısa bir süre sonra düşer.

4.4.2.1 Dördüncü Açıklama Sorusuna İlişkin Cevapların Frekans ve Yüzdeleri

Öğrencilerin 4. sorunun açıklama sorusuna ilişkin cevaplarının altı farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır. Öğrencilerin birinci sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 34’te sunulmuştur.

Tablo 34: 4. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturulan frekans ve yüzde değerleri

	Kategori						
	B-1	M-1	T-1	T-2	Y-1	E-1	D-1
f (n=400)	9	56	85	38	27	104	80
%	2,3	14	21,3	9,5	6,8	26	20

Not: B-1=Bilimsel açıklama M-1=Merkezi çekim T-1= Tek yönlü boşluğa açılan T-2= Tek yönlü karşıda duran Y-1= Yerçekimi diyen yetersiz açıklama E-1= Eğik atış D-1= Diğer

Tablo 34'te ortaokul öğrencilerinin 4. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların kategorilere göre frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Farklı sınıf seviyelerindeki 400 öğrencinin 104'ünde (% 26) "Eğik atış" kategorisindeki fikir görülmekte. Bu da gösteriyor ki öğrencilerin çoğunda tünel yan kazıldığı için taşın aşağı yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle atıldıktan sonra tünelin aşağı tarafına düşeceği fikri geçerli. Bunun yanında "Eğik atış" kategorisine en yakın kategori ise 85 (% 21,3) öğrencinin açıklaması olan "Tek yönlü boşluğa açılan" kategorisi gelmekte. "Tek yönlü boşluğa açılan" kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması fikri geçerli. Bir diğer kategori olan "Merkezi çekim (yerçekimi merkezi)" fikri ise toplam öğrencilerin % 14'ünü kapsıyor. "Merkezi çekim" kategorisindeki öğrencilerde bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde duracağı fikri geçerli. Bırakılan taşın Dünya'nın diğer ucuna vararak durması fikri olan "Tek yönlü karşıda duran" kategorisi toplam öğrencilerin % 9,5'ini kapsıyor. "Yerçekimi diyen yetersiz" kategorisindeki öğrenciler toplam öğrencilerin % 6,8'ini kapsıyor. Bırakılan taşın tünelin bir ucundan diğer ucuna doğru hareket edeceği fikri olan "Bilimsel açıklama" kategorisinde 9 (% 2,3) öğrenci yer almaktadır. "Diğer" kategorisi ise % 20'lik bir değer çıkmıştır.

Öğrencilerin 4. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların sınıf seviyesine göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 35'te sunulmuştur.

Tablo 35: 4. sorunun açıklama sorusuna ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Kategori	Sınıf Seviyesi							
	5. Sınıf		6. Sınıf		7. Sınıf		8. Sınıf	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
B-1	0	0	1	1	4	4	4	4
M-1	6	6	17	17	16	16	17	17
T-1	21	21	30	30	19	19	15	15
T-2	8	8	12	12	8	8	10	10
Y-1	7	7	6	6	7	7	7	7
E-1	26	26	24	24	26	26	29	29
D-1	32	32	10	10	20	20	18	18

Not: B-1=Bilimsel açıklama M-1=Merkezi çekim Y-1= Yerçekimi tek yönlü boşluğa açılan Y-2= Yerçekimi tek yönlü karşıda duran Y-3= Yerçekimi diyen yetersiz açıklama E-1= Eğik atış D-1= Diğer

Tablo 35’te ortaokul öğrencilerinin sınıf seviyesine göre 4. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Kategorilere göre her sınıf seviyesinde en sık rastlanılan düşünce tünel yan kazıldığı için taşın aşağı yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle atıldıktan sonra tünelin aşağı tarafına düşeceği fikrinin geçerli olduğu “Eğik atış” kategorisi görülmekte. Sınıf seviyelerinde “Eğik atış” kategorisinde belirgin bir fark görülmemekte. Bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması fikrinin geçerli olduğu “Tek yönlü boşluğa açılan kategorisi” ise altıncı sınıfta en sık rastlanılan cevap olmakta ve sınıf seviyesi arttıkça görülme olasılığı azalmakta. Bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde duracağı fikri olan “Merkezi çekim” kategorisinde beşinci sınıftan sonra bir artış görülmekte. Bu oran beşinci sınıfta % 6 iken diğer sınıflarda ortalama %17 olmaktadır. Beşinci sınıfta bırakılan her şeyin merkezi bir çekim kuvveti sonucu merkeze çekileceği fikri tam olarak oturmadığı görülmektedir. Bırakılan taşın tünelin bir ucundan diğer ucuna doğru hareket edeceği fikri olan “Bilimsel açıklama” kategorisinde ise sınıf seviyesi arttıkça verilen cevapların görülme sıklığının da arttığı görülmektedir. Beşinci sınıfta hiç görülmezken altıncı sınıfta bu oran % 1 oluyor yedinci ve sekizinci sınıfta ise % 4’e çıkmakta. “Tek yönlü karşıda duran” ve “Yetersiz açıklama” kategorilerinde sınıf seviyelerine göre belirgin bir fark görülmemekte.

Öğrencilerin 4. sorunun açıklama sorusuna verdikleri cevapların cinsiyete göre analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 36’da sunulmuştur.

Tablo 36: 4. sorunun açıklama sorusunun cinsiyete ilişkin frekans ve yüzde değerleri

C	Kategori															
	B-1		M-1		T-1		T-2		Y-1		E-1		D-1		T	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
E	6	1,5	32	8	32	8	12	3	18	4,5	48	12	37	9,3	185	46,4
K	3	0,8	24	6	53	13,3	26	6,5	9	2,3	56	14	43	10,8	214	53,6
T	9	2,3	56	14	85	21,3	38	9,5	27	6,8	104	26	80	20,1	400	100

Not: B-1=Bilimsel açıklama M-1=Merkezi çekim Y-1= Yerçekimi tek yönlü boşluğa açılan Y-2= Yerçekimi tek yönlü karşıda duran Y-3= Yerçekimi diyen yetersiz açıklama E-1= Eğik atış D-1= Diğer C= Cinsiyet E= Erkek K= Kız T= Toplam

Tablo 36’da ortaokul öğrencilerin cinsiyetlerine göre 4. sorunun açıklama sorusuna ilişkin oluşturdukları cevapların frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması fikrinin geçerli olduğu “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisi kız öğrencilerde daha fazla görülmekte. Kız öğrencilerde 214 kişiden 53’ünde (% 13,3) “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisi görülürken, erkek öğrencilerde 186 kişiden 32’sinde (% 8) görülmekte. Buradan da görülüyor ki “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisi kız öğrencilerde % 5,3 daha fazla çıkmakta. “Eğik atış” kategorisi de kız öğrencilerde erkek öğrencilere göre daha fazla görülmekte. Kız öğrencilerde görülme sıklığı 56 (% 14) iken erkek öğrencilerde bu sayı 48’e (% 12) düşmekte. “Bilimsel açıklama” ve “Merkezi çekim” kategorilerinde ise erkek öğrencilerin cevap verme oranları kız öğrencilerden daha fazla olduğu görülmekte. Bunun dışında “Yetersiz açıklama”, “Tek yönlü karşıda durma” ve “Diğer” kategorilerinde cinsiyet olarak belirgin bir fark görülmemekte.

4.4.3 Dördüncü sorunun çizim ve açıklamasına ilişkin cevapların frekans ve yüzdeleri

Öğrencilerin 4. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin analizi sonrası oluşturulan frekans ve yüzde değerleri Tablo 37’de sunulmuştur.

Tablo 37: 4. çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri

		Kategori															
		B-1		M-1		T-1		T-2		Y-1		E-1		D-1		T	
Kategori		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
	Ç-1	8	2	2	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0,3	2	0,5	13	3,3
	Ç-2	0	0	54	13,5	1	0,3	0	0	5	1,3	2	0,5	5	1,3	67	16,8
	Ç-3	0	0	0	0	1	0,3	36	9	8	2	1	0,3	7	1,8	53	13,3
	Ç-4	0	0	0	0	83	20,8	2	0,5	8	2	4	1	7	1,8	104	26,1
	Ç-5	1	0,3	0	0	0	0	0	0	5	1,3	96	24,1	41	10,3	143	35,8
	D-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3	0	0	18	4,5	19	4,8
	T	9	2,3	56	14	85	21,3	38	9,5	27	6,8	104	26,1	80	20,1	400	100

Not: B-1=Bilimsel açıklama M-1=Merkezi çekim Y-1= Yerçekimi tek yönlü boşluğa açılan Y-2= Yerçekimi tek yönlü karşıda duran Y-3= Yerçekimi diyen yetersiz açıklama E-1= Eğik atış D-1= Diğer C= Cinsiyet E= Erkek K= Kız T= Toplam

Tablo 37’de ortaokul öğrencilerinin dördüncü sorunun çizim sorusuna verdikleri cevapların açıklama sorusuna verdikleri cevaplarla arasındaki ilişkinin frekans ve yüzde değerleri görülmektedir. Tabloya bakıldığında çizim sorusuna ilişkin cevapların beş farklı kategoride sol sütunda, açıklama sorusuna ilişkin cevapların altı farklı kategoride üst satırda toplandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra her iki sorunun kategorilerinin dışında ilgisiz, bir başka deyişle herhangi bir kategoride yer alamayan, tek başına bir kategori oluşturmayacak çoğunluktaki cevaplar ile boş bırakılan cevaplardan oluşan “Diğer” kategorisi de yer almaktadır.

Tablo 37’de 1. çizim kategorisindeki taşın harmonik hareket yapacağı fikrinin görülme sıklığının toplam 13 (% 3,3) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 8’i (% 2) çizim kategorisinden 1. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Bilimsel açıklama” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 1. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Bilimsel açıklama” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık söz konusu. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda bırakılan taşın tünelin bir ucundan diğer ucuna doğru hareket edeceği ve merkezi bir çekim kuvveti olduğu için sonunda Dünya’nın merkezinde duracağı fikirleri geçerli.

Tablo 37’de 2. çizim kategorisinde taşın merkezi çekim sonucunda Dünya’nın merkezinde duracağı fikrinin görülme sıklığının toplam 67 (% 16,8) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 54’i (% 13,5) çizim kategorisinden 2. çizimi, açıklama

kategorisinden ise “Merkezi çekim” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 2. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Merkezi çekim” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık söz konusu. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda bırakılan taşın merkezi çekim sonucu merkezde duracağı fikirleri geçerli.

Tablo 37’de 3. çizim kategorisinde taşın Dünya’nın diğer ucuna ulaşarak duracağı fikrinin görülme sıklığının toplam 53 (% 13,3) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 36’sı (% 9) çizim kategorisinden 3. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Tek yönlü karşıda duran” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 3. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Tek yönlü karşıda duran” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık söz konusu. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucuna vararak duracağı fikirleri geçerli.

Tablo 37’de 4. çizim kategorisinde taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikrinin görülme sıklığının toplam 104 (% 26,1) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 83’ü (% 20,8) çizim kategorisinden 4. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 4. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Tek yönlü boşluğa açılan” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık söz konusu. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda bırakılan taşın Dünya’nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılması fikirleri geçerli.

Tablo 37’de 5. çizim kategorisinde taşın aşağı yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle eğik atış yaparak tünelin aşağı tarafına düşeceği fikrinin görülme sıklığı toplam 143 (% 35,8) olduğu görülmekte. Bu öğrencilerden 96’sı (% 24,1) çizim kategorisinden 5. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Eğik atış” kategorisini cevapladığı görülmektedir. Çizim kategorisinden 5. çizimi, açıklama kategorisinden ise “Eğik atış” kategorisini cevaplayan öğrencilerin verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık söz konusu. Çünkü bu öğrencilerin çizim ve açıklama sorusuna verdikleri cevaplarda bırakılan taşın aşağı yönlü bir çekim kuvvetinin etkisiyle eğik atış yapacağı fikri geçerli.

BEŞİNCİ BÖLÜM

V. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yerçekimi kuvvetinin ortaokul öğrencileri tarafından nasıl algılandığını araştırmak ve müfredat programındaki kazanımlarla olan ilişkisini ortaya koymak amaçlanmaktadır. Araştırmanın temel problemine cevap aranmasına yönelik bulgular alanyazında yapılan benzer araştırmalarla karşılaştırılarak tartışılması yapılmıştır. Bu bölümünde elde edilen sonuç ve tartışmalara yer verilmiştir.

Araştırmanın problemi “ Ortaokul öğrencilerinin yerçekimi hakkındaki algıları ve müfredat programındaki kazanımlara bağlı olarak zihinsel modellerinde meydana gelen değişimler nelerdir?” olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin yerçekimi hakkındaki düşüncelerinin ortaya çıkarılması için çizimler yaptırılmış ve bu çizimler üzerinden açıklamalar yaptırılarak alınan sonuçlar sınıf seviyelerine göre değerlendirilmiştir. Öğrencilerin yerçekimi kuvvetine ilişkin birbirinden farklı anlamalar ve buna bağlı olarak farklı zihinsel modeller geliştirdikleri saptanmıştır. Bu probleme yönelik öğrencin yerçekimi ile ilgili çizimleri kategorilere ayrılarak frekans ve yüzde değerlerine göre sayısallaştırılmıştır. Ardından her bir kategorinin sınıf seviyesine göre nasıl değişim gösterdiği incelenmiştir.

Birinci soruya ait çizimlerde öğrencilerin verdikleri cevaba göre toplamda beş çizim kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Öğrencilerin birinci çizim sorusuna verdikleri cevaplarla ilgili zihinsel modellerine ait çizimleri incelendiğinde, öğrencilerin çoğunda Dünya'nın bir an durduğu ve yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçacağı fikri ortaya çıktığı görülmektedir (bkz. Tablo 2). Birinci soru “Dünya'nın dört farklı noktasında yüzeyde durmakta olan dört kişi bulunmaktadır. Dünya'nın bir an durduğu ve yerçekiminin yok olduğunu düşünün. Yüzeyde durmakta olan bu dört kişinin hareketleri nasıl olur?” şeklinde sorulmuştur. Burada özellikle Dünya'nın “bir an durduğu” ifadesi kullanılmasına rağmen Newton'un 1. yasası olan “bir cisme bir kuvvet etki etmediğinde cisimler ya durur ya da sabit hızla hareket eder” yasasına aykırı olan çizimler yaptıkları görülmüştür. Öğrenciler günlük yaşantıları sonucu bir cisme yerçekimi uygulandığında o cismin düştüğünü görüyorlar, dolayısıyla öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları yerçekimi fikri günlük deneyimlerinden elde

ettiği düşünceler oluyor. Sorulan sorudaki Dünya'nın bir an durduğu ve yerçekiminin yok olduğu kurgusu sayesinde öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları yerçekimi ile ilgili modelin derecesi ölçülmek istenmektedir. Öğrencilerin çoğu günlük deneyimleri sonucu yerçekiminin her zaman cisimleri aşağı doğru çektiğini söylüyorlar, aşağı doğru bir çekim kuvveti varsa bu kuvvet kalktığında ise cisimlerin yukarıya doğru uçup gideceği düşüncesinde olduğu görülüyor. Oysa bu düşünce Newton'un 1. yasasına aykırı ve bilimsel olarak yanlış bir düşüncedir. Bilimsel doğru olarak kabul edilen Dünya'nın bir an durduğu ve yerçekiminin yok olduğunda herhangi bir kuvvet etki etmezse her şeyin sabit kalacağı fikrinin geçerli olduğu kategoriyi ise öğrencilerin sadece % 1,5'i cevaplamıştır. Bu da gösteriyor ki öğrenciler günlük yaşamdaki deneyimleri sonucu edindikleri bilgi dışında sorulan soruya doğru cevap verme yüzdesi oldukça düşük çıkmıştır. Bu düşüncede olan öğrencilerin Newton'un da ortaya koyduğu 1. yasasına paralel bir düşünce içinde oldukları da görülmektedir. Öğrencilerin sınıf seviyesi arttıkça Dünya'nın bir an durduğu ve yerçekimi yok olduğunda her şeyin uçağı fikri ile ilgili zihinsel modelin görülme sıklığında da çok az bir artış olduğu görülmektedir.

İkinci soru “Birbirinden uzak ve Dünya'nın dört farklı noktasında ellerinde taş bulunan insanlar bulunmaktadır. Bu insanlar ellerindeki taşı bıraktıklarında taşın duruncaya kadar izlediği yol nasıl olur?” şeklinde sorulmuştur. Bu soruya ait çizimlerde öğrencilerin verdikleri cevaba göre toplamda iki çizim kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Öğrencilerin ikinci çizim sorusuna verdikleri cevaplarla ilgili zihinsel modellerine ait çizimleri incelendiğinde öğrencilerin çoğunda bırakılan taşın merkezi bir çekim kuvvetinin etkisiyle Dünya'nın merkezine doğru hareket edeceği fikri ortaya çıktığı görülmektedir (bkz. Tablo 11). Bu da gösteriyor ki öğrencilerin çoğunda Dünya yüzeyinde bırakılan cisimlerin yerçekimi kuvveti etkisi ile yerin merkezine doğru çekileceği yönünde literatürdeki bilimsel düşünceyle paralel düşünceler içerisinde oldukları görülmektedir. Bununla birlikte bu soruda sınıf seviyeleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir.

Üçüncü soru “Dünya'nın bir kutbundan diğer kutbuna doğru tünel kazıldığını düşünün. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bırakıyor. Bu insan elindeki taşı bıraktığında taşın duruncaya kadar izlediği yol nasıl olur?” şeklinde sorulmuştur. Bu soruya ait çizimlerde öğrencilerin

verdikleri cevaba göre toplamda dört çizim kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Öğrencilerin üçüncü çizim sorusuna verdikleri cevaplarla ilgili zihinsel modellerine ait çizimleri incelendiğinde öğrencilerin çoğunda tünelin ucundan bırakılan taşın Dünya'nın diğer ucundan çıkarak uzay boşluğuna yayılacağı fikri ortaya çıktığı görülmektedir (bkz. Tablo 20). Buda göstermektedir ki öğrenciler düşen taş ile yerçekimi arasında literatürdeki bilimsel düşünceden çok farklı fikirlere sahip olduğu görülmektedir. Burada bir cisme çekim kuvveti uygulandığında cisim ile çekim kuvveti arasında nasıl bir işleyiş mekanizması olduğu anlaşılmadığı görülmektedir. Bunun en büyük nedeni müfredat programları içerisinde çekim kuvveti kavramının genellikle soyut olarak işlendiği bunun somutlaştırılmadığı düşüncesi ortaya çıkmaktadır. Yerçekimi kavramı daha çok soyut bir kavramdır. Bu kavramın öğretilmesi için daha çok somutlaştırılmalıdır. Bilimsel doğru olarak kabul edilen kategoriyi ise öğrencilerin sadece % 4,3'ü cevaplamıştır. Öğrencilerin sınıf seviyesi arttıkça bilimsel doğru cevabın yer aldığı zihinsel modelin görülme sıklığında da çok az bir artış olduğu görülmektedir.

Dördüncü soru “Dünya'nın ortasından tünel kazıldığını düşünün. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bırakıyor. Taş duruncaya kadar nasıl bir yol izler?” şeklinde sorulmuştur. Bu soruya ait çizimlerde öğrencilerin verdikleri cevaba göre toplamda beş çizim kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Öğrencilerin dördüncü çizim sorusuna verdikleri cevaplarla ilgili zihinsel modellerine ait çizimleri incelendiğinde öğrencilerin çoğunda tünelin ucundan bırakılan taşın aşağı doğru tek yönlü bir yerçekimi kuvveti etki ederek taşın eğik atış yapacağı fikri ortaya çıktığı görülmektedir (bkz. Tablo 29). Buda göstermektedir ki öğrenciler düşen taş ile yerçekimi arasında literatürdeki bilimsel düşünceden çok farklı fikirlere sahip olduğu görülmektedir. Bu soru üçüncü soruda ortaya koyulan temel düşüncenin literatürdeki bilimsel doğrularla uyumunu test eden ve yerçekiminin işleyiş mekanizmasının öğrenciler tarafından bilimsel doğrularla kıyaslandığında ne kadar doğru düşüncelere sahip olup olmadığını test eden sorudur. Çünkü öğrenciler üçüncü soruda Dünya üzerinden bırakılan bir taşın yeryüzüne doğru hareket edeceğini günlük yaşantılarından deneyimlemekte ve doğal olarak bu soruya verilen cevabın günlük yaşantısında edindiği deneyimlerle aşağıya doğru düşeceğini sorgulama yapmaksızın cevaplaması beklenmektedir. Oysa

dördüncü sorununun soruluş şekliyle günlük yaşantılarından sahip oldukları deneyimlerle ters düşmesi fakat dördüncü sorudaki serbest bırakılan cismin bilimin temel yasalarına göre aynen üçüncü sorudaki serbest bırakılan cisim gibi hareket etmesi gerektiği fikri bilimsel düşünce olarak ortaya koyulması hedeflenmiştir. Fakat bilimsel doğru olarak kabul edilen kategoriye öğrencilerin sadece % 3,3'ü cevaplamıştır. Üçüncü soruya doğru cevap veren öğrencilerin dördüncü soruya da aynı cevabı vermeleri beklenirken cevaplarının farklı oluşu, bir başka ifadeyle öğrencilerin çoğunun serbest bırakılan bir cismin hareketini günlük deneyimlerinden edindikleri bilgilerle dördüncü soruda da “aşağıya doğru düşer” cevapları yerçekiminin işleyişi hakkında öğrencilerin yeterli bilimsel bilgiye sahip olmadıklarını göstermektedir. Öğrencilerin sınıf seviyesi arttıkça bilimsel doğru cevabın yer aldığı zihinsel modelin görülme sıklığında da çok az bir artış olduğu görülmektedir.

Fen bilimleri öğretim programında yerçekimi kavramının geçtiği kazanımlar altıncı sınıfta yer almaktadır. Ders kitaplarında ise yerçekimi kavramı 4. sınıf ders kitaplarında dolaylı olarak anlatılmış. Burada Dünya'nın katmanları anlatılırken ağır kürenin bir mknatis gibi davrandığından bahsedilmiştir. Dünya'nın şekliyle ilgili görüşler anlatılırken ise Dünya'mızın çekme özelliği sayesinde bizi tuttuğu, havaya atılan topu yere çeken Dünya bizimde uzaya düşmemizi engelleyeceği gibi örnekler üzerinden yerçekiminden bahsedilmiştir. Beşinci sınıf ders kitaplarında yerçekimi kavramı geçmekte ve temas gerektirmeyen kuvvet olarak adlandırılmaktadır. Altıncı sınıf ders kitaplarında yerçekimi kuvveti Newton'un elma ağacı altında geçen hikâyesi ile “elmalar niçin yere düşüyor?” sorusu üzerinden anlatılmakta. Bunun yanında Dünya'nın dört bir tarafındaki nesnelerin yerçekimi kuvveti etkisiyle Dünya'nın merkezine gideceği yönünde metin ve görsellerden faydalanılarak detaylı bir anlatım yapılmaktadır (MEB, 2013a).

Müfredat programı incelendiğinde evrensel çekim kuvvetinin özel bir hali olan yerçekimi kavramının evrensel bir değer olduğu yanlışlığı verilmekle birlikte öğrencilerin yerçekimi kavramını günlük deneyimlerinden elde ettiği bilgiler doğrultusunda hep aşağıya düşer kavramı ağırlıkta olduğu görülmektedir. Bu öğretilerin öğrencilerin yerçekimi hakkında sonraki yıllarda telafi edilemez kavram yanlışlıklarına neden olacağı düşünülmektedir. Bunun en önemli verileri ise

“Birbirinden uzak ve Dünya’nın dört farklı noktasında ellerinde taş bulunan insanlar bulunmaktadır. Bu insanlar ellerindeki taşı bıraktıklarında taşın duruncaya kadar izlediği yol nasıl olur?” sorusuna verdikleri cevaplarda açık olarak gözlenmektedir. İkinci soruya verilen cevapların çoğunluğu Dünya’nın her noktasından bırakılan taşların aşağıya doğru hareket edeceği cevabıdır. Bu cevap müfredat programlarının temelini teşkil ederken öğrenciler günlük yaşantılarla da bunu teyit etmektedirler. Oysa doğru cevap Dünya’nın neresinde olursanız olun Dünya üzerinden bırakılan bir taş Dünyanın merkezine doğru hareket eder olmasıdır. Burada öğrencilerin bu sorulara yanlış cevap vermelerinde en önemli etkenlerden birincisi Dünya’nın boyutlarını zihinlerinde canlandırırken büyüklük-küçüklük sorunları yaşamaları, ikinci önemli etken ise olayları sadece Dünya üzerinden bir bakış açısıyla değerlendirmeleridir. Bir başka ifadeyle, aşağı-yukarı kavramlarının sadece Dünya merkezli bir referans sistemine göre değerlendirmeleri sonucu ortaya çıktığı yorumlanmaktadır. Buda M.Ö. dördüncü yüz yıllarda ünlü filozof Aristo tarafından ortaya koyulan ve 2000 yıllık bir zaman süresince etkili olan Dünya merkezli evren modeliyle uyusmaktadır. 1500’lü yıllarda Dünya merkezli düşünceye son veren Kopernik’le başlayan Güneş merkezli evren modeli ve son yüz yılda ortaya çıkan “evrenin tercihi bir merkezi yoktur” düşüncesinin müfredat programlarında dolaylı veya dolaysız olarak etkili bir şekilde verilmesinde eksiklikler olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle öğrenciler olaylara evrensel bakamamakta, bir başka ifadeyle aşağı-yukarı kavramlarının evrensel ölçütlerde anlamsız olduğu görülmektedir. Yön kavramının ise bir referans noktasına göre anlamlı olduğunu bu nedenle referanstan bağımsız bir anlam taşımadığı fikirlerinin oluşmadığı düşünülmektedir.

Literatür incelendiğinde Nussbaum (1979) Dünya’nın şekli ve yerçekimi ile ilgili yaptığı çalışmada beş düzey belirlemiştir (bkz. Şekil 1). Yapılan çalışmada öğrencilerin yerçekimi ile ilgili zihinsel modellerinin yer aldığı 4 ve 5. düzey yaptığımız çalışmadan elde edilen verilerle paralellik göstermektedir. Nussbaum (1979) yaptığı çalışmada büyük çocukların 4 ve 5. görüşü benimsediklerini tespit etmektedir. Bununla birlikte 8. sınıf öğrencilerinin sadece % 25’lik bir kısmının bırakılan nesnelere Dünya’nın merkezine doğru çekileceği düşüncesini benimsedikleri görülmektedir. Öztürk ve Doğanay (2013) yaptığı çalışma sonucunda

bilimsel modellerin oranının hem beşinci sınıfta hem de sekizinci sınıfta düşük çıktığı görülmektedir. Fakat sınıf seviyesi ile birlikte bilimsel modellerin bir miktar arttığı görülmektedir. Benzer bir sonuç yaptığımız çalışmada görülmektedir. Yerçekimi ile ilgili bilimsel modellerin düşük çıktığı fakat sınıf seviyesi arttıkça bilimsel modellerin miktarının arttığı görülmektedir. Bu oran altıncı sınıftan sonra artmaktadır. Bunu da fen bilimleri öğretim programındaki yerçekimi ile ilgili kazanımların altıncı sınıftaki artışına bağlayabiliriz.

Kavanagh ve Sneider (2007a) yaptığı araştırmada yerçekiminin nasıl değiştiği üzerine çocuklar, gençler, yetişkinler ve öğretmenler olmak üzere dört gurubu inceliyor. Gurup çeşitliliği fazla olmasına rağmen yerçekimi kuvveti ile ilgili kavram yanlışlarının her yaş düzeyinde olduğu görülüyor, bu kavram yanlışlarının ise 7-9 yaş arasındaki çocuklarda artış gösterdiği tespit ediliyor. 7-9 yaş arasındaki çocuklarda nesnelere “ağır” olduğu için düştüğü fikri ağır basıyor. 9 ve 13 yaş arasındaki çocuklarda ise “yerçekimi” kavramı kullanılmaya başlıyor. Fakat bu yaş aralığındaki öğrencilerde de “yerçekimi sadece ağır nesnelere hareket ettirir” ve “nesnelere aşağı düşer çünkü hava onları aşağı çeker” gibi düşünceler görülüyor. Benzer bir sonuç yaptığımız çalışmada da görülmektedir. Ortaokul öğrencileri yerçekimi kavramını kullanıyorlar fakat bu kavramın bilgi düzeyinde kaldığı görülmekte. Öğretim programımızda dördüncü sınıfta dolaylı olarak ele alınan altıncı sınıfta ise detaylı olarak anlatılan yerçekimi kavramının tam olarak anlaşılması görülmemiştir.

Veriler üzerinden incelenen bir diğer konu ise öğrencilerin yerçekimi ile ilgili çizimleri cinsiyete göre nasıl bir değişiklik göstermektedir olmuştur. Mali ve Howel (1979) Nepal’de yaşları 8, 10 ve 12 olan kırsal ve kentsel 250 çocukla yaptığı çalışmada yerçekimi ile ilgili çocukların kız veya erkek olmalarının, ebeveynlerinin mesleklerinin, yabancı dil öğrenme imkânlarının ya da seyahat etme olanaklarının kavramsal gelişim üzerinde etkisi bulunmadığını tespit etmiştir. Benzer bir sonuç yaptığımız çalışmada görülmektedir. Veriler analiz edildiğinde öğrencilerin cinsiyetlerinin kavramsal gelişimleri üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Öğrencilerin yerçekimi ile ilgili çizim ve açıklamalara verdikleri cevaplar arasında bir tutarlılık olup olmadığı da kontrol edilmiştir. Bu amaçla öğrencilerin yerçekimi

ile ilgili çizim ve açıklamaları kategorilere ayrılarak frekans ve yüzde değerlerine göre sayısallaştırılmıştır. Ardından çizim ve açıklama kategorilerine verilen cevaplar arasındaki ilişki kontrol edilmiştir. Öğrencilerin çizim ve açıklama sorularına verdikleri cevaplar analiz edildiğinde çizim sorusuna verilen cevapların açıklama sorusuna verilen cevaplarla bir tutarlılık içinde olduğu görülmektedir. Öğrencilerin zihinlerinde oluşturduğu model üzerinden açıklama sorusuna cevap verdikleri görülmektedir.

Yerçekimi kavramı ve küresel Dünya modeli öğrencilerin fen bilimleri derslerinde karşılaştıkları ilk modeldir. Astronomi kavramlarının gelişimi için öğrencilerin bu kavramları öğrenmeleri şarttır. Ulusal Fen Eğitimi Standartları (NRC, 2011) şunu önermektedir: Çocuklara, ilkokulun ilk sınıflarında çevrelerindeki Dünya'yı öğrenmeleri ve gözlemlmeleri için fırsat verilmelidir. NRC'ye (2011) göre küresel Dünya kavramının ilkokul 5. sınıftan 8. sınıfa doğru gösterilmesi uygundur. Direkt gözleme dayalı deneyimlerin ve uydu verilerinin kullanılması bu kavramın anlaşılmasında kullanılabilir. Uydu görüntüleri ve direkt gözlemler Dünya'nın hareketini, küresel oluşunu ve Güneş sisteminde yer alan diğer gezegenlerden benzersiz bazı özelliklere sahip olduğunu gösterir. Yerçekimi ise bizi Dünya yüzeyinde tutmasıyla ve gelgit olayıyla açıklanır (Agan ve Sneider, 2004).

NASA ve Pearson Scott Foresman (PSF), K-6 (yaşları 5 – 12 olan çocuklar) için eğitsel yayına öncülük ediyor. Bu birlikteliğin amacı; öğrencilerin hayal güçlerini harekete geçirecek, uzay araştırmalarına olan ilgiyi destekleyecek, temel fen müfredatını artıracak çok yönlü bir proje oluşturmak. Bu özel birlikteliğin koşulları altında PSF editörleri ve yazarları NASA'nın zengin arşiv materyallerini, Dünya ve uzay bilimlerindeki araştırmalarını kullanarak temel seviye (PSF) bilim serilerini oluşturacaktır. Scott Foresman Bilim Serileri'nde yerçekimi kavramı ikinci sınıfta: "Nesneleri (canlıları, eşyaları, cisimleri, vb.) aşağıya çeken güç" şeklinde veriliyor. Üçüncü sınıfta: Dünya'da meydana gelen gelgit olayının nedeni olarak Ay'ın çekim kuvveti gösteriliyor. Dördüncü sınıfta: "Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinde kalmasını yerçekimi sağlar" şeklinde öğrencilere aktarılıyor. Beşinci sınıfta: Öğrenciler yerçekimini; kütle ve ağırlık kavramlarını birbirinden ayırarak, mesafeye bağlı olduğunu belirterek, atış hareketi (Vektörel boyutta, harekete neden olan kuvvet ve yerçekimi. Mesela ileriye doğru atılan bir taşın doğrultusunu zamanla

yerçekimi yönüne doğru değiştirmesi gibi) ve ivmelenme ile ilgili olarak aktarılıyor. Altıncı sınıfta: Öğrencilere Newton'un hareket kanunları öğretiliyor (1. 2. 3. yasası) sonra yıldızlar, galaksiler ve genişleyen evren hakkında çalışılıyor (Agan ve Sneider, 2004).

Türkiye'de ise 2018'de güncellenen fen bilimleri öğretim programı da dâhil olmak üzere hiçbir programda yerçekimi kavramlarının öğretimi ile ilgili bir standart belirlenmediği görülmektedir (MEB, 2018). Bunu dördüncü sınıftan itibaren başlayarak incelersek: Dördüncü sınıfta Dünya'nın katmanlarının anlatımında dolaylı olarak anlatılan yerçekimi kavramı altıncı sınıfta "Kuvvet ve Hareket" konusunda detaylı bir şekilde anlatılmaktadır. Gerek kitaplarda bulunan yanlış anlatımlar gerekse de kazanımların yetersiz olması öğrencileri yerçekimi konusu hakkında kavram yanlışlarına itmektedir. Bu hatalı bilgiler sonraki yıllarda öğrencilerin Dünya, uzay ve astronomi ile ilişkili her türlü olguya sahip kavramlarını kullanmaya çalışırken önlerine çıkmaktadır. Öğretim programımızda yerçekimi kavramı için bir standart belirlenip öğretim buna bağlı yapılırsa öğrencilerde daha kalıcı öğrenmeler sağlayabiliriz.

Kavram öğretimi için uygun yaş hakkındaki düşünce faydalı bir yapı olarak Cole ve Scribner (1978) tarafından şu şekilde önerilmiştir: Öğretimdeki her konu için öğrencinin öğrenmeye en açık olduğu nihayetinde etkisinin en verimli olduğu bir dönem vardır. Bu dönem, Montessori ve diğer eğitimciler tarafından hassas dönem olarak adlandırılmıştır. Cole ve Scribner'e (1978) göre öğrenme, bilişsel gelişim için çok önemlidir ve herhangi bir öğrenmenin ortaya çıkması için en iyi zaman öğrencinin konunun öğretimine en açık olduğu zamandır. Bu dönem, çocuğun; öğretmenin ya da başka öğrencinin yardımıyla konu alanında yeni şeyler öğrenmesi için bilişsel kapasiteye sahip olduğu sürece devam eder. Verilen kavram için hassas dönem, her çocuk için aynı değildir. Bu yüzden asıl sorulması gereken, öğrencilerin bilişsel gelişimine yardım edecek yerçekimi kavramı üzerine önemli bir ders için çoğu öğrencinin ne zaman hazır olduğudur (Agan ve Sneider, 2004). Bu bağlamda dördüncü ve beşinci sınıflar için öğrencilerin küresel Dünya kavramını ve bununla ilişkili olan yerçekimi kuvvetini tamamen keşfedecekleri bir model içeren etkinliklerle verilmesi olumlu sonuçlar alınmasını sağlayacaktır. Bu ünite, öğrenciler mevcut anlayışlarını gözden geçirmeleri için teşvik edilmeli ve sahip

oldukları önyargılarını çözmeleri sağlanmalıdır. Buna somut örnek olarak yerçekimi kuvvetini yayda oluşan geri çağırıcı kuvvetle karşılaştırılabiliriz. Şöyle ki bir yayın ucuna asılan cisim serbest bırakıldığında cismin yapacağı hareket ile Dünya üzerinden bırakılan bir cismin Dünya'nın merkezine doğru yapacağı hareketin eşdeğer olduğu gösterilebilir. Burada yayın yerçekimi kuvvetini temsil ettiğini ucuna asılan cismin serbest bırakıldığında durduğu konum olan denge konumu Dünya'nın merkezini temsil ettiğini kabul edelim. Yayda asılı cismin serbest bırakıldığında denge konumu civarında kendini tekrarlayan hareket olan harmonik hareket yaptığını gözlemleyerek Dünya üzerinden Dünya'nın merkezine doğru serbest bırakılan cismin yaydaki harekete benzer şekilde harmonik hareket yapacağı ifade edilmelidir.



KAYNAKÇA

- Acher, A., Arcà,, M. ve Sanmarti, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: a case study in primary education. *Willey InterScience*, 339-417. doi:10.1002/sce.20196.
- Agan, L., ve Sneider, C. (2004). Learning about the earth's shape and gravity: a guide for teachers and curriculum developers. *The Astronomy Education Review*, 2(2), 90-117.
- Ayvacı, H., Bakırcı, H., ve Yıldız, M. (2012). Kütle, ağırlık ve yerçekimi kavramlarının farklı öğretim seviyelerindeki öğrencilerin anlama düzeyleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 381-397.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11 (5), 502-513. doi: 10.1080/0950069890110503.
- Bisard, W. J., Aron, R. H., Francek, M. A., ve Nelson, B. D. (1994). Assessing selected physical science and earth science misconceptions of middle school through university pre-service teachers: breaking the science 'misconception cycle'. *Journal of College Science Teaching*, 24 (1), 38-42.
- Bixby, W. (1997). *Galileo ve Newton'un evreni*. Ankara: TÜBİTAK Bilim Yayınları-Yapı Kredi Yayınları.
- Bogiages, C. (2014). *The development of a performance progression for science teachers' implementation of model-based teaching*. (Doctoral dissertation). University of South Carolina, Columbia.
- Chittleborough, G. D. ve Treagust, D. F. (2009). Why models are advantageous to learning science. *Educacion Química*, 20 (1), 12-17.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053.
- Cole, M., ve Scribner, S. (1978). *Vygotsky l. s. mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Craik, K. J. W. (1967). *The nature of explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gilbert, J., ve Boulter, C. (2000). *Models and modelling in science education*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
- Gobert, J. D. (2000). A typology of causal models for plate tectonics: inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 937-977. doi: 10.1080/095006900416857
- Gobert, J. D., ve Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894. doi: 10.1080/095006900416839
- Harrison, A. G., ve Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026. doi: 10.1080/095006900416884

- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (1998). "Modelling in science lessons: are there better ways to learn with models?". *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Hestenes, D. (2008). Notes for a modeling theory of science, cognition and instruction. *Modelling in Physics and Physics Education*, 2-28.
- Ingham, A. M., ve Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 13(2), 193-202. doi: 10.1080/0950069910130206.
- Jackson, J., Dukerich, L., ve Hestenes, D. (2008). Modeling instruction: an effective model for science education. *Science Educator*, 17(1), 10-17.
- Justi, R., ve Gilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the atom'. *International Journal of Science Education*, 22(9), 993-1009. doi: 10.1080/095006900416875
- Justi, R. (2009). Learning how to model in science classroom: key teacher's role in supporting the development of students' modelling skills. *Educación Química*, 20(1), 32-40.
- Kalkan, H., ve Kıroğlu, K. (2007). Science and nonscience students' conceptions of basic astronomy concepts in preservice training for education teachers. *Astronomy Education Review*, 1 (6), 15-24. doi:10.3847/AER2007002
- Kavanagh, C., ve Sneider, C. (2007a). Learning about gravity I. free fall: a guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review*, 5(2), 21-52.
- Kavanagh, C., ve Sneider, C. (2007b). Learning about gravity II. trajectories and orbits: a guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review*, 5(2), 53-102.
- Klein, C. (1982). Children's concepts of the earth and sun: a cross-cultural study. *Science Education*, 65(1), 95-107. doi:10.1002/sce.3730660112.
- Kocakulah, M., ve Açıl, Z. (2011). İlköğretim öğrencilerinin gözüyle "yerçekimi nerededir?". *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 8 (2), 135-152.
- Mali, G. B., ve Howel, A. (1979). Development of earth and gravity concepts among nepali children. *Science Education*, 63(2), 675-685.
- Mant, J., ve Summers, M. (1993). Some primary-school teachers' understanding of the earth's place in the universe. *Research Papers in Education*, 8 (1), 101-107. doi: 10.1080/0267152930080107.
- Mayer, R. E. (1989). Models for understanding. *Review of Educational Research*, 59(1), 43-64. doi: 10.2307/1170446
- MEB. (2013a). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (3, 4, 5, 6, 7, ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2013b). *İlköğretim 1, 2 ve 3. sınıflar hayat bilgisi dersi öğretim programı ve kılavuzu*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2013c). *İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabı (3. Baskı)*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2013d). *İlköğretim 5. sınıf fen ve teknoloji ders kitabı*. Ankara: S. E. K. Yayınları.

- MEB. (2013e). *İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabı (5. Baskı)*. Ankara: Evren Yayıncılık.
- MEB. (2018). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (3, 4, 5, 6, 7, ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- National Research Council (NRC). (2011). *A framework for K–12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Nussbaum, J., ve Novak, J. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 535-550. doi: 10.1002/sce.3730600414
- Nussbaum, J. (1979). Children's conception of the earth as a cosmic body: a cross age study. *Science Education*, 63(2), 83-93.
- Öztürk, A., ve Doğanay, A. (2013). Primary school 5th and 8th graders' understanding and mental models about the shape of the world and gravity. *Educational Sciences: Theory ve Practice*, 13(4), 2469-2476.
- Pekmezci, A. (2017). *6. sınıf öğrencilerinin çözüm sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin değişimi*. (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Schwartz, R., ve Skjold, B. (2012). Teaching about scientific models in a science content course. *Educación Química*, 23(4), 451-457. doi: 10.1016/S0187-893X(17)30132-5
- Sun, D., ve Looi, C. (2014). Designing for model progression to facilitate students' science learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 9(2), 301-322.
- Sharp, J. (1996). children's astronomical beliefs: a preliminary study of year 6 children in South-West England. *International Journal of Science Education*, 18 (6), 631-652. doi:10.1080/0950069960180601.
- Shapley, K.S., ve Luttrell, H.D. (1993). Effectiveness of a teacher training model on the implementation of hands-on science. *Association for the Education of Teachers*, 9(8), 25-31.
- Sneider, C. I., ve Pulos, S. (1983). Children's cosmographies: understanding the earth's shape and gravity. *Science Education*, 67(2), 205-221. doi:10.1002/sce.3730670209.
- Sönmez, V. (1997). *Hayat bilgisi öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Tay, B., ve Yıldırım, K. (2013). Bilgisayar destekli öğretimin hayat bilgisi öğretimi dersinde başarıya etkisi ve yönetime ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 84-110.
- Tay, B., ve Baş, M. (2015). 2009 ve 2015 yılı hayat bilgisi dersi öğretim programlarının karşılaştırılması. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 341-374.
- Trundle, C. K., Atwood, K. R., ve Christopher, E. J. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658. doi:10.1002/tea.10039.
- Trumper, R. (2003). The need for change in elementary school teacher training-a cross-college age study of future teachers' conceptions of basic astronomy

- concepts. *Teaching and Teacher Education*, 19(3), 309-323. doi:10.1016/S0742-051X(03)00017-9.
- Türkoğlu, A., ve Öztekin, C. (2016). Science teacher candidates' perceptions about roles and nature of scientific models. *Research in Science ve Technological Education*, 34 (2), 219-236. doi: 10.1080/02635143.2015.1137893.
- Unat, Y. (2003). "Astronomi tarihi", felsefe ansiklopedisi. *Etik Yayınları*, 1, 639-649.
- Unat, Y. (2004). Astronomi tarihi literatürü (1923-2004). *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 2(4), 103-133.
- Unat, Y. (2013). *İlkçağlardan günümüze astronomi tarihi (2. Baskı)*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Vosniadou, S., ve Brewer, W. F. (1990). *A cross cultural investigations of children's conceptions about the earth, the sun and the moon: greek and american data. technical report no. 497*. University of Illinois at Urbana Champaign and Aristotelian University of Thessaloniki.
- Vosniadou, S., ve Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535-585. doi: 10.1016/0010-0285(92)90018-W.
- Vosniadou, S., ve Brewer, W. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18(1), 123-183. doi:10.1016/0364-0213(94)90022-1.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (8. Baskı)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zeilik, M., Schau, C., ve Mattern, N. (1998). Misconceptions and their change in university level astronomy courses. *The Physics Teacher*, 36 (2), 104-107. doi:10.1119/1.880056.

EKLER

1. Ek: Samsun İl Milli Eğitim Müdürlüğü İzin Belgesi

T.C
CANİK KAYMAKAMLIĞI
İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü

09-06-2014

Sayı : 69756302.821.07/3557
Konu : Tez Çalışması.

KAYMAKAMLIK MAKAMINA


İlgi : Erkan AKDEMİR'in 29.05.2014 tarihli dilekçesi.

İlgi dilekçe gereği; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünde tez çalışması yürütmekte olan Erkan AKDEMİR'in İlçemiz Fatih Ortaokulunda "Ortaokul öğrencilerinin Dünya'nın Şekli ve Yerçekimi Hakkındaki Algıları" konulu tez çalışması yapmak istemektedir.

Doktora tez çalışması, Eser İnceleme Komisyonumuz tarafından incelenmiş olup, çalışmanın belirtilen okulda yapılmasında sakınca olmadığına dair tutanak ekte sunulmuştur.

Söz konusu doktora tez çalışması, 2013-2014 eğitim-öğretim yılının ikinci yarısında Fatih Ortaokulunda Okul Müdürlüğü'nün uygun görmesi ve sorumluluğunda, eğitim-öğretimi aksatmayacak şekilde yapılabilmesi hususunda;

Olurlarınızı arz ederim.


İlhan TURGUT
İlçe Milli Eğitim Müdürü.

OLUR
...../05/2014
İlhan TURGUT
Kaymakam

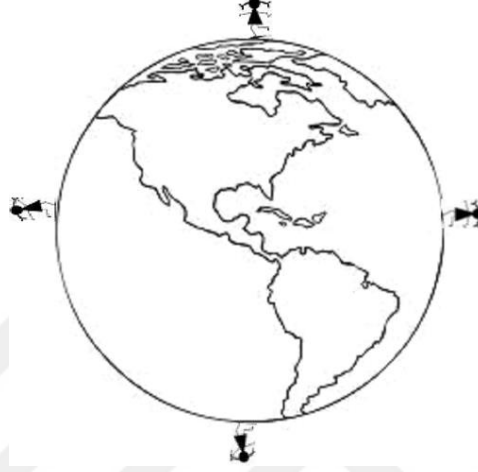
EK:
Tutanak (1 Sayfa)

Adres : İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü 100 Yıl Bulvarı
Hükümet Köşkü Kat.6 – CANIK / SAMSUN
Santral : 0(362) 238 82 00
Fax : 0(362) 228 82 55
E-Posta : canik55@meb.gov.tr
Web : http://canik.meb.gov.tr

2. Ek: Açık Uçlu Soru Formu

Soru 1- Aşağıdaki şekilde Dünya'nın dört farklı noktasında yüzeyde durmakta olan dört kişi bulunmaktadır. Dünya'nın bir an durduğu ve yerçekiminin yok olduğunu düşünün.

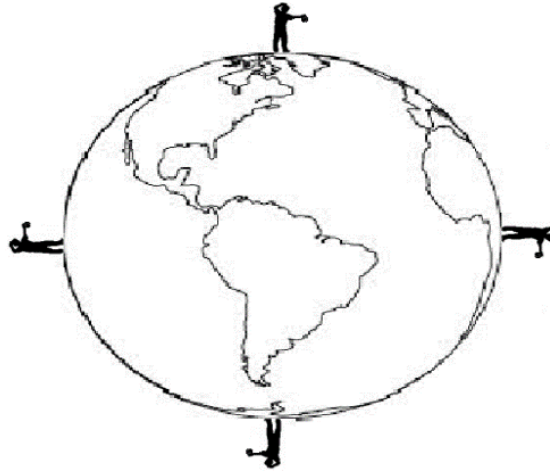
* Yüzeyde durmakta olan bu dört kişinin hareketleri nasıl olur? Oklarla gösteriniz.



* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

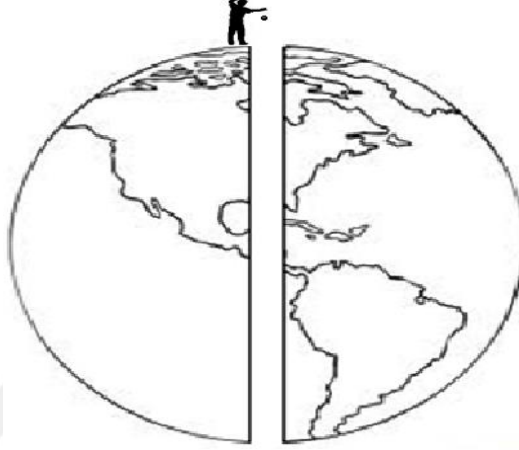
Soru 2- Birbirinden uzak ve Dünya'nın dört farklı noktasında ellerinde taş bulunan insanlar bulunmaktadır.

* Bu insanlar ellerindeki taşı bıraktıklarında taşın duruncaya kadar izlediği yol nasıl olur? Oklarla gösteriniz.



Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

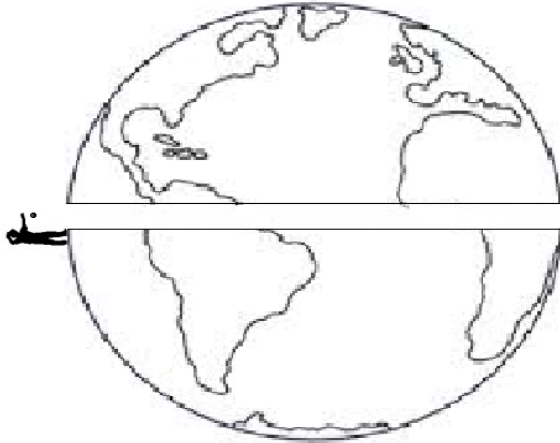
Soru 3- Aşağıdaki şekle bakarak Dünya'nın bir kutbundan diğer kutbuna doğru tünel kazıldığını düşünün. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bırakıyor. (Taş ile hava sürtünmesi ihmal edilecek)
* Bu insan elindeki taşı bıraktığında taşın duruncaya kadar izlediği yol nasıl olur?
Oklarla gösteriniz.



* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

Soru 4- Aşağıdaki şekle bakarak Dünya'nın ortasından tünel kazıldığını düşünün. Tünelin başlangıcında elinde taşla duran bir insan elindeki taşı tünelin bir ucundan bırakıyor. (Taş ile hava sürtünmesi ihmal edilecek)

* Taş duruncaya kadar nasıl bir yol izler? Oklarla gösteriniz.



* Neden bu cevabı verdiniz? Açıklayınız.

ÖZGEÇMİŞ

Erkan AKDEMİR 13.09.1983 tarihinde Kars'ta doğdu. Erzincan Nevzat Ayaz Fen Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği'nden 2006 yılında mezun oldu. İkinci lisans eğitimini 2017 yılında Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Sosyoloji Bölümü'nde tamamladı. 2007 yılından bu yana fen bilgisi öğretmeni olarak görev yapan Akdemir, orta derecede İngilizce bilmektedir.

İletişim Bilgileri

Adres: Canik Fatih Ortaokulu, 55000 Canik/Samsun

E-posta: fencierkan@gmail.com

Telefon: 0 (506) 584 87 52