

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ
HAKKINDAKİ KAVRAYIŞLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Cüneyt CANKAT

ANKARA
Kasım, 2010

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ
HAKKINDAKİ KAVRAYIŞLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Cüneyt CANKAT

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ

ANKARA
Kasım, 2010

JÜRİ ONAY SAYFASI

Cüneyt CANKAT’ ın “Ortaöğretim Öğrencilerinin Kütle Çekim Kuvveti Hakkındaki Kavrayışları” başlıklı tezi 03 Kasım 2010 tarihinde, jürimiz tarafından Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Başkan :Doç. Dr. Mehmet Fatih TAŞAR

.....

Üye(Tez Danışmanı):Yrd.Doç.Dr. Pervin ÜNLÜ

.....

Üye: Doç.Dr. Şebnem KANDİL İNGEÇ

.....

ÖZET

ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ HAKKINDAKİ KAVRAYIŞLARI

CANKAT, Cüneyt
Yüksek Lisans, Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ
Kasım – 2010, 62 sayfa

Bu araştırmanın amacı ortaöğretim öğrencilerinin kütle çekim kuvveti hakkındaki kavrayışlarını ve bu kavrayışlar arasındaki ilişkileri araştırmaktır.

Bu çalışmada veriler anket yöntemi ile toplanmıştır. Veri toplama işlemi için hazırlanan sorular pilot uygulama ile son halini almıştır. 5 adet sorudan oluşan ölçme aracı 101 ortaöğretim öğrencisine uygulanmıştır. Uygulama 2008-2009 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde yapılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Kodlamalar araştırmacı tarafından yapılmıştır. Kodların görülme sıklığı sayılmıştır. Kodlardan alt kategoriler, kategoriler ve üst kategoriler belirlenmiştir.

Sonuç olarak (62 adet) kod, (11 adet) alt kategori, (8 adet) üst kategori sayısı belirlenmiştir. Bu kategoriler incelendiğinde öğrencilerin kütle çekim kuvveti hakkındaki kavrayışlarının; “*yerçekimi*” ve “*ağırlık*” kavramlarını farklı fiziksel kavramlarmış gibi yorumladıkları, bazı öğrencilerin “*kütleleri farklı cisimler için, birbirlerine uyguladıkları kütle çekim kuvvetinde büyük kütleli cismin küçük kütleli cismi daha büyük kuvvetle çekeceği*”, kütle çekim kuvvetine ilişkin aynı fiziksel duruma öğrencinin “*kütlesel çekim*”, “*kütle çekim kuvveti*”, “*Kepler yasası*”, “*yerçekimi*”, “*yerin çekim kuvveti*”, “*evrensel çekim yasası*” gibi pek çok farklı isimlendirmelere başvurduğu tespit edilmiştir.

ABSTRACT

SECONDARY SCHOOL STUDENTS' INTERPRETATION OF GRAVITATIONAL FORCE

CANKAT, Cüneyt
Master of Science, Department of Physics Education
Thesis Supervisor : Asst. Assoc. Dr. Pervin ÜNLÜ
September – 2010, 62 pages

The aim of this study is to investigate secondary school students' perception of the gravitational force and the relationships among these perceptions.

In this investigation, data were collected by using the survey method. The questions prepared for data collection, took their final form by the pilot application. The measurement tool consisting of 5 questions was applied to 101 secondary school students. The application was conducted at the second period of the Education –Year 2008-2009.

The Analysis of the obtained data was conducted by using the content analysis method. The Coding was done by the investigator. The incidence of the codes is counted. The categories and Sub-Categories were determined out of the codes.

In conclusion, 62 codes, 11 subcategories and 8 categories were determined. Upon the examination of these categories, it was determined that the students interpreted '*gravity*' and '*weight*' as different physical concepts, some students had such wrong perceptions *as objects with larger masses would pull the objects with smaller masses with a bigger force in the case of objects with different masses*. It was also determined that the students used many different descriptions for the same physical condition related to the gravitational force a "*Mass Gravity*", "*Mass Attraction Force*", "*Kepler's Law*", '*Gravity*', '*Gravitational Force of the Earth*', *The Universal Law of Gravity*'

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında her konuda bana destek olan, hayatımın her anında yanımda olan değerli eşime teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında bilgisini ve desteğini benden esirgemeyen, eksikliklerimi değerli öneri ve katkılarıyla tamamlamama yardımcı olan ve çalışmamı yönlendiren danışmanım Yrd.Doç.Dr. Pervin ÜNLÜ' ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
Problem Durumu.....	3
Sayıtlılar	3
Kapsam ve Sınırlılıklar.....	3
Amaç.....	4
Önem.....	4
Tanımlar	5
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	
Kütle Çekiminin Tarihi Gelişimi.....	6
Ortaöğretim Müfredatında Kütle Çekim Konusu.....	8
Literatür Taraması.....	10
3. YÖNTEM	
Araştırmanın Modeli.....	15
Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	16
Verilerin Toplanması.....	16
Verilerin Analizi.....	16
4. BULGULAR ve YORUM.....	17
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	29
Sonuç.....	31
Öneriler.....	34
KAYNAKLAR.....	35
EKLER.....	40

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1 : “Kuvvet var mı?” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları	17
Tablo 2 : “Kuvvetin adı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	18
Tablo 3 : “Kuvvetlerin büyüklüklerinin karşılaştırılması” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	20
Tablo 4: “Kuvvetin büyüklüğünün karşılaştırılması” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	21
Tablo 5: “Kuvvet var mı?” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	21
Tablo 6 : “Kuvvetin adı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	22
Tablo 7 : “Kuvvetin yönü” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	23
Tablo 8 : “Kuvvetin yönü” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	24
Tablo 9 : “Kuvvetin büyüklüğünün karşılaştırılması” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	25
Tablo 10 : “Kuvvetin adı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	26
Tablo 11 : “Kuvvetin adı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	27
Tablo 12 : “Kuvvetin adı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	27
Tablo 13 : “Kuvvetin adı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları.....	28

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Cavendish'in "Dünya Tartımı" deneyi	7
Şekil 2: Kodlar, Alt kategori, Kategori ve Üst kategoriler arasındaki ilişkileri gösterir diyagram.....	17
Şekil 3 Öğrencilerin Dünya ile cisimler arasındaki kuvvet çizimlerinden örnekler	21
Şekil 4 Öğrencilerin yeryüzündeki cisimler arasındaki kuvvet çizimlerine örnek.....	21
Şekil 5 Öğrencilerin Dünya-Ay arasında birbirlerine yönelmiş kuvvet çizimi.....	25
Şekil 6 Öğrenci çizimi	26
Şekil 7 Sadece Ay üzerinde Dünya'ya yönelmiş kuvvet çizimi.....	27
Şekil 8 Dünya ve Ay arasında birbirine zıt yönelmiş kuvvet için öğrenci çizimi.....	29

BÖLÜM I

GİRİŞ

Hise (1988), öğrencilerin mekanikle ilgili kavram yanlışlarını araştırdığı çalışmasında, öğrencilerin kavram yanlışısına sahip olmasının uluslararası bir sorun olduğunu, öğrencilerin yeni bilgileri ezberleyip, test sorularını çözdüklerini ve fiziğin sınıf dışında herhangi bir yerde geçerli olmadığına inandıklarını önemle belirtmiştir

Öğrencilerin fiziğin soyut yapısını kavrayamadıkları, güncel hayatla ilişkilendiremedikleri ve öğretimin her kademesinde pek çok fizik kavramıyla ilgili yanlışya sahip oldukları bilinmektedir. Öğrencilerin özellikle kuvvet, yerçekimi ivmesi gibi soyut kavramları anlamada güçlük yaşadıkları pek çok araştırmada ortaya konmuştur (Palmer, 2001; Galili ve Bar, 1997; Watson ve diğerleri 1997).

Hart(2002), kuvvet konusunda öğrenci algılarına ilişkin yaptığı çalışmada; herhangi bir kuvvetin, öğretmeye çalıştığı üniteye çözümlenemeyecek kadar karmaşık olduğunu belirtmektedir. Öğrencilerin verdiği bazı örneklerde ise ‘kuvvet’ teriminden, kendisiyle aynı şeyi anlamadıkları, ünitenin sonlarında bile öğrencilerin, kendisinin terimi kullandığı anlamla alakası olmayan örnekler ileri sürdüklerini belirtmiştir.

Newton, “Evrensel Kütle Çekim Kanunu” ile yeryüzü ve gökyüzündeki cisimlerin hareketinin aynı temel ilkelerle açıklanabileceğini ortaya koymuştur. Bu insanlık tarihinde müthiş bir ilerlemedir. Evrensel Kütle Çekim Kanunu’nda söz konusu olan kütle çekim kuvveti, kütlesi olan tüm cisimler arasında var olan çekici bir kuvvettir ve doğadaki 4 temel kuvvetten biridir. Kütle çekim kuvveti, gök cisimlerinin küresel olmaları, gel-git olayı, uyduların gezegenler etrafında, gezegenlerin Güneş etrafında, yıldızların birbiri etrafında dönmeleri gibi olguları açıklar.

İnsanlık için bu kadar önemli olan kütle çekim kuvvetinin okullarda etkili bir şekilde öğretilmesi önemlidir. Bu çalışmaya kütle çekim kuvveti hakkında ortaöğretim öğrencilerinin kavrayışlarını belirlemek ve bu kavrayışlar arasındaki ilişkileri araştırmak amacıyla başlanmıştır.

PROBLEM

Bu bölümde araştırmanın konusunu belirten problem cümlesi, sayıtlılar, kapsam ve sınırlılıklar, amaç, önem ve tanımlar üzerinde durulmuştur.

1. Problem Cümlesi

Ortaöğretim öğrencilerinin kütle çekim kuvveti hakkında kavrayışları nasıldır?

2. Sayıtlılar

1. Örneklem grubunun Evreni temsil ettiği varsayılmıştır.
2. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevapları özenerek yapacakları kabul edilmiştir.
3. Öğrenciler arasında zekâ düzeyi açısından farklılığın olmadığı kabul edilmiştir.
4. Öğrencilerin fizik dersine karşı tutumlarının aynı olduğu kabul edilmiştir.
5. Uygulamada araştırmacı cevapları kategorize ederken tarafsız davrandığı kabul edilmiştir.

3. Kapsam ve Sınırlılıklar

A. Kapsam

1. Bu çalışma 2008 – 2009 Eğitim –Öğretim Yılı'nın bahar yarıyılı Ankara ili Çankaya ve Keçiören ilçesinden ikişer okulun 11. sınıf orta öğretim öğrencilerini kapsamaktadır.
2. Bu çalışma 1 haftalık süre içinde kütle çekim kanununa ilişkin soruların sorularak cevapların toplanmasını kapsamaktadır.

B. Sınırlılıklar

1. Bu çalışma tek bir araştırmacı tarafından kategori ve kodları oluşturarak içerik analizi yapması ile sınırlıdır.

2. Bu çalışma sonucunda ortaya çıkan sonuçların, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan içerik analiziyle çözümlenmesi ve öğrencilerin kütle çekim kuvveti hakkındaki kavrayışlarını ortaya çıkarma gücüyle sınırlıdır.

3. Bu çalışmada verilerin sadece anket ile toplanmış olması ve sonrasında mülakatların yapılmamış olması ile sınırlıdır.

4. Amaç

Bu araştırmanın amacı ortaöğretim öğrencilerinin kütle çekim kuvveti hakkındaki kavrayışlarını ve bu kavrayışlar arasındaki ilişkileri belirlemektir.

5. Önem

Yerküreye ilişkin; yapısı, neden oluştuğu, nerede durduğu tarzındaki düşünceler milattan öncelere kadar dayanır. Cisimlerin Dünya'ya doğru neden çekildiği, Dünya'nın neden Güneş çevresinde döndüğü gibi konular insan düşüncesini meşgul etmiştir. Bu konuların açıklaması Newton tarafından yapılmıştır. Newton'a göre cisimlerin Dünya'ya düşmesinin veya Dünya'nın Güneş etrafında dönmesinin sebebi kütle çekim kuvvetidir. Bu kuvvet kütlesi olan tüm cisimler arasında var olan çekici bir kuvvettir ve doğadaki temel kuvvetlerden biridir.

Gök cisimlerinin hareketi, bir cismin ağırlığının sebebi gibi konuların öğretimi, günümüzde fizik derslerinde yapılmaktadır. Ancak öğrencilerin günlük yaşantı içerisinde haberdar olmadan karşılaştıkları, yerçekimi gibi olayların hangi fizik kanunlarıyla ve

kavramlarla açıklandığının öğretilmesi önemlidir. Bu bakımdan kütle çekim kuvveti hakkında öğrenci kavrayışlarını araştırmak, bu konunun öğretimine katkıda bulunacaktır.

6. Tanımlar

İçerik Analizi: İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik yinelenabilir bir teknik olarak tanımlanır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2009). İçerik analizi, araştırmacı tarafından tanımlanmış araştırma sorusu açısından önem arz eden anlam içerikleri üzerinde odaklanan bir arama ve tarama stratejisidir (Gökçe, 2006). İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Toplanan verilerin önce kavramsallaştırılması daha sonra da ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir biçimde düzenlenmesi ve buna göre veriyi açıklayan temaların saptanması gerekir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Araştırmacı elde ettiği bilgileri inceleyerek anlamlı bütünler halinde bölümlere ayırır. Bu bölümler bazen bir sözcük, bazen de bir cümle ya da paragraf olabilir. Araştırmacı bölümlere tanımlayıcı isimler yani kodlar bulur. İçerik analizinin ilk aşaması verilerin kodlanmasıdır. İçerik analizi yapılırken, araştırmacı açık içerik kullanarak kodlama yapabileceği gibi gizli içerik kullanarak da kodlama yapabilir. Gizli içerik kodlamasında, metnin içinde doğrudan geçmeyen ancak altında yatan anlam aranır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2009).

Toplanan verilerin kodlanması ve bu kodlara göre sınıflandırılması yeterli değildir. Kodlar bir araya getirilerek ortak yönler bulunmaya çalışılır. İlk aşamada ortaya çıkan kodlardan yola çıkarak verileri genel düzeyde açıklayabilen ve kodları belirli kategoriler altında toplayabilen temaların (kategorilerin) bulunması gerekir. Ortaya çıkan kodlar (kavramlar) ve bu kodlar arasındaki ilişkiler (temalar ya da kategoriler) verilerin altında yatan olguyu açıklamada kullanılır (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

BÖLÜM II

2. Kavramsal Çerçeve

2.1 Kütle Çekiminin Tarihi Gelişimi

Dünya'nın evrendeki yeri ve gök cisimlerinin hareketi tarih boyunca insanların ilgisini çekmiştir. Thales'e göre (M.Ö. 624- 550) Dünya'yı oluşturan madde “su” idi ve yeryüzünün kocaman bir oda gibi büyük bir okyanusun üzerinde yüzdüğünü söylüyordu. Thales'in öğrencisi Anakssimandros ise yer kürenin uzayda bütün nesnelerden eşit uzaklıkta, hiçbir yere bağlı olmadam yüzdüğünü iddia etti. Ona göre Dünya davul biçimindeydi. Parmenides'in benimsediği tavır akıl temelliydi ve “hangi yönde ilerlenirse ilerlensin, nitelikleri hep aynı kalan tek geometrik cisim küredir” fikrini savunuyordu (Oldroyd, 1996). Aristarchus (M.Ö. 320-230), merkezinde Güneş olan, Dünya'nın Güneş etrafında dolandığını ve yıldızların Dünya'ya göre çok uzakta sabit bulunduğu bir evren önerisini yapmıştır. Batlamyus (M.S. 85-165) ise Dünya merkezli evren görüşünü savunmuştur (Taşar ve Orbay, 2008).

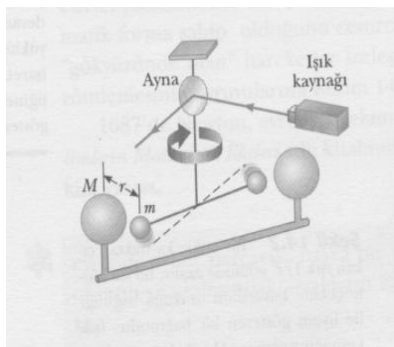
Dünya merkezli evren fikrinden Güneş merkezli evren modeline tekrar geçiş 1543 yılında Kopernik ile olmuştur. Kopernik, diğer gezegenlerin ve Dünya'nın Güneş çevresinde çember şeklinde yörüngeler üzerinde hareket ettiğini söylemiş ve yıldızların hareketsiz gibi görünmesinin onların çok uzak mesafelerde olmasına bağlamıştır. Kopernik'in geleneklere aykırı bu tasarımı uzunca bir zaman kabul görmemiştir. Thyco Brahe onaltıncı yüzyılın sonlarına doğru gezegen yörüngelerini izlemiş ve çok sayıda veri toplamıştır. Brahe öldüğünde topladığı bu verileri yardımcısı Kepler'e bırakmıştır. Kepler 20 yıl boyunca bu verileri inceleyerek gezegenlerin hareketlerini açıklayan ve Kepler Kanun'ları olarak bilinen kanunları ortaya koymuştur (Fishbane ve diğerleri, 2006).

Kepler'e göre; gezegenler Güneş'in odaklarından birinde olduğu elips şeklinde bir yörünge izler, eşit sürelerde eşit alanlar tarar ve bir devir için geçen süre elipsin büyük ekseninin yarısının üç bölü ikinci kuvvetiyle orantılıdır. Kepler kanunları gezegenlerin

Güneş çevresindeki hareketlerini tam olarak belirlemektedir. Fakat gezegenleri Güneş çevresinde hareket ettirenin ne olduğu ile ilgili bilgi vermemektedir.

Aynı zamanlarda Galileo, Dünya'daki sıradan cisimlerin hareketlerini incelemiştir ve Eylemsizlik İlkesi denen önemli bir kuralı keşfetmiştir. Bu ilkeye göre, düz bir doğru üzerinde hareket eden bir cisim, hiçbir etken olmazsa, bir doğru boyunca, aynı hızla sonsuza kadar gitmeye devam eder. Daha sonra Newton, hızı herhangi bir şekilde değiştirmek için kuvvet uygulamak gerektiğini ifade etmiştir. Dairesel bir yörünge izleyen bir cismin hızı sabit olmakla birlikte, hızının yönünü değiştirmek için cismi dairenin merkezine doğru çeken bir kuvvet olması gerekmektedir. Örneğin, bir gezegen Güneş çevresinde bir çember boyunca gidiyorsa, çembere teğet doğrultuda gitmesi için hiçbir kuvvete gerek yoktur. Eğer herhangi bir kuvvet olmasaydı çembersel yörüngede değil doğru boyunca hareket etmesi gerekirdi. Gezegen bunu yapmayıp Güneş çevresinde kaldığına göre, Güneş'e doğru bir kuvvet etki etmektedir. Newton, kuvvetin Güneş yönünde olduğunu ve eğer gezegenlerin periyotlarının Güneş'ten olan uzaklıklarıyla nasıl değiştiği bilinirse, bu kuvvetin uzaklık ile nasıl değiştiğinin de bulunabileceğini gösterdi ve kuvvetin uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğunu ispatladı.

Newton, kütlesi olan her cismin birbirini çektiğini söyledikten sonra Cavendish bunu doğrudan gözlemek için bir deney yaptı.



Şekil 1: Cavendish'in “Dünya’ nın Tartımı” deneyi (Serway, 2002, s.426)

İki ucuna top şeklinde kütleler konulmuş bir çubuğu çok ince bir kuvars telin ucuna astı. Sonra da Şekil 1'deki gibi iki büyük kurşun top kütlelerinin yanlarına koydu. Kurşun toplar ile kuvars telin ucuna asılmış küçük kütleli toplar arasındaki çekim, telde küçük bir bükülmeye neden olur ve iki top arasındaki bu kuvveti ölçmek mümkündür. Cavendish bu deneye “Dünya’nın Tartımı” adını vermiştir. Cavendish, doğrudan bir yöntemle kuvveti, iki kütleli ve aralarındaki uzaklığı ölçmeyi; böylece de evrensel çekim sabiti G ’yi ölçmeyi başardı. Bu sabit ölçüldükten sonra Dünya’nın kütlesi hesaplandı. Bu şekilde Güneş’in ve diğer gök cisimlerinin kütleleride hesaplanabilir. Kütle çekim kanunu evrenseldir ve çok büyük uzaklıklarda da geçerlidir. Bu yüzden “Kütle Çekim Kanunu” na “Evrensel Çekim Kanunu” da denir (Feynman, 1995).

Einstein “özel görelilik kanunu” nun ardından çalışmalarını Lorentz dönüşümleriyle uyumlu bir kütle çekim teorisinin inşasına yönlendirmiştir. 1916 yılında yayınlanan ve “genel görelilik teorisi” adıyla bilinen Einstein’ın gravitasyon teorisinde, kütle çekim kuvvetlerinin uzay-zaman geometrisinin eğriliğinin bir görünümü oldukları anlaşılmaktadır (Oldroyd, 1996). Serbest noktasal parçacıklar, düz uzay-zamanda doğrular üzerinde sabit hızlarla hareket ederler. Güneş gibi büyük kütleli bir cisim, civarındaki uzay-zaman geometrisini eğri hale getirir. Gerek boyutları gerek kütleleri Güneş ile kıyaslandığında nokta parçacık gibi kabul edilebilen gezegen veya kuyruklu yıldız gibi gök cisimleri uzay-zaman eğriliğine uyarak hareket etmektedirler. Dolayısıyla bu gök cisimlerinin Güneş yakınından geçerken yörüngeleri bir doğru çizgiden saparak birer elips veya parabol haline dönüşmektedir. Salt uzay-zaman geometrisinin eğriliğinden kaynaklanan bu sapmalar, kütle çekim kuvvetlerinin etkisi olarak yorumlanmaktadır (Dereli, 1996).

2.2 Ortaöğretim Müfredatında Kütle Çekim Konusu

Bu çalışma yapıldığında 2008 yılı müfredatı geçerliydi. Bu müfredata uygun Milli Eğitim Bakanlığı 2008 tarihli onbirinci sınıf kitabı kütle çekimi konusunu içermekteydi. Bu kitapta, kütle çekim konusu, “Yeryüzünde Hareket” ünitesi içinde konu başlığı “Ağırlık ve Yerin Çekim Alanı” olarak yer almaktaydı. Bu konuda, Dünya’nın yüzeyinden belli bir yükseklikten bırakılan cisimlerin yerin merkezine doğru çekildiği, kütleleri farklı cisimlerin farklı çekim kuvvetine maruz kaldığı anlatılmaktadır.

2009–2010 eğitim öğretim yılından itibaren de yeni fizik müfredatına geçilmiş ve kütle çekim kuvveti, evrensel çekim yasası dokuz, on ve onbirinci sınıflarda aşama aşama anlatılarak aktarılmıştır.

Ortaöğretim Fizik 9 Ders Kitabı'nda *Kuvvet ve Hareket* ünitesinde *Doğadaki Temel Kuvvetler* konusu altında doğadaki 4 temel kuvvetten birinin kütle çekim kuvveti olduğu ile ilgili bilgi verildikten sonra kütle çekim kuvvetinin doğadaki tüm kütleler arasında olduğu vurgusu yapılmaktadır. Konunun devamında da yere düşen elma örneğinden yola çıkarak, “elmanın yere düşmesine sebep olan bu kuvvet kütle çekim kuvvetidir” ifadesi verilmiş ve bu kuvveti cisme uygulayanın yer küre olduğu ve cisminde yer küreye aynı kuvveti uyguladığı vurgusu yapılarak cismin ağırlığı tanımı açıklanmıştır. Sonrasında da kütle çekim kavramının tarihi gelişiminden bahsedilmiş ve Newton’ un “Kütle Çekim Yasası” tanımı yapılarak bu kısımda formülüyle ifade edilmiştir.

Ortaöğretim Fizik 10 Ders Kitabı'nda *Kuvvet ve Hareket* ünitesinde kuvvetin varlığı ve etkilerini kavratmak amacıyla bazı etkinlikler öğrencilere sunulmuş, sonrasında da kuvvetin vektörel bir büyüklük olduğunu anlatmaktadır.

Ortaöğretim Fizik 11 Ders Kitabı'nda *Kuvvet ve Hareket* ünitesinde dokuzuncu ve onuncu sınıflarda kavrama ilişkin öğrendiklerinin neler olduğu hatırlatıldıktan sonra Dünya ve belli bir uzaklıktaki cisim arasındaki kuvvetin tanımından yola çıkarak Dünya’nın cisme uyguladığı çekim kuvvetinin büyüklüğü formülüyle anlatılmıştır. Dokuzuncu sınıf ders konusuna tekrar atıfta bulunarak “elmaya etkiyen kuvvet ile Ay’ın Dünya etrafında dönmesini sağlayan kuvvet”in aynı olacağını ve bu kuvvete de “çekim kuvveti” deneceği vurgusu yapılmıştır. Konuya ilişkin son aşamada Kepler Yasaları ayrıntılarıyla anlatılmış, bu yasaların Newton’un herhangi iki kütle arasında var olan kütle çekim kuvvetinin bir sonucu olduğunu gösterdiğine ilişkin vurgu yapılmıştır.

Bu çalışmanın yapıldığı 2008 yılında onbirinci sınıfta okutulan *Yeryüzünde Hareket* ünitesinde, kütle çekim kuvvetini sadece Dünya-Ay ve Dünya-uydu arasında

olacağına ilişkin öğrencileri yanılgıya düşürecek eksik anlatımlar söz konusudur. “Dünya’nın yüzeyinden belli bir yükseklikten bırakılan cisimlerin yerin merkezine doğru çekildiği” şeklindeki anlatımda buna neyin sebep olduğuna ilişkin herhangi bir açıklama yapılmamakta öğrenci de bunun kütle çekim kuvvetinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı konusunda bir bilgiye sahip olamamaktadır. Yukarıda bahsettiğimiz yeni müfredatla, araştırma yaptığımız konu kapsamında öğrencilerin görmüş olduğu 2008 yılı müfredatını karşılaştırdığımızda; yeni müfredatta kütle çekim kuvveti ve yerçekimi kuvveti kavramlarına gelene kadar kütle ve ağırlığın farkları ortaya konmuştur. Kütle çekim kuvvetinden bahsedilirken de temelde nasıl bir kuvvet olduğu ve bu kuvvetin aslında evrendeki tüm parçacıklar arasında mevcut olduğu vurgusu yapılmıştır. 2008 yılı müfredatında ise kütle çekim kuvvetinin cisimlerle Dünya arasındaki yerçekimi kuvveti olduğuna ilişkin sınırlı anlatım mevcuttur. Yeni müfredatta, yerçekimi kuvveti dediğimiz kavramın aslında kütle çekim kuvveti olduğunu ve Kepler Yasaları’nda da bu kuvvetin etkili olduğu vurgulanmıştır. 2008 yılı müfredatında Kepler Yasaları ve yerçekimi aynı üniteye anlatılmasına karşın birbiriyle ilişkilendirilmesine ilişkin açıklayıcı bilgi yoktur. Türkiye’de ve yurt dışında ders kitaplarına yönelik yapılan araştırmalara göre; ders kitaplarının bilgilerin öğrenilme ve hatırlanmasında etkili olan yardımcı unsurlar ve metin tutarlılığı açılarından yetersiz ve tutarsız oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca Türkiye’de ders kitapları üretiminde niceliksel ve niteliksel yetersizliklerin bulunduğu, kullanılan kitapların yeterli olmadığı ve yeniden gözden geçirilmesinin gerekli olduğu kanısına varılmıştır (Alpan 2004).

2.3 Literatür Taraması

Fen eğitiminde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının popüler olmasıyla birlikte öğretmen öğrenci arasındaki etkileşimin derecesi yükselmiştir. Öğretmen ve araştırmacılar, öğrencilerin fikirlerini araştırma ve onların kavramsallaştırma çeşitleri gibi konulara önem vermeye başlamışlardır. Öğrencilerden elde edilen bu bilgiler öğretimin geliştirilmesinde faydalı olmaktadır. Yapılandırmacı yaklaşıma göre, Jean Piaget, David Ausabel ve diğerleri tarafından savunulduğu gibi, öğrenciler sınıfa kendi modelleri ve dünya ile ilgili teorileri ile gelirler. Öğrenme süreci bilişsel değişimler içerir. Bu değişimlerde öğrenciler yeni model ve teori oluşturmak için fikirlerini düzenler ya da reddederler (Sneider ve Ohadi, 1998).

Öğrencilerin sınıfa gelirken sahip olduğu ön bilgileri arasında kavram yanlışları olabilir. Kütle çekim kuvveti ile ilgili kavram yanlışlarının araştırıldığı çalışmalar vardır. Fizik eğitiminde öğrencilerin farklı görüşlere sahip oldukları kavramlar arasında kütle çekimi ve Dünyanın şekli yer almaktadır (Sneider ve Ohadi, 1998). Kütle çekimi konusunda yapılan bazı araştırmalarda; “*dış uzayda hava olmadığından çekim de yoktur*” (Gunstone ve White, 1981), “*nesneler kendi ağırlıklarının etkisiyle aşağı doğru düşerler*” (Mayer, 1987) gibi sonuçlar elde edilmiştir. Nussbaum(1979) araştırmasında, öğrencilerin “yerin şekli ve yerçekimi” kavram yanlışısını sekizinci sınıfa kadar sürdürdüklerini göstermiştir. Sneider ve Pulos (1983) ilköğretim çağındaki öğrenciler üzerinde yaptığı araştırmada; Dünyanın şeklinin yerçekimi ile ilişkisini kuramadıklarını belirtmiştir. Bu ve buna benzer pek çok çalışma ışığında, dünyanın şekli ve yerçekimiyle ilgili dünya çapındaki kavram yanlışları ile yapılan araştırmaların sonuçlarına bakıldığında hemen hemen aynı kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür (Sneider ve Ohadi, 1998). Küçük (2005) tarafından yapılan bir çalışmada farklı öğrenim seviyelerinden öğrencilerin yerçekimi hakkında sahip oldukları kavramların farklı problem durumları tarafından nasıl etkilendiğini araştırmıştır. Sonuçta öğrencilerin pek çok kavram yanlışına sahip oldukları görülmekle beraber öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramlar nesnenin konumu, bulunduğu fiziksel ortam gibi durumlardan etkilendiğini göstermiştir.

Öğrencilerin yerçekimi anlayışları üzerine yapılan bazı çalışmalarda ise; nesneleri Yerkürenin merkezine doğru düşüren kuvvet olarak yerçekimi anlayışı, makul bir şekilde ilköğretim (ilkokul) ve ortaokul seviyesindeki öğrencilerden beklenebileceği ve birçok durumda, öğrencilerin düşme olgusunu açıklamak için yerçekimi fikrine başvurduğu yorumunu getirmişlerdir (Smith ve Peacock, 1992; Sneider ve Ohadi, 1998). Nussbaum ile Novak (1976) ilköğretim çağındaki çocukların yeryüzünün şekli ve yerçekimi hakkındaki fikirlerini araştırmış ve ‘*Yerkürenin merkezine doğru*’ ifadesinden farklı olarak, birçoğunun nesnelerin ‘*aşağıya doğru*’ düştüğüne inandıklarını ve bu nedenle bazı öğrencilerin, insanların yerkürenin altından neden düşmediklerini anlayamadıklarını belirlemiştir. Daha sonra yapılan çalışmalar, bu fikrin yaygın olduğunu ve genellikle sekizinci sınıf seviyesine kadar değişmediğini bildirmiştir (Nussbaum 1979, Sneider ve Pulos 1983). Bar ve diğerleri (1994) 9-13 yaşları arasındaki öğrencilere ‘*nesneler neden düşer*’ sorusuna genellikle ‘*yerçekiminden*

dolayı’ cevabını verdiklerini belirtmiştir. Bu çalışmaya göre, birçok öğrenci ise çocuğun ‘*nesnelerin ağır oldukları için*’ düştüklerini ve ‘*ağır nesnelerin hafif nesnelerden daha hızlı düştükleri*’ yönünde mantık yürütmüştür. Gunstone ve White (1981) bu akıl yürütme biçiminin genellikle üniversitenin birinci sınıfında fizik eğitimi gören öğrencilere kadar devam ettiğini göstermiştir. Vosniadou ve Brewer (1992)’in Urbana, Illionis’de bir ilkokula giden orta sınıf alt yapılarıdaki 60, birinci, üçüncü ve beşinci sınıf öğrencisiyle yapılan çalışmalarında, ‘*Yerkürenin şekli*’ ve ‘*yerçekimi kavramlarının*’ hem yavaş ve aşamalı olduğunu, hem de ön varsayımlarla ve inançlarla kısıtlanmış olduğunu savundu. Yerküre şeklini ve yerçekimini öğrenmenin yavaş ve aşamalı olduğu yönündeki görüşleri, öğrencilerin gün ve gece döngüsü hakkındaki fikirlerini de içeren daha sonraki çalışmalarda da yer almıştır (Vosniadou ve Brewer, 1994; Samarapungavan ve diğerleri, 1996; Diakidoy ve diğerleri 1997). Yerkürenin şekline ilişkin diğer bulgular ise, farklı bir görüşü destekler (Arnold ve arkadaşları, 1995; Butterworth ve arkadaşları, 1997; Sharp, 1995, 1996, 1999; Roald ve Mikalsen, 2000; Nobes ve diğerleri, 2005). Örneğin, Butterworth ve arkadaşları (1997), Brisbane ve Newhaven’daki okul öncesi ve ilkokul gruplarında yer alan 4 ila 8 yaş arası 60 Avustralyalı ve 72 İngiliz çocuğun yerküreyi kozmik bir gövde olarak gördüğü fikirlerini ortaya çıkardı. Daha önceki eserler, sezgisel bir düz yerküre aşamasının neredeyse her zaman bilimsel kavramsallaştırmadan önce geldiğini belirtirken, Butterworth ve arkadaşları, durumun aslında böyle olduğu yönünde neredeyse hiç kanıt bulamadı ya da çok az buldu ve önemli bir nedensel faktör olarak güçlü sosyo-kültürel etkileri belirtti. Palmer (2001)’ in öğrenciler üzerinde yaptığı bir çalışmada da yerçekiminin toprağa gömülü nesne üzerinde etkili olmadığı yönünde fikirlere rastladı. Bunun nedenlerini araştırdığında, yerçekiminin nesneleri yüzeyin altına değil, yüzeye doğru çektikleri veya da yerçekiminin havayla ilişkili olduğu fakat yerin altında hava olmadığı yönündeydi. Bu fikir, Nussbaum ile Novak(1976)’ın öğrencilerin yerçekiminin nesneleri Yerkürenin merkezine doğru olmaktan ziyade aşağıya doğru çektiğine ve yerçekiminin havayla ilişkili olduğuna inandıkları yönündeki bulgusuyla paralellikler taşır (Berg ve Brouwer, 1991; Bar ve diğerleri, 1997).

Öğrencilerin yerçekimi kavrayışlarıyla birlikte yerçekimi kuvvetine ilişkin yürütülen pek çok çalışmada ise öğrencilerin aklında, yerçekimi kuvvetinin ayrılmaz bir şekilde hava mevcudiyetiyle bağlantılı olduğu da açığa çıkmıştır (Bar ve diğerleri 1997). Ayrıca, Berg ve Brouwer (1991), dokuzuncu sınıf öğrencilerinin yarısından fazlasının uzayda

yerçekimi olmadığına ve Ay üzerinde hava olmadığı için Ay'da yerçekimi olmadığına inandıklarını belirlemiştir. Noce ve arkadaşlarının (1988) eseri, ilköğretim çağındaki çocuklar arasında, bunun yerçekimi kuvvetinin yerküre üzerinde kurulu olduğu yönündeki inançtan kaynaklanıyor olabildiğini belirtmesine rağmen, nesnelerin Ay'da süzülükleri fikrinin hem ilköğretim, hem de lise seviyesinde yaygın olduğunu göstermiştir (Ruggiero ve diğerleri 1985, Reynoso ve diğerleri 1993). Nagoya Kogei Lisesi, Nagoya, Japonya'dan gelen Yoji Iida, "Yeni Fen Eğitimi: Eylemsizlik ve Kuvvet Kavramları" hakkındaki sözlü oturumlardan birinde bir bildiri sundu. Araştırmasını, Japon lise ve yüksekokul öğrencilerine yazılı testler vererek yürütmüştü. Araştırma konuları, teknoloji lisesinin ikinci sınıfından önceden hiç mekanik çalışmamış 171 öğrenci ile hem üniversitenin teknoloji bölümlerinden, hem de teknoloji yüksekokullarından gelen 220 kişilik bir yüksekokul öğrencisi grubuydu. Yüksekokul öğrencilerinin tümü, mekaniğe girişi lisede yapmıştı ve iyi öğrenciler olarak görülüyorlardı (Hise, 1988). Iida'nın sorduğu soru tipinin bir örneği aşağıdaki gibidir:

"Bir-iki metrelik bir yükseklikten serbest düşüş yapan" bir taşla ilgiliydi. Taşa ne olacağıyla ilgili olarak öğrencilerden dört olası seçenekten birini seçmeleri istendi.

- (a) Yerçekimi, sabit bir kuvvettir ve hareket eden tek kuvvettir.
- (b) Yerçekimi, giderek artar ve hareket eden tek kuvvettir.
- (c) Yerçekimi, sabit bir kuvvettir ve yukarıya doğru 'kalan kuvvet' giderek azalır.
- (d) Yerçekimi, sabit bir kuvvettir ve giderek artan ilave bir 'düşen kuvvet' vardır.

Yüksekokul öğrencilerinin sadece %69'u soruyu doğru yanıtladı. Lise öğrencilerinin tam %53'ü, taş üzerinde, düşmesine yol açan ilave bir kuvvetin olduğuna inanıyordu(d seçeneği). Tokyo'daki Metropolitan Chitosegaoka Lisesinden gelen Yoji Nishioka, öğrencilerine aynı soruyu sordu. Soruyu ilk önce bir sınıf tartışması sırasında sordu ve daha sonra, materyalin üzerinden geçtikten sonra, soruyu bir kere daha sordu. Sınıftaki tartışma sırasında, öğrencilerin %58'i (d) yanıtını verirken, sadece %7'si doğru yanıtı verdi. Soru testte çıktığında, sınıfın %39'u hala (d) yanıtını seçiyordu. Bununla beraber, %42'si artık doğru yanıtı veriyordu. Bu durum, çalışmasında Iida tarafından verilen sonuçlara büyük yakınlık göstermektedir.

Çalışmaların çoğu, yerçekimi ile ağırlık arasındaki ilişkiyle, ya da yerçekimiyle bir nesnenin boyutu arasındaki ilişkiyle ilgilidir. Bunun dışındaki çalışmalarda ise araştırmacıların çizdiği çerçevede, kütle çekiminin varlığından bahsedilip bahsedilemeyeceği üzerine odaklanmıştır. Bu araştırma da ise soruları iki aşamalı olarak hazırlayarak, yeryüzünde bulunan cisimler arasında ve Dünya ile cisimler arasındaki, kütle çekim kuvveti konusunda ortaöğretim öğrencilerinin kavrayışlarını ortaya çıkarmak amacıyla sorular öğrencilere sorulmuştur.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, verilerin toplanması ve verilerin analizi konuları üzerinde durulmuştur.

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu çalışma, bir anket çalışmasıdır. Veriler nitel analiz yöntemi olan içerik analizi kullanılarak çözümlenmiştir. Ankette 5 adet açık uçlu soru kullanılmıştır. Sorular kütle çekim kuvveti konusunda ortaöğretim öğrencilerinin kavrayışlarını ortaya çıkarmak üzere hazırlanmıştır. Sorular hazırlanırken ölçmek istediğimiz nitelikler için belirtke tablosu (Ek 1) hazırlanmıştır. Sorular üç aşamadan geçirilerek oluşturulmuştur. İlk aşamada araştırmacı tarafından amaç doğrultusunda 5 soru hazırlanmıştır. İkinci aşamada, hazırlanan sorular dört fizik öğretmenine incelenmiş ve alınan tavsiyeler doğrultusunda düzenleme ve eklemeler yapılmıştır. Daha sonra iki fizik eğitimcisi öğretim elemanı ile birlikte sorular bir kez daha incelenmiştir. Üçüncü aşamada soruların ortaöğretim öğrencilerine uygunluğunu test etmek amacıyla 30 öğrenciye uygulanma yapılmıştır. Alınan sonuçlara göre, açık uçlu sorulara seçenekler eklenmiş ve cevapların kuvvet konusu hakkında daha genelden, kütle çekim kuvvetine yönelmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Yine, bir, iki ve üçüncü sorularda yeryüzünde bulunan cisimler için “yüksüz” ifadesi bu nedenle belirtilmiş öğrencilerin elektriksel kuvvet yorumuna yönelmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada kullanılan soruların son hali Ek 2’de verilmiştir.

Son sorudaki (b) şıkında “Uyduyu şekil-II’ deki konuma taşıdığımızda etkiyen kuvvetlerde değişiklik olur mu?” şeklindeki ifadeye öğrencilerin verdikleri cevaplar “Olur”, “Olmaz”, “Bir değişiklik olur”, “Bir değişiklik olmaz” tarzında olduğundan ve kütle çekim kuvvetinin değişimi ile ilgili bir bilgi vermediğinden değerlendirmeye alınmamıştır.

3.2 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Bu çalışmanın evreni Ankara ili Çankaya ve Keçiören ilçesi öğrencileridir. Bu çalışmanın örneklemi, Çankaya ve Keçiören ilçelerinde bulunan 2 okuldan onbirinci sınıf öğrencilerinden rasgele seçilen şubelerden toplam 101 öğrenci oluşturmaktadır.

3.3 Verilerin Toplanması

Veri toplama işlemi 2008–2009 eğitim öğretim yılı ikinci döneminin son zamanlarında yapılmıştır. Veri toplama işlemi araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.

5 adet açık uçlu sorunun ilk üç tanesi bir yaprakta, diğer ikisi başka bir yaprakta olmak üzere iki yapraktan oluşan ölçme aracı kullanılmıştır. Ölçme aracının uygulanması toplam 20 dakika sürmüştür. İlk yaprak öğrencilere dağıtıldıktan 10 dakika sonra toplanmış ve diğer yaprak dağıtılarak 10 dakika süre verilmiştir. İlk yapraktaki sorular cevaplandıktan sonra, ikinci yaprağın dağıtılmasındaki amaç; ilk yaprakta yer alan ilk üç soruda, yeryüzünde bulunan cisimler için kütle çekim kuvvetine ilişkin öğrencilerin bilgi düzeylerinin araştırılmasıdır. İkinci yapraktaki dördüncü ve beşinci sorularda ise Dünya – Ay ve Dünya – uydu sistemleri için kütle çekim kuvvetine ilişkin öğrencilerin bilgi düzeylerinin araştırılmasıdır. Bu sebeple ikinci yapraktaki sorulara ait şekillerin, ilk yapraktaki sorulara ilişkin cevaplara ipucu oluşturmamasını engellemektir.

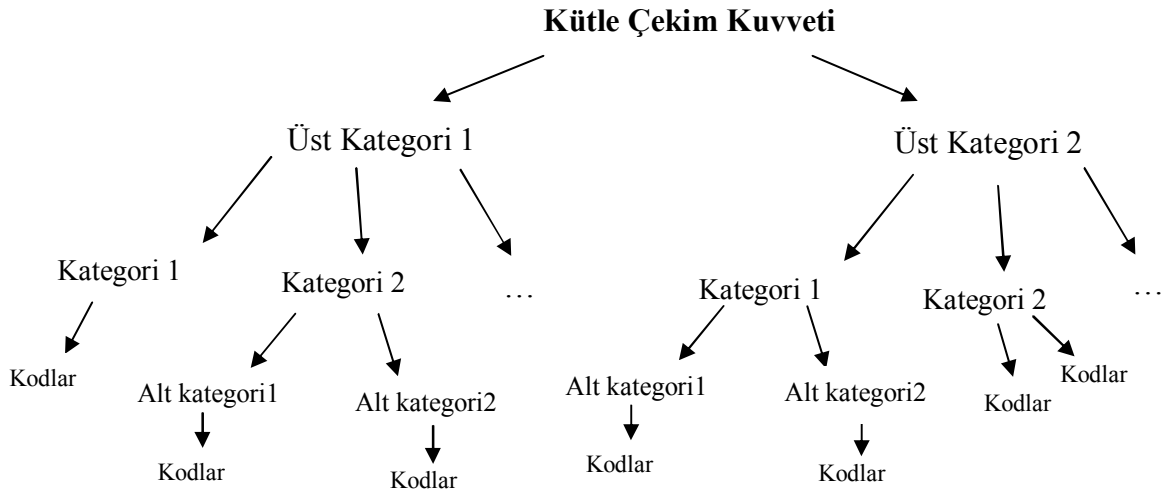
3.4 Verilerin Analizi

Verilerin analizi, nitel veri analiz yöntemi olan içerik analizi ile yapılmıştır. İçerik analizinde kütle çekim kuvveti konusuna bağlı olarak analiz göstergeleri frekans türünden ifade edilerek kodlama yapılmış, öğelerin sayısal tarzda görünme sıklığını ortaya koyacak şekilde düzenlenmiştir. Frekans sıklığına göre önem ya da sıralamaya gidilmemiştir. Öğrenciden alınan verilerin kodlanmasına ve bu kodların görünme sıklığına göre ayrılmasına dikkat edilmiştir. Kodlardan alt kategoriler, kategoriler ve üst kategoriler belirlenmiştir. İlk 3 soruya verilen cevaplarla dördü ve beşinci sorulara verilen cevaplara göre karşılaştırma, kıyaslama yoluyla çıkan verilerden, yeni kodlamalar yapılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR ve YORUM

Soruların oluşturulması aşamasında önceden belirlenen kavram, kütle çekim kuvvetidir. Ortaöğretim öğrencilerin kütle çekim kuvveti konusundaki kavrayışlarının araştırılması sırasında, öğrencilerin ankete verdiği cevaplar, içerik analizi yöntemi esas alınarak incelenmiştir. Sorulara verilen cevaplar iki üst kategoride toplanmıştır. İlk 3 soru için üst kategori “*Yeryüzündeki cisimler için kütle çekim kuvveti*” dir, sonraki sorular için üst kategori, “*Uzaydaki cisimler için kütle çekim kuvveti*” dir. Tüm sorular için üst kategorilerden yola çıkılarak öğrencilerin cevapları kodlanmış ve kategoriler halinde sunulmuştur. Gerekli durumlarda kodlar önce alt kategorilerde, daha sonra da kategorilerde toplanmıştır. Kodlar, alt kategori, kategori ve üst kategoriler arasındaki ilişkiler aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir.



Şekil 2: Kodlar, Alt kategori, Kategori ve Üst kategoriler arasındaki ilişkileri gösteren diyagram

4.1 “Yeryüzündeki Cisimler İçin Kütle Çekim Kuvveti” Üst Kategorisi

“Yeryüzündeki cisimler için kütle çekim kuvveti” üst kategorisine ilişkin kategoriler ve bu kategoriler altında tablolarda belirtilen kodlar yer almaktadır.

4.1.1 “Kuvvetin varlığı” kategorisi

Yeryüzündeki cisimler için kütle çekim kuvvetlerine ilişkin araştırdığımız sorularda “Kuvvetin varlığı” kategorisine öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenerek Tablo 1’de yer alan kodlar elde edilmiştir. Bu kodlar öğrenci cevaplarının sayısını ifade edecek şekilde frekansla ifade edilmiştir.

Tablo 1

“Kuvvetin varlığı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları

Kodlar	Frekans
Kuvvet Var	100
Kuvvet Yok	1

Birinci sorunun “Kuvvetin varlığı” kategorisi için aradığımız cevapta kütlelerin konumu ve büyüklüğü değiştirilerek ikinci ve üçüncü sorularda da yinelediğimiz soruya verilen cevapların tümünde 100 öğrenci “*kuvvet var*”, 1 öğrenci ise “*kuvvet yok*” demiştir.

Kuvvetin olduğunu yazan 100 öğrenci içinden 27 öğrenci ise “*kütleler arasında da kuvvet vardır*” yorumunu yapmıştır.

4.1.2 “Kuvvetin adı” kategorisi

“Kuvvetin Adı” kategorisi, “Dünya ile cisimler arasındaki kuvvetin adı” ile “yeryüzündeki cisimler arasındaki kuvvetin adı” şeklinde iki alt kategoriye ayrılarak incelenmiştir.

4.1.2.1 “Dünya ile cisimler arasındaki kuvvetin adı” alt kategorisi

Araştırmaya katılan 101 öğrencinin 100’ü Dünya ile cisimler arasındaki kuvvetin varlığından bahsetmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplara ilişkin yapılan kodlamalar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

“Dünya ile cisimler arasındaki kuvvetin adı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları

Kodlar	Frekans
Yerçekimi	60
Yerçekimi kuvveti	15
Ağırlık	20
Aşağı yönlü “mg” yazarak ifade eden	5

Yeryüzündeki cisimler için “*kuvvet var*” yorumunu yapan 100 öğrenciden; 60 öğrenci, Dünya ile cisimler arasındaki kuvveti kastederek kuvvetin adına “*yerçekimi*”, 15 öğrenci “*yerçekimi kuvveti*” demiştir. Bu iki cevabın aynı olduğunu kabul edersek öğrencilerin %75’i Dünya ile masanın üzerinde duran cisimler arasındaki kuvvet için “*yerçekimi*” adını kullanmayı tercih ettiklerini söyleyebiliriz. 20 öğrenci ise dünya ile cisimler arasındaki kuvvetin adına “*ağırlık*” cevabı vermiştir. 5 öğrenci ise kuvvetin adını yazmamış ancak aşağı yönlü bir ok üzerine “*mg*” yazarak göstermiştir. Bu gösterimin ağırlık kuvvetine karşılık geldiğini düşünürsek son iki cevabı bir arada değerlendirebiliriz. Yani öğrencilerini %75’i “*ağırlık*” adını kullanmayı tercih etmiştir.

4.1.2.2 “Yeryüzündeki cisimler arasındaki kuvvetin adı” alt kategorisi

27 öğrenci masanın üzerinde duran iki cisim arasındaki kuvvetin varlığından bahsetmiştir. Verilen cevaplara ait kodlamalar Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3

“Yeryüzündeki cisimler arasındaki kuvvetin adı” alt kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları

Kuvvetin Adı	Frekans
Kütle çekimi	21
Çekim kuvveti	4
Kütleden doğan çekim kuvveti	1
Çekim kuvveti basıncı	1

Masanın üzerinde duran cisimler arasında kuvvetin varlığından bahseden 27 öğrenciden, 21’i cisimler arasındaki kuvvete “*Kütle Çekimi*” , 4’ü “*Çekim Kuvveti*” adını kullanmayı tercih etmiştir. 1 öğrenci bu kuvvete “*kütleden doğan çekim kuvveti*”, diğer bir öğrenci ise “*çekim kuvveti basıncı*” adını vermiştir.

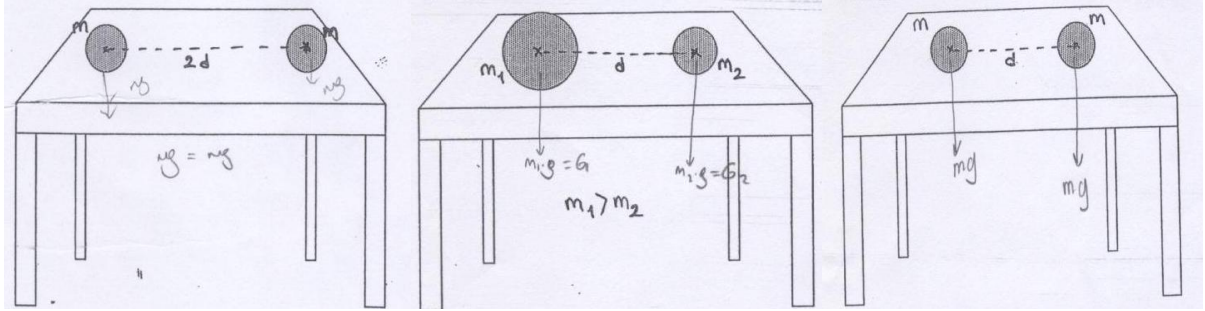
4.1.3 “Kuvvetin çizimi” kategorisi

“Kuvvetin Çizimi” kategorisi, “dünya ile cisimler arasındaki kuvvetin çizimi” ile “yeryüzündeki cisimler arasındaki kuvvetin çizimi” şeklinde iki alt kategoriye ayrılarak incelenmiştir.

4.1.3.1 “Dünya ile cisimler arasındaki kuvvetin çizimi” alt kategorisi

Dünya ile cisimler arasında kuvvetin varlığından bahseden 100 öğrenciden 85’i kuvvetin yönünü doğru olarak göstermiştir. Ancak öğrencilerin, vektörel

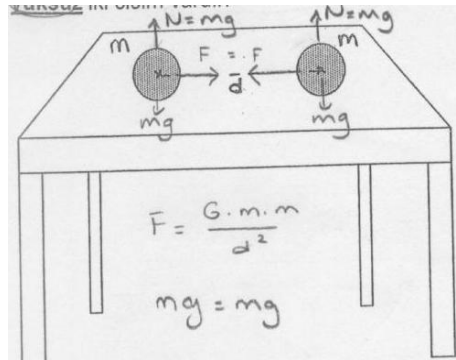
gösterim ile ilgili Şekil 3'teki örnekte görüldüğü gibi (Ek 4'te diğer örnekleri de görülebilir); kuvvetlerin eşit olması ya da farklı olması durumuna göre çizilen vektörlerin boyunun kuvvetlerin büyüklüğünü temsil etmesi bakımından özensiz davrandıkları görülmüştür. Diğer 15 öğrenci şekil üzerinde çizim yapmamıştır, bu sebepten kuvvetin yönü ile ilgili bilgilerine ulaşamamıştır.



Şekil 3 Öğrencilerin dünya ile cisimler arasındaki kuvvet çizimlerinden örnekler

4.1.3.2 “Yeryüzündeki cisimler arasındaki kuvvetin çizimi” alt kategorisi

Masanın üzerinde duran kütleler arasında kuvvet vardır yorumunu yapan 27 öğrenciden 22’si şekil 4’te örneği görüldüğü gibi kütleler arasındaki kütle çekim kuvvetinin yönünü doğru olarak göstermiştir. Diğer 5 öğrenci şekil üzerinde çizim yapmamıştır, bu sebepten kuvvetin çizimi ile ilgili bilgilerine ulaşamamıştır.



Şekil 4 Öğrencilerin yeryüzündeki cisimler arasındaki kuvvet çizimlerine örnek

4.1.4 “Yeryüzündeki cisimlerin birbirine uyguladığı kuvvetlerin büyüklükleri” kategorisi

“Cisimlerin Birbirine Uyguladığı Kuvvetlerin Büyüklükleri” kategorisi, yeryüzündeki cisimler arasındaki kuvvetin varlığından bahseden 27 öğrencinin cevapları dikkate alınarak, kütlelerin eşit olduğu durum ve kütlelerin farklı olduğu durum şeklinde iki alt kategoriye ayrılarak incelenmiştir.

4.1.4.1 “ $m_1 = m_2$ ” alt kategorisi

Kütlelerin eşit ($m_1 = m_2$) olduğu durumda, yeryüzündeki cisimler arasında kuvvetin varlığından bahseden 27 öğrencinin cevaplarına ilişkin yapılan kodlamalar Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4

“ $m_1 = m_2$ ” alt kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları

Kodlar	Frekans
$F_1 = F_2$	20
Yorum yok	7

Masa üzerinde duran cisimlerin kütleleri eşitken bu cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kütle çekim kuvvetinin eşit olacağını söyleyen 20 öğrencidir, 7 öğrenci ise yorum yapmamıştır.

4.1.4.2 “ $m_1 > m_2$ ” alt kategorisi

Kütlelerin farklı olduğu durumda, yeryüzündeki cisimler arasında kuvvetin varlığından bahseden 27 öğrencinin cevaplarına ilişkin yapılan kodlamalar Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5

“ $m_1 > m_2$ ” alt kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları:

Kodlar	Frekans
$F_1 = F_2$	7
$F_1 > F_2$	10
$F_1 < F_2$	1
Yorum yok	9

Kütleler farklıyken, cisimler farklı büyüklükte kuvvetlerle birbirlerini çekerler yorumu ağırlık kazanmaktadır. “*Daha büyük kütleli cisim, küçük kütleli cismi daha büyük kuvvetle çeker*” yorumu yapan 10 öğrencidir. Yorum yapmayan 9 öğrencinin 7’si, cisimlerin kütlelerinin eşit olduğu durumda da yorum yapmamıştır.

4.2 “Uzaydaki Cisimler İçin Kütle Çekim Kuvveti” Üst Kategorisi

Dördüncü ve beşinci sorular, Dünya ile Ay ve Dünya ile yapay uydu sistemlerinde etkili olan kuvvetleri araştırmak için sorulmuştu. Bu durumlar için “uzaydaki cisimler” isimlendirmesi yapılmıştır. “Uzaydaki cisimler için kütle çekim kuvveti” üst kategorisinde yer alan kategoriler ve bu kategorileri oluşturan kodlar aşağıda belirtilmiştir.

4.2.1 “Kuvvetin varlığı” kategorisi

“Uzaydaki cisimler için kütle çekim kuvveti” üst kategorisi için “Kuvvetin varlığı” kategorisinde sayılan 100 öğrencidir. Bu öğrenciler dördüncü ve beşinci sorulara verdikleri cevaplarda, uzaydaki cisimlerin arasındaki kuvvetin varlığından bahsetmişlerdir. Bu kategoride toplanan kodlamalar Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6

“Kuvvetin Varlığı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları:

Kodlar	Frekans
Kuvvet var	100
Kuvvet yok	1

101 öğrenciden 100’ü uzaydaki cisimler arasında kuvvetin varlığından bahsetmiş, 1 öğrenci ise kuvvetin olmadığını belirtmiştir.

4.2.2 “Kuvvetin adı” kategorisi

“Kuvvetin Adı” kategorisinde yer alan kodlar ve öğrencilere göre dağılımı Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

“Kuvvetin Adı” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları :

Kodlar	Frekans
Yerçekim Yasası	1
Çekim Yasası	3
Evrensel Çekim Yasası	2
Kütle Çekimi	40
Yerçekimi	5
Çekim Kuvveti	30
Cisimlerin Birbirine Karşı Çekim Kuvveti	1
Kepler Kanunu ve Çekim Kuvveti	2
Dünya’ nın Uyguladığı Çekim Kuvveti	2
Dünya’ nın Ay’ a, Ay’ ın da Dünya’ ya Uyguladığı Çekim Kuvveti	7
Kütle Çekim Kuvveti ve Yerçekimi Kuvveti (Dünya’ya)	2
Dünya – Ay sisteminde kuvvetin adına “Kepler Kanunu” Dünya – Uydu sisteminde kuvvetin adına “Genel Çekim Kuvveti”	2

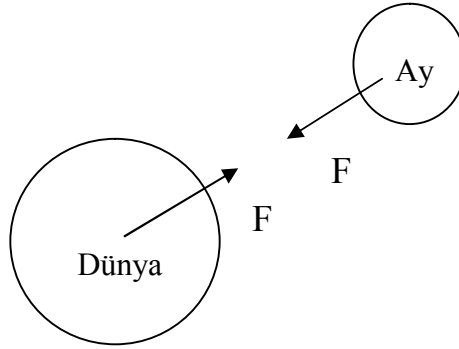
Dünya düzleminden uzaklaştıkça Dünya-Ay ve Dünya-yapay uydu gibi sistemler dikkate alındığında, aralarındaki kuvvetin adına öğrencilerin hemen hemen hepsi “kütle çekim kuvveti” demektedir. 100 öğrenci içinden 42 öğrenci kütle çekim kuvveti yorumunu yapmaktadır. Geriye kalan 58 öğrenci ise “çekim kuvveti” yorumunu yapmaktadır.

4.2.3 “Kuvvetin çizimi” kategorisi

“Kuvvetin Çizimi” kategorisi, “Dünya ve Ay arasında birbirlerine yönelmiş kuvvet çizimi”, “sadece Ay üzerinde kuvvet çizimi” ve “Dünya ve Ay arasında birbirine zıt yönelmiş kuvvet çizimi” şeklinde üç alt kategoriye ayrılarak incelenmiştir.

4.2.3.1 “Dünya ve Ay arasında birbirlerine yönelmiş kuvvet çizimi” alt kategorisi

100 öğrenciden 37’si Dünya ve Ay arasında birbirine yönelmiş şekilde kuvvet çizimi yapmıştır. Bu öğrencilerin kuvvet çizimleri genel olarak Şekil 4’teki gibidir.



Şekil 5 Öğrencilerin Dünya-Ay arasında birbirlerine yönelmiş kuvvet çizimi

Kuvvetin çizimini Şekil 4’deki gibi yapan 37 öğrencinin, kuvvetin adına verdikleri cevaplara ilişkin yapılan kodlamalar Tablo 8’de verilmiştir.

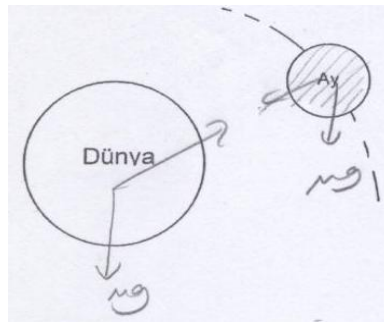
Tablo 8

“Dünya ve Ay Arasında Birbirlerine Yönelmiş Kuvvet Çizimi” alt kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları

Kodlar	Frekans
kütle çekim kuvveti	7
çekim kuvveti	8
cisimlerin birbirine karşı çekim kuvveti	1
genel çekim kanunu	1
Dünya ile Ay arasındaki çekim kuvveti	1
evrensel çekim yasası	1
kütle çekimi	8
genel çekim	1
yer çekimi kuvveti	1
Dünya’ nın uyguladığı çekim kuvveti	1
Ad yok	7

“Dünya ve Ay Arasında Birbirlerine Yönelmiş Kuvvet Çizimi” kategorisinde kuvvetin yönünü Şekil 4’deki gibi gösteren öğrencilerin kuvvetin adına verdikleri cevapların dağılımları incelendiğinde; bu öğrencilerden 30’unun kuvvetin adını belirttiğini, 7 öğrencinin ise sadece şekil üzerinde gösterdiği ancak kuvvetin adını belirtmediği görülmüştür. Bu kategoride kuvvetin adını yazan 30 öğrenci içinden yarıya yakını, kuvvetin adını “çekim kuvveti” ve “genel çekim” olarak kullanmıştır. “2.2 Kuvvetin Adı” kategorisinde “Kütle çekimi” cevabı veren 40 öğrenci içinden, bu kategoride kuvvetin çizimini doğru yapan sadece 8 öğrencidir.

Dünya ve Ay arasında birbirine yönelmiş kuvvet çizimi yapan 3 öğrencinin çizimi Şekil 5’teki gibidir.

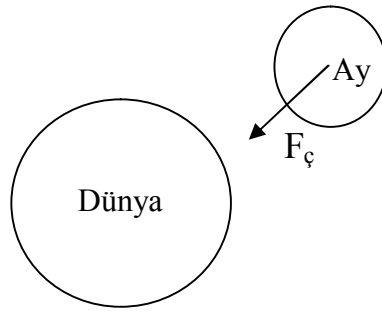


Şekil 6 Öğrenci çizimi

Bu çizimler incelendiğinde Dünya ve Ay arasında birbirlerine yönelmiş kuvvetler görülmekle birlikte Dünya ve Ay üzerinde düşey yönde çizilmiş ve üzerinde “ mg ” yazılı vektörler dikkati çekmektedir. Bu öğrencilerin Dünya ve Ay arasındaki kuvvetleri, “*kütle çekim kuvveti*” olarak isimlendirdikleri farkedilmiştir.

4.2.3.2 “Sadece Ay üzerinde kuvvet çizimi” alt kategorisi

Sadece Ay’ın Dünya’ya yönelmiş şekilde kuvvet çizimi yapan 22 öğrencidir. Bu öğrencilerin kuvvet çizimi Şekil 6’daki gibidir.



Şekil 7 Sadece Ay üzerinde Dünya’ya yönelmiş kuvvet çizimi

Kuvvetin çizimini Şekil 6’daki gibi gösteren 22 öğrencinin kuvvetin adına verdikleri cevaplara ilişkin yapılan kodlamalar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo – 8

“Sadece Ay Üzerinde Kuvvet Çizimi” alt kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları

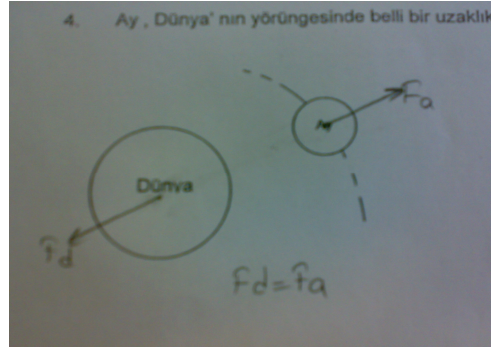
Kodlar	Frekans
çekim kuvveti	5
kütle çekim yasası	3
kütle çekim kuvveti	5
çekim alanı	1
Dünya’nın uyguladığı çekim kuvveti	1
Kuvvetin adını yazmayan	7

“2.2 Kuvvetin Adı.” kategorisinde “Kütle çekimi” cevabı veren 40 öğrenci içinden bu kategoride kuvvetin yönünü Şekil 6’daki gibi gösteren 5 öğrencidir.

Konumuz dışında kalmasına karşın öğrencilerde; Şekil 6’da gösterildiği gibi cevap veren 15 öğrenci, bu kuvvet “merkezkaç kuvvetiyle dengelenir” yorumunu yapmıştır. 10 öğrenci, “kütle çekim kuvveti”, 4 öğrenci “genel çekim kuvveti”, 1 öğrenci ise “Dünya tarafından uygulanan çekim kuvveti” Ay’ ın “merkezkaç kuvveti” ile dengelenir şeklinde yorum yapmıştır.

4.2.3.3 “Dünya ve Ay arasında birbirine zıt yönelmiş kuvvet çizimi” alt kategorisi

Dünya ve Ay arasında birbirine zıt yönelmiş kuvvet çizimi yapan 2 öğrencidir. Bu öğrencilerin kuvvet çizimi Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 8 Dünya ve Ay arasında birbirine zıt yönelmiş kuvvet için öğrenci çizimi

Bu 2 öğrenci kuvvetin adına kütle çekim kuvveti yorumunu yapmasına karşın kuvvetin yönünü cisimlerin birbirini iteceği yönde, cisimlerden dışarı doğru olarak göstermiştir

4.2.4 “Uzaydaki cisimlerin birbirine uyguladığı kuvvetlerin büyüklükleri” kategorisi

Dünya-Ay ve Dünya-yapay uydu sistemlerinde cisimlerin birbirlerine uyguladığı kuvvetlerin karşılaştırması amacıyla oluşturulan bu kategoride yer alan kodlar ve öğrencilere göre dağılım Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9

“Uzaydaki Cisimlerin Birbirine Uyguladığı Kuvvetlerin Büyüklükleri” kategorisindeki kodlar ve öğrencilere göre dağılımları

Kodlar	Frekans
Dünya’ nın Ay’ a uyguladığı (çekim) kuvvet(i) daha büyük	27
Ay’ ın Dünya’ ya uyguladığı (çekim) kuvvet(i) daha büyük	6
Aralarındaki (çekim) kuvvet(i) eşittir	28
Ay’ a Dünya tarafından uygulanan çekim kuvveti Ay’ ın merkezkaç kuvvetine eşittir	9
Yorum yok	31

Tablo 9’da bazı kodlarda ki parantez içindeki ifadeler aynı yorumu yapan öğrencilerin aynı kod ile gösterilmesini ifade etmektedir. Örneğin; Bir öğrencinin cevabı, “*Dünya’nın Ay’a uyguladığı kuvvet daha büyük*” iken aynı kodlama altında başka bir öğrencinin cevabı, “*Dünya’nın Ay’a uyguladığı çekim kuvveti daha büyük*” şeklindedir. Dolayısıyla farklı şekilde ifade edilmiş ancak aynı anlamı taşıyan ifadeler aynı kod altında değerlendirilmiş cevaplardır.

Öğrenci cevaplarına bakıldığında “*farklı büyüklükteki kütleler birbirlerini farklı büyüklükte kuvvetler ile çekerler*” algısı farkedilmektedir. Çoğunlukla da “*büyük kütleli cisim daha büyük çekim kuvveti uygular*” yorumu yapılmaktadır. Kuvvetlerin büyüklüğünün karşılaştırılmasına ilişkin kodlamalarda 31 öğrencinin herhangi bir yorum yapmadığı görülmektedir, bu öğrencilerden; 21’i kuvvetin adına cevap veren öğrencilerdir. Geriye kalan 10 öğrenci ise ikinci soru kâğıdını tamamen boş bırakan öğrencilerdir.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuçlar

Ortaöğretim öğrencilerin kütle çekim kuvveti hakkındaki kavrayışlarının araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Cisimler arasında kuvvetin varlığı ile ilgili, ilk üç soruya verilen cevaplardan elde edilen kodların dağılımı incelendiğinde; yeryüzündeki cisimler için, 100 öğrenci “*kuvvet var*” cevabını vermiştir. Ancak bu öğrencilerden 73’ü, sadece Dünya ile masanın üzerinde duran cisimler arasındaki kuvveti tanımlamış ve bu kuvvetin adına “*yerçekimi kuvveti*” demiştir. Bu sorularda, masa üzerindeki cisimler arasındaki kuvvetin varlığından 27 öğrenci bahsetmiştir ve bu kuvvetin adına “*kütle çekim kuvveti*” demiştir. Bu 27 öğrenciden sadece 5’i hem Dünya ile masa üzerinde duran cisimler arasındaki kuvvete hem de masa üzerindeki cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvete “*kütle çekim kuvveti*” ismini vermiştir. Diğer 22 öğrenci ise masa üzerindeki cisimlerin birbirine uyguladıkları kuvvete “*kütle çekim kuvveti*”, Dünya ile cisimler arasındaki kuvvete ise “*yerçekimi kuvveti*” ismini vermiştir. Dördüncü ve beşinci sorularda uzaydaki yani Dünya-Ay ve Dünya-yapay uydu sistemlerindeki cisimler arasındaki kuvvetin adı için, 42 öğrenci “*kütle çekim kuvveti*”, 58 öğrenci ise “*çekim kuvveti*”ni kullanmıştır. “*kütle çekim kuvveti*” ile “*çekim kuvveti*” isimlendirmelerini bir arada değerlendirirsek, 100 öğrenci, uzaydaki cisimler arasında var olan kuvvet için kütle çekimi cevabını vermiştir. İlk üç soruda bu 100 öğrenciden sadece 27’si yeryüzündeki cisimler arasındaki kuvvet için “*kütle çekim kuvveti*” adını kullanmıştır. Görüleceği üzere öğrencilerin çoğu kütle çekim kuvvetini; Dünya ile uyduları arasındaki kuvvet, olarak algıladıkları düşünülmektedir. Dünya yüzeyi üzerindeki bir cisim için o cisme Dünya tarafından uygulanan kuvvete öğrenciler çoğunlukla “*yerçekimi kuvveti*”, cisim Dünya’dan belli bir uzaklıkta, Dünyanın uydusu gibi fiziksel bir konumdaysa, o cisme etkiyen kuvvete de öğrenciler çoğunlukla “*kütle çekim kuvveti*” ve “*genel çekim kuvveti*” demektedir. Bu bize kütle çekim kuvvetiyle, yerçekimi kuvveti kavramlarının öğrenci zihninde farklı kavramlarmış gibi algılandığını düşündürmektedir. Palmer(2001) araştırmasında “son otuz yıl boyunca, büyük miktarda yapılan eğitsel araştırmalar, doğal olgularla ilgili olarak öğrencilerin sezgisel fikirler

ve inançlar geliştirdiklerini göstermiştir. Öğrenciler her yeni bilgiyi bu mevcut fikirlerin ve inançların bakış açısına göre yorumlamaktadır” demektedir.

“Kuvvetin Adı?” sorusuna ilk üç soruda verilen cevaplardan elde edilen kodların dağılımı incelendiğinde; “Ağırlık” cevabı veren öğrencilerin bu ifadeyi “Yerçekimi Kuvveti” ile aynı kavram olarak mı yoksa farklı bir kavram olarak mı yorumladıkları anlaşılamamakla birlikte daha çok ezbere yazılan bir ifade gibi görünmektedir. Çünkü “Ağırlık” cevabı veren öğrencilerin, cismin ağırlığının nereden kaynaklandığına ilişkin bilgilerinden çok, “cismin ağırlığı; cismin kütlesi m ise bunun g ile çarpımından aşağı yönlü mg olacaktır” şeklinde ezberledikleri bilgidен kaynaklı gibi görünmektedir. Fizik dersi “Yeryüzünde Hareket” konu anlatımı esnasında, biz eğitimcilerin öğrencilere açıkladıkları ilk ifade cismin “ m ” gibi bir kütlesi varsa bunun “ g ” ile çarpımından “ mg ” gibi bir ağırlığa sahip olduğu konusunda ezbere ifade ettiğimiz olguyu, öğrencilerinde cismin ağırlığının neden kaynaklı olduğuna ilişkin akıl yürütmeden çok, sayısal problemin çözümüne ilişkin ezbere yazılan ifade gibi gözükmektedir. Galili ve Bar (1997)’ın yerçekimi ve ağırlık arasındaki ilişki incelemesinde öğrencilerin ağırlık ve yerçekimi arasındaki ilişkiyi kuramadıklarını, öğrencilerin farklı fiziksel durumlarda karşılıklı olarak çelişkili olabildiğini tespit etmişlerdir. Galili ve Bar (1997)’ın çalışmaları ışığında bu çalışmada da “ağırlık” cevabı veren 20 öğrenci içinden pek çoğu, kavram olarak ağırlık ile yerçekimini ayrı iki kavram olarak yorumladıkları düşünülebilir. Uzaydaki cisimler arasındaki kuvvetin yönü ile ilgili kategorilerde Dünya-Ay sistemi ve Dünya-uydu sistemi için 3 öğrencinin, hem Dünya hem de uydular için aşağı yönlü “ mg ” olarak işaretlenmiş vektörler kullandıkları görülmektedir. Watson ve diğerlerinin (1997) çalışmaları, öğrencilerin fikirlerini farklı bağlamlara uygulama yolları bakımından genellikle tutarsız göründüklerini belirtmiştir. Chi ve Slotta (1993), öğrencilerin temel koşullu mantık kullanımlarının içsel tutarlılık sağlayabileceğini öne sürer. Yapılan bazı araştırmalarda (Palmer ve Novak, 1976; Mali ve Howe, 1979; Berg ve Brouwer, 1991) öğrencilerin birçoğunun yerçekimine ilişkin; “*yerçekimi sabit nesneler üzerine etki etmez*” görüşünün egemen olduğu ve sadece düşme olayında yerçekimi kavramına başvurdukları belirtilmiştir. Bu çalışmada dikkate değer konu ise toplam 101 öğrenci içinden 95’inin yeryüzündeki cisimler için yerçekimi kavramından bahsetmiş olmalarıdır.

Kuvvetin adı ile ilgili sorulara verilen cevaplarda tespit edilen bir diğer husus, 6 öğrencinin kuvvetin adını “*yerçekim yasası*”, “*çekim yasası*”, “*evrensel çekim yasası*”, “*kepler kanunu*” şeklinde açıklama yaptığı görülmektedir. Bir fizik yasasının neyi kapsadığını bilmek, neyi ifade edebileceğinin farkında olmak bakımından bazı öğrencilerde ciddi eksiklikler bulunduğu anlaşılmıştır.

Şekiller üzerindeki kuvvet çizimleri incelendiğinde, kuvvetin yönünü öğrencilerin %84’ünün doğru gösterdiği ancak vektörel gösterim ile ilgili; kuvvetlerin eşit olması ya da farklı olması durumuna göre çizdikleri vektörlerin boyunu belirtmede özensiz davrandıkları gözlenmiştir. Yine öğrencilerin, kuvvetlerin yönünü ve büyüklüğünü vektörlerle gösterirken özensiz davrandıkları ya da çizerek göstermekten kaçındıkları farkedilmiştir. Gunstone ve White(1981) bir çalışmada iki gruba ayırdığı öğrencilerin her iki grubunda da, vektörlerle ifade etmeyi ezberlemeye çalıştıklarını söylemiştir. Burada da aynı durum söz konusu olabilir ezbere yapılan kuvvetin çizim yönü ve büyüklüğü farklı bir durumla karşılaşıldığında öğrencide yanlış yapma kaygısıyla çekinceyle karşılanmış olabilir. Çizim yapan ve şekil üzerinde gösteren öğrencilerin hemen hemen hepsinde vektörün büyüklüğüne ilişkin özensiz davranıldığı görülmektedir. Bar ve Galili (1984) çalışmada Ay ve Dünya’nın bir kutunun ağırlığına etkisini araştırmış ve öğrencilerin kutunun Ay’da ve Dünya’daki ağırlığını vektörlerle ifade etmeyi ezberlemeye çalıştıklarını belirtmiştir. 2008-2009 Eğitim-Öğretim yılında okutulan Milli Eğitim Bakanlığı’nın 11. sınıf fizik ders kitabındaki yirmidördüncü sayfada “Şekil 1.40: Aralarında R uzaklığı bulunan M_1 ve M_2 kütleleri arasındaki kütle çekim kuvvetinin gösterilmesi”, kuvvetlerin vektör değerlerinin eşit olmadığı görülmektedir. Şekil incelendiğinde büyük kütleli cismin daha büyük çekim kuvveti uygulayacağı şeklinde yanlış algı oluşabileceği düşünülmektedir.

Elde edilen bulgulardan çıkarılan bir diğer sonuç, öğrencilerin, cisimlerin kütleleri farklı olduğunda birbirlerine uyguladıkları kütle çekim kuvvetinin farklı olacağı, büyük kütleli cismin küçük kütleli olana daha büyük kuvvet uyguladığını düşünmeleridir. Bazı cevaplarda ise farklı büyüklükteki kütlelerden sadece küçük kütleli cismin üzerine bir kuvvet etki etmediği fikri açıkça görülmektedir. Bu öğrencilere göre sadece Dünya Ay’ı çekmekte Ay ise Dünya üzerine bir kuvvet uygulamamaktadır.

Araştırmanın kapsamında yer almamasına rağmen “*merkezkaç kuvvet*” gösterimleri öğrencilerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Uzaydaki cisimlerin denge şartını sağlayacak biçimde merkezkaç kuvvetten bahsetmeleri, öğrencilerde bu yanlışın da bulunduğunu göstermektedir.

Öneriler

Çalışma ortaöğretim öğrencilerinin, yeryüzündeki ve uzaydaki cisimler arasındaki kütle çekim kuvveti hakkındaki kavrayışları ile bu kavrayışlar arasındaki ilişkileri araştırmak üzere yapılmıştır. Öğrencilerden alınan cevaplar incelendiğinde, yeryüzündeki cisimler için kütle çekim kuvvetinin araştırılmasında öğrencilerin belirgin bir şekilde genellikle uzaydaki cisimler arasındaki kuvvetin varlığından bahsetmişlerdir. Toplam 101 öğrenci içinden sadece 27 öğrencinin yeryüzündeki cisimler arasında da kuvvet vardır yorumunu yapmış, bu öğrenciler içinden de sadece 5 öğrenci bu kuvvetin adına kütle çekim kuvveti yazmıştır. Bu bilgiler ışığında, öğrencilerin kütle çekim kuvveti hakkındaki bilgilerini ortaya çıkaracak daha etkili soruların hazırlanması gerektiği düşünülmektedir. Bu soruları takiben mutlaka öğrencilerle görüşme yapılması ve sorulara verilen cevapların bu görüşmelerle desteklenmesi tavsiye edilmektedir.

Yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlara göre yapılan kodlamalar ve kategoriler tek bir araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Bu sınırlılık içinde yapılan kodlamalar ve kategoriler sadece çalışmayı yürüten araştırmacının yorumlamasına bağlı kalmaktadır. Bu tarz bir anket çalışmasında yapılacak olan kodlamaların birkaç araştırmacı tarafından yürütülmesi çalışmaya daha farklı bakış açılarını kazandırabilir.

KAYNAKLAR

- Alpan, G.B. (2004). Ders Kitaplarındaki Grafik Tasarımın Öğrenci Başarısına ve Derse İlişkin Tutumlarına Etkisi, *Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi*, Ankara.
- Arnold, P., Sarge, A. and Worrall, L. (1995) Children's knowledge of the Earth's shape and its gravitational field, *International Journal of Science Education*, 635–641.
- Arons, A.B. (1990) A Guide to Introductory Physics Teacher , Newyork- Wiley
- Ayas, A. (1995) Lise-1 Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma. *II. Ulusal Fen Bilimleri Sempozyumu* ODTÜ, Ankara.
- Aziz, A (1998) Kitle İletişiminde İçerik Çözümlemesi, Ankara Üniversitesi Basın Yayın Yüksekokulu 63- 75
- Bar, V. and Galili, I., (1994) Stages of Children's' Views about Evaporation, *International Journal of Science Education*, 16 (2), 159–172.
- Bar, V., Zinn, B., Goldmuntz, R. and Sneider, C. (1994) Children's concepts about weight and free fall. *Science Education*, 78, 149-169.
- Bar, V., Zinn, B. and Rubin, E. (1997) Children's ideas about action at a distance. *International Journal of Science Education*, 19, 1137-1157.
- Bell, B. And Driver, R. (1985) Students' thinking and the learning of science: a constructivist view, *School Science Review*, (67), 443–456.
- Berg, T. and Brouwer, W. (1991) Teacher awareness of student alternative conceptions about rotational motion and gravity. *Journal of Research in Science Teaching*, (28) 3-18.
- Bilgin, N. (2000) İçerik Analizi, İzmir
- Bolles, E.B. (2008) Galileo' nun Buyruğu Bilim Yazılarından Derleme (Çev.: Arık, N.) *TUBİTAK Popüler Bilim Kitapları* , TUBİTAK Yayınları B: 9, 72 – 79, 111-118, 185-194, 277-284, 316-322
- Butterworth, G., Siegal, M. and Dorfmann, M. (1997) Young children's knowledge of the shape of the Earth in England and Australia. Paper presented at the *Society for Research in ChildDevelopment Meeting*, Washington, DC.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., Demirel, F. (2009) Bilimsel Araştırma Yöntemleri, *Ankara, Pegem Yayıncılık*, (4. Basım) 269-273
- Chi, M. T. H. and Slotta, J. D. (1993) The ontological coherence of intuitive physics. *Cognition and Instruction*, (19) 249-260.

Coskun, H. (1996). Eğitim Teknolojisi ve Kùltürlerarası Eğitim Bağlamında İlköğretim İkinci Sınıf Türkçe ve Almanca Ders Kitaplarının İçerik Sorunları, *Türkiye ve Almanya'da İlköğretim Ders Kitapları Sempozyumu*, Ankara.

Diakidoy, I., Vosniadou, S. and Hawks, J. D. (1997) Conceptual change in astronomy: models of the Earth and of the day/night cycle in American-Indian children, *European Journal of Psychology of Education*, 12(2), 159–184.

Diakidoy, I. N. and Kendeou, P. (2001) Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches, *Learning and Instruction*, 11, 1–20.

Erdoğan, F. (1999) Türkiye’ de 1996–1998 Yıllarında Yayımlanmış Telif Çocuk Kitaplarının İçerik Analizi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmamış Doktora Tezi*, İstanbul.

Fishbane, P.M. , Gasiovecz, S. and Thornton, S.T. (2006) Temel Fizik1 – Cilt1 (Ed.: Yalçın, C. Çev.: Yalçın, C.) Arkadaş Yayınları

Galili, I. and Bar, V. (1997) Children’s operational knowledge about weight. *International Journal of Science Education*, (19) 317-340.

Gökçe, O. (1995). İçerik Çözümlemesi. *Konya: Selçuk Üniversitesi Yayınları*. İletişim Fakùltesi Yayın No: 1.

Gunstone, R. F. and White, R. T. (1981) Understanding of gravity. *Science Education*, (65) 291-299.

Hart, C. (2002) Teaching Newton’ s Laws *Australian Science Teachers Journal* 14- 23

Harty, H. and Beall, D. (1984) Toward the development of a children’s science curiosity measure, *Journal of Research in Science Teaching*, 21(4), 425–436.

Harty, H. and Beall, D. (1987) Authors’ response, *Journal of Research in Science Teaching*, 24(2), 177–178.

Hise, Y. A. V. (1988) Student Misconception in Mechanics : An International Problem?, *The Physics Teacher Education*, 498-502

Kalyoncu, C. ve diğ erleri (2010) Ortaöğretim Fizik 9 Ders Kitabı, *Milli Eğitim Bakanlığı Ders Kitapları Yayınları* 3, 146 -148

Kalyoncu, C. ve diğ erleri (2010) Ortaöğretim Fizik 10 Ders Kitabı, *Milli Eğitim Bakanlığı Ders Kitapları Yayınları* 2, 53 -58

Keles, A.(2001). Lise Fizik Ders Kitaplarının Değ erlendirmesi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi)*, Trabzon.

Kurnaz, M. A. ve diğeri (2010) Ortaöğretim Fizik 11 Ders Kitabı, *Milli Eğitim Bakanlığı Ders Kitapları Yayınları* (1. Basım), 83 -85

Küçük, M. (2005) Examination of Different Learning Levels of Students' and Student Science Teachers' Concepts about Gravity, *Journal of Turkish Science Education*, 2(1), 32-45.

Lijnse, P.L. (1996) Interpreting Students and Teachers Discourse in Science Classes: An Underestimated Problem, *Journal of Research in Science Teaching* 32 (2), 115-134

Mali, G. B. and Howe, A. (1979) Development of Earth and gravity concepts among Nepali children, *Science Education*, 63(5), 685–691.

Mayer, R. E. (2002) Understanding conceptual change: a commentary, in: M. Limón and L. Mason (Eds) *Reconsidering conceptual change: issues in theory and practice* (Dordrecht, Kluwer Academic Publishers), 101–111.

Mayer, V. J. (1987) Earth appreciation: reflections of Earth science in art, *Science Teacher*, 56, 60–63.

Nobes, G., Martin, A. E. and Panagiotaki, G. (2005) The development of scientific knowledge of the Earth, *British Journal of Developmental Psychology*, 23(1), 47–64.

Noce, G. T. ve Vicentini, M., 1988. The Floating Of Objects On The Moon: Prediction From A Theory Of Experimental Facts?" *International Journal of Science Education* 10(1), 65–67.

Nussbaum, J. (1979) Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross age study, *Science Education*, 63(1), 83–93.

Nussbaum, J. and Novak, J. D. (1976) An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews, *Science Education*, 60(4), 535–550.

Nussbaum, J. and Sharoni-Dagan, N. (1983) Changes in second grade children's preconceptions about the Earth as a cosmic body resulting from a short series of audio-tutorial lessons, *Science Education*, 67(1), 99–114.

Oldroyd, D. (1996) İnsan Düşüncesinde Yerküre (Ed.: Dağlı, M. Çev.: Tansel, Y.) *TUBİTAK Popüler Bilim Kitapları*, Ankara, TUBİTAK Yayınları 11 – 89

Palmer, D., 2001. Students' Alternative Conceptions And Scientifically Acceptable Conceptions About Gravity. *International Journal of Science Education*, 23 (7), 691– 706.

Reynoso, E., Rierro, E., Torres, G., Vicentini-Missoni, M. and Perez De Celis, J. (1993) The alternative frameworks presented by Mexican students and teachers concerning the free fall of bodies. *International Journal of Science Education*, (15), 127-138.

Roald, I. and Mikalsen, (2000) What are the Earth and the heavenly bodies like? A study of objectual conceptions among Norwegian deaf and hearing pupils, *International Journal of Science Education*, 22(4), 337–355.

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

Samarpongavan, A., Vosniadou, S., and Brewer, W. F. (1996). Mental models of the earth, sun, and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11, 491–521.

Serway, R. A. (2002) Fen ve Mühendislik için FİZİK 1 (Çev.Ed.: Çolakoğlu, K.)5, 116-120, 424-430.

Sharp, J. G. (1999) Young children's ideas about the Earth in space, *International Journal of Early Years Education*, 7(2), 159–172.

Sharp, J. G. and Grace, M. (2004) Anecdote, opinion and whim: lessons in curriculum development from primary science education in England and Wales, *Research Papers in Education*, 19(3), 293–321.

Sharp, J. G. and Kuerbis, P. (2005) Children's ideas about the Solar System and the chaos in learning science, *Science Education*, 90(1), 124–147.

Sharp, J. G., Bowker, R. and Merrick, J. (1997) Primary astronomy: conceptual change and learning in three 10–11 year olds, *Research in Education*, (57), 67–83.

Sharp, J. G., Mackintosh, M. A. P. and Seedhouse, P. (1995) Some comments on children's ideas about Earth structure, volcanoes, earthquakes and plates, *Teaching Earth Sciences*, 20(1), 28–30.

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

Sneider, C. and Ohadi, M. M. (1998) Unravelling students' misconceptions about the Earth's shape and gravity, *Science Education*, 82(2), 265–284.

Sneider, C. and Pulos, S. (1983) Children's cosmographies: understanding the Earth's shape and gravity, *Science Education*, 67(2), 205–221.

Taşar, M.F. ve Orbay, M. (2008) Genel Fizik 1 Newtoncu Kuvvet ve Hareket Teorisi, *Pegem Akademi*, 320-323

Tavşancıl, E., Aslan, E. A. (2001). İçerik Analizi ve Uygulama Örnekleri, *Ankara Epsilon Yayınları. T.C. M.E.B. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı Müfredat Programı, 1998. Tebliğler Dergisi*, sayı:2492, 1030, 1993.

Vosniadou, S. and Brewer, W. F. (1990) A cross-cultural investigation of children's conceptions about the Earth, the Sun and the Moon *Greek and American data* (Technical Report No. 497) Urbana, IL, University of Illinois, Urbana-Champaign

Vosniadou, S. and Brewer, W. F. (1992) Mental models of the Earth: a study of conceptual change in childhood, *Cognitive Psychology*, (24), 535–585.

Vosniadou, S. and Brewer, W. F. (1994) Mental models of the day/night cycle, *Cognitive Science*, (18), 123–183.

Watson, J. R., Prieto, T. and Dillon, J. S. (1997) Consistency of students' explanations about combustion. *Science Education*, (81), 425-443.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008) Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, *Ankara Seçkin Yayınları* (7. Basım), 227 - 252

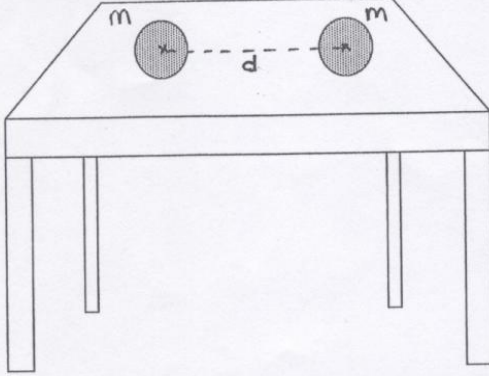
EKLER

EK 1 : Belirtke Tablosu

Sıra No.		Soru No.
1.	Yeryüzündeki cisimler arasındaki kütle çekim kuvvetini farkedebilme	1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b
2.	Uzaydaki cisimler arasındaki kütle çekim kuvvetini farkedebilme	4a, 4b, 5a, 5b
3.	Yeryüzündeki cisimler arasındaki kütle çekim kuvvetlerini şekil üzerinde gösterebilme	1c, 2c, 3c
4.	Uzaydaki cisimler arasındaki kütle çekim kuvvetlerini şekil üzerinde gösterebilme	4c, 5c
5.	Yeryüzündeki cisimler için aynı ve farklı kütlelere sahip cisimlerde birbirleri arasındaki kütle çekim kuvvetinin büyüklüklerini kıyaslayabilme	1d, 2d, 3d
6.	Uzaydaki cisimler için farklı kütlelere sahip cisimlerin birbirleri arasındaki kütle çekim kuvvetinin büyüklüklerini kıyaslayabilme	4d

EK 2 : Soru Kağıdı ilk Sayfası

1. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☐ VAR ☐ YOK

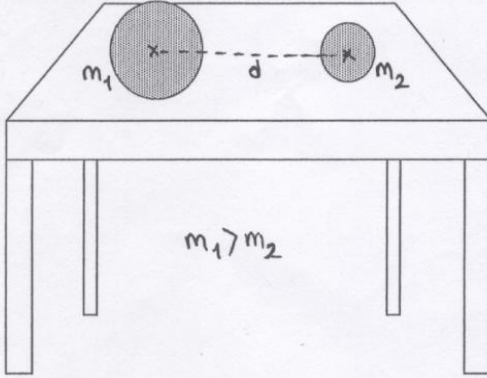
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

.....

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

2. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran farklı büyüklük ve kütlede yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☐ VAR ☐ YOK

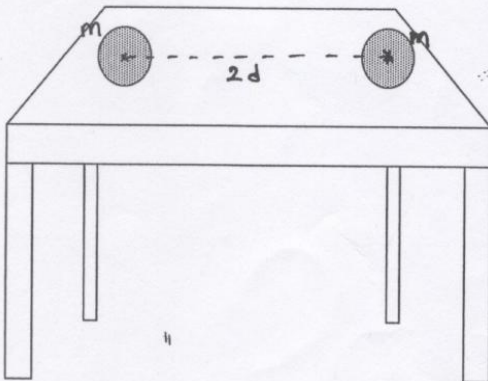
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

.....

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

3. Merkezleri arasında $2d$ kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☐ VAR ☐ YOK

b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

.....

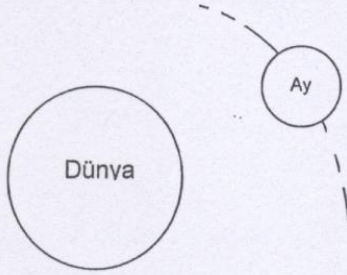
c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

EK 2 : Soru Kağıdı İkinci Sayfası

ADI
SOYADI

4. Ay , Dünya' nın yörüngesinde belli bir uzaklıkta dolanmaktadır.



- a. Dünya ile Ay' a etkiyen kuvvetler var mıdır?

☐ VAR ☐ YOK

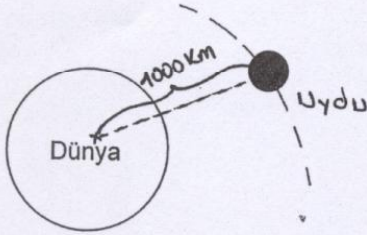
- b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

.....

- c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

- d. Dünya ve Ay' a etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

5. M kütleli uydu, Yer (Dünya) düzleminden 1000 km uzakta yörüngesinde dolanmaktadır.



- a. Dünya ile uyduya etkiyen kuvvetler var mıdır?

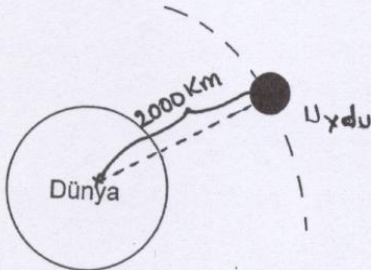
☐ VAR ☐ YOK

- b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

.....

- c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

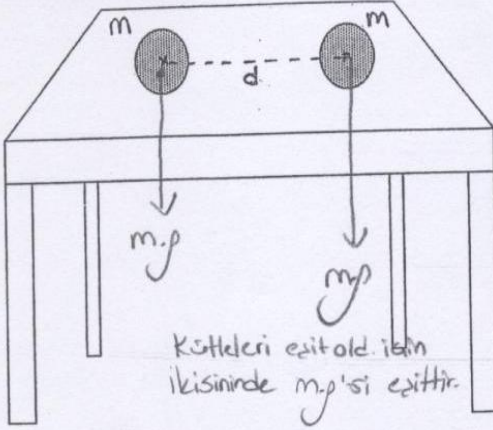
- d. Uyduyu şekil - II' deki uzaklığa taşıdığımızda etkiyen kuvvetlerde değişiklik olur mu ?



II

EK 3 : Öğrencilerin İlk Soru Kağıdına verdikleri Cevaplara Örnek;

1. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

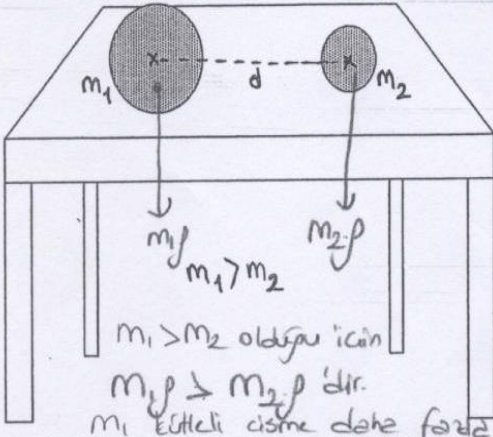
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekimi... Kuvveti

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

2. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran farklı büyüklük ve kütlede yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

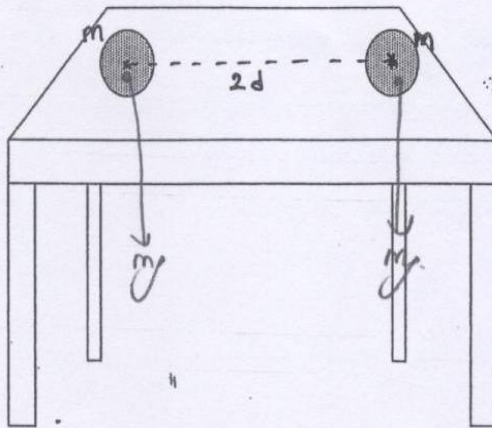
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekimi... Kuvveti

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

3. Merkezleri arasında $2d$ kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

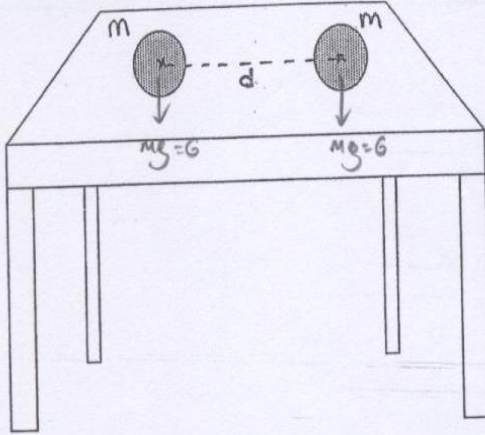
Yerçekimi... Kuvveti

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

Her ikisi de m kütleli olduğu için
iki cisim için de $m.g$ dir.

1. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

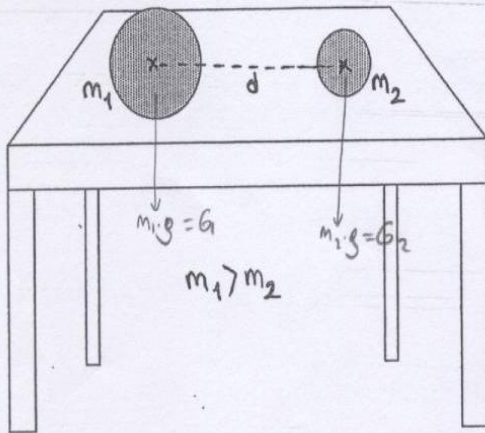
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

$m \cdot g = G$

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız $G = G$

2. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran farklı büyüklük ve kütlede yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

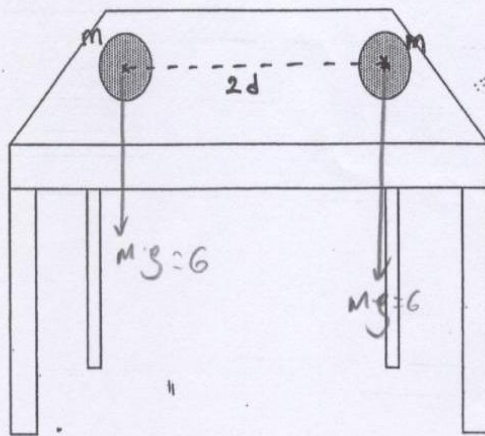
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

G_1 ve G_2

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız $G_1 > G_2$

3. Merkezleri arasında $2d$ kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

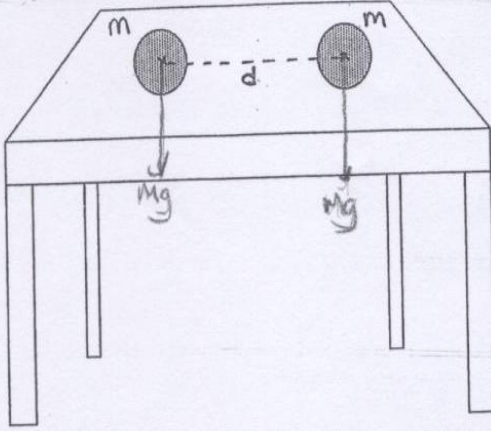
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

G

c. Etkiyen kuvvetleri 'şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız $G = G$

1. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

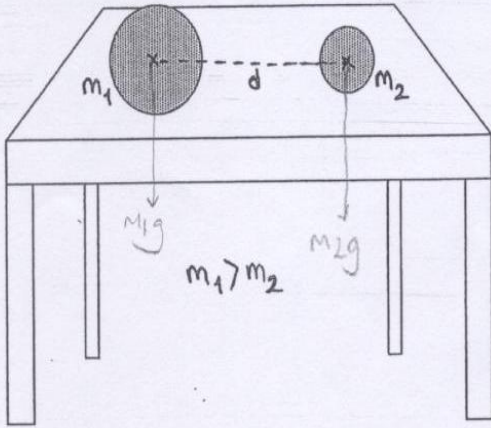
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekimi...

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız m ler eşit olduğundan eşittir.

2. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran farklı büyüklük ve kütlede yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

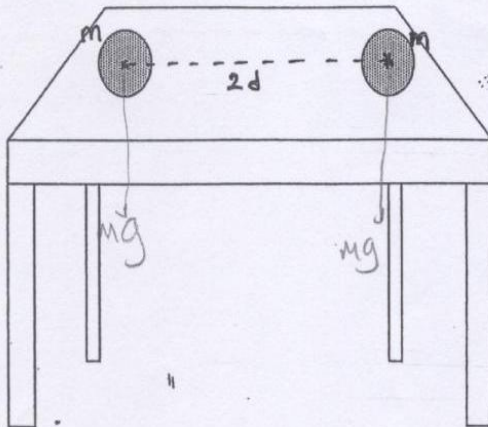
Yerçekimi...

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

$m_1g > m_2g$

3. Merkezleri arasında $2d$ kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

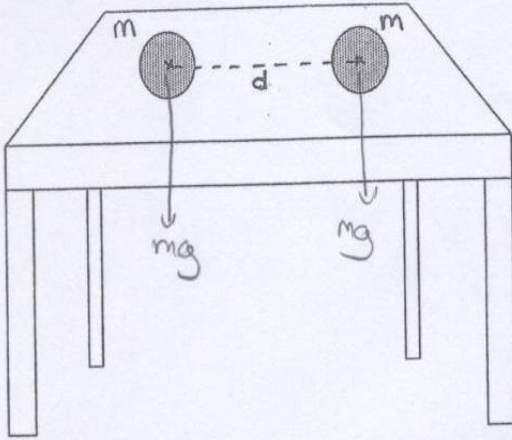
Yerçekimi...

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

$mg = mg$

1. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

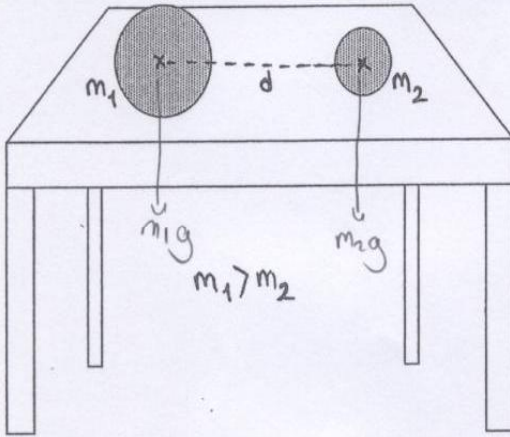
...Yerçekimi kuvveti

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

Eşittir. Kütleler aynıdır.

2. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran farklı büyüklük ve kütlede yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

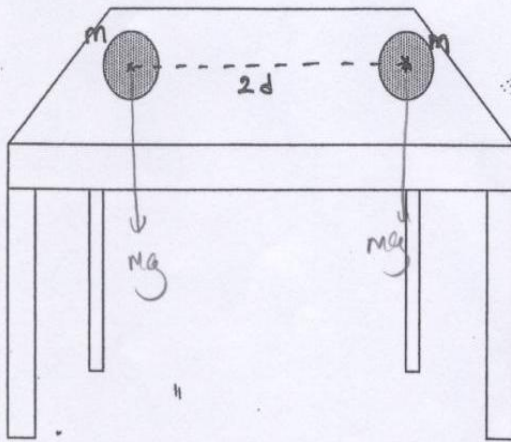
...Yerçekimi kuvveti

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

$m_1 g > m_2 g$

3. Merkezleri arasında $2d$ kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

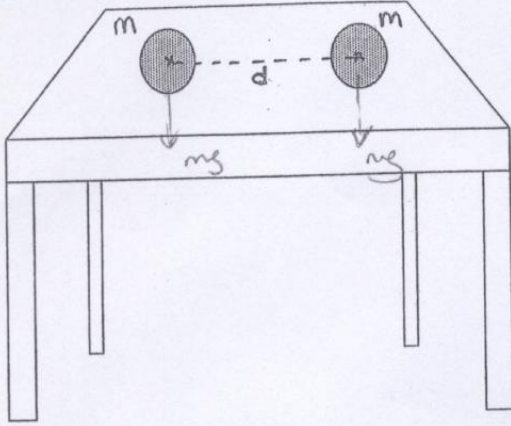
...Yerçekimi kuvveti

c. Etkiyen kuvvetleri 'şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

Eşittir.

1. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

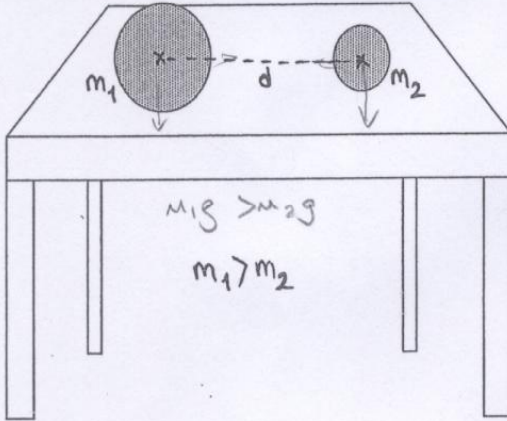
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekim.....

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

2. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran farklı büyüklük ve kütlede yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

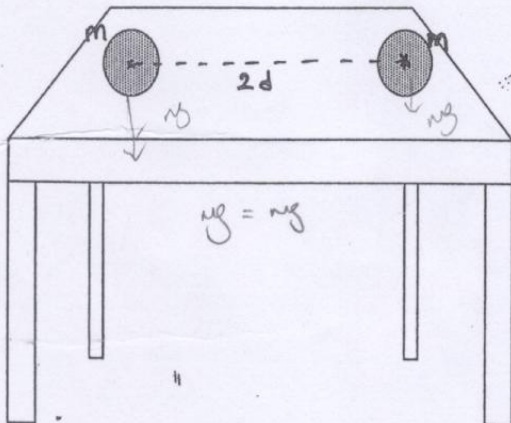
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekim, farklı kuvveti

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

3. Merkezleri arasında $2d$ kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

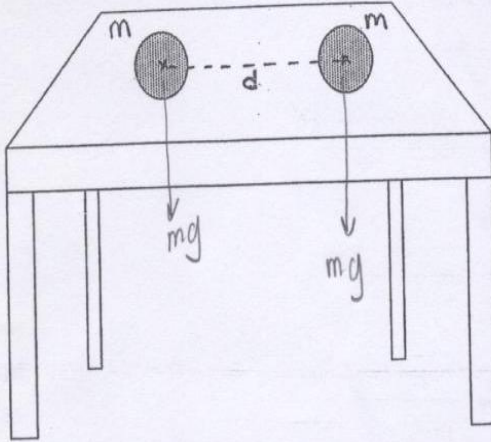
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekim.....

c. Etkiyen kuvvetleri 'şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

1. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?



VAR



YOK

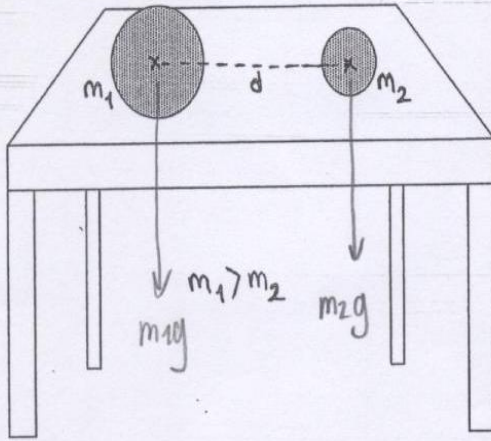
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

...Yerçekimi kuvveti

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız $mg = mg$

2. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran farklı büyüklük ve kütlede yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?



VAR



YOK

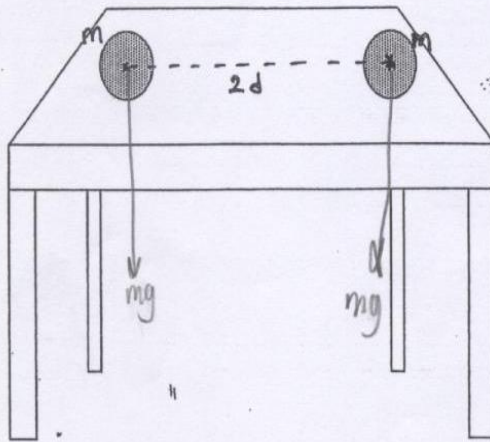
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

...Yerçekimi

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız $m_1g > m_2g$

3. Merkezleri arasında $2d$ kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?



VAR



YOK

b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

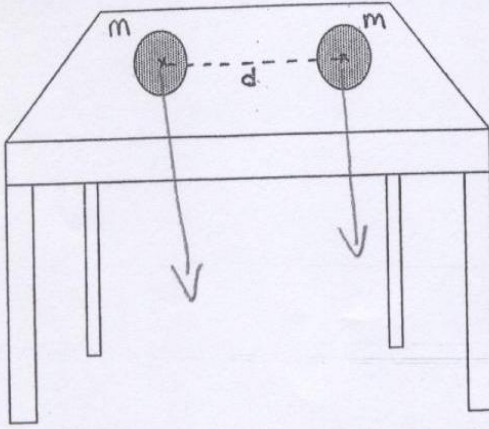
...Yerçekimi

c. Etkiyen kuvvetleri 'şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

$$mg = mg$$

1. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

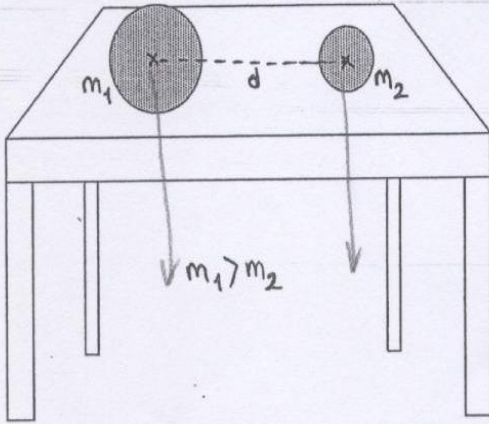
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekimi.....

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız *Eşit*

2. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran farklı büyüklük ve kütlede yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

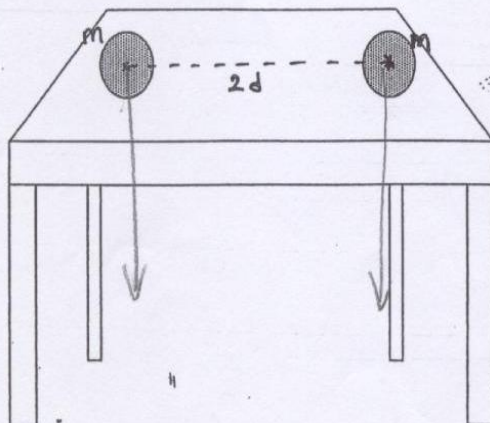
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekimi.....

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız *Eşit*

3. Merkezleri arasında $2d$ kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

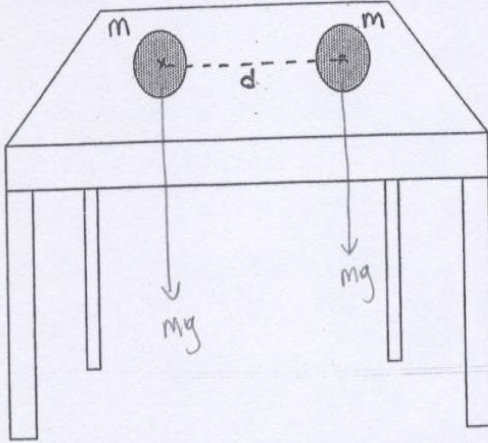
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekimi.....

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız *Eşit*

1. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

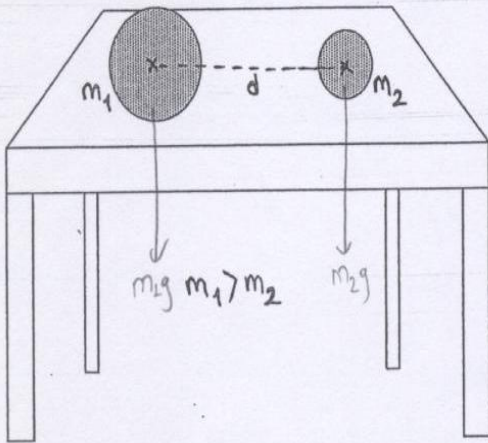
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekimi

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız $m_1g = m_2g$

2. Merkezleri arasında d kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran farklı büyüklük ve kütlede yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

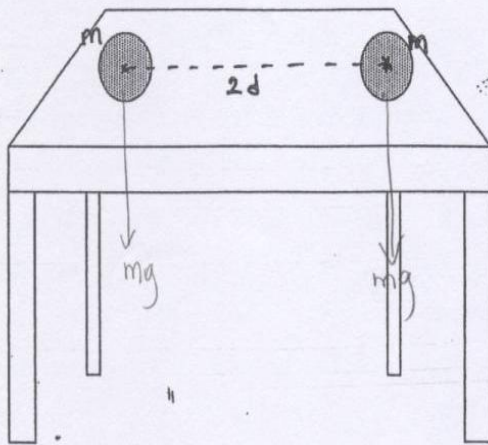
b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

Yerçekimi

c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız $m_1g > m_2g$

3. Merkezleri arasında $2d$ kadar mesafe olan ve masa üzerinde duran m kütleli özdeş ve yüksüz iki cisim vardır.



a. Bu iki cisme etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

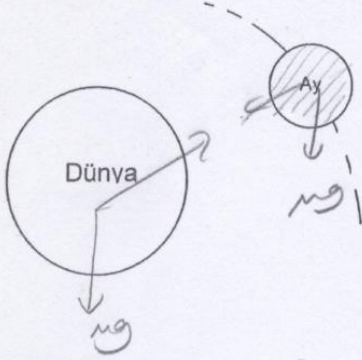
Yerçekimi

c. Etkiyen kuvvetleri 'şekil üzerinde çizerek gösteriniz

d. Cisimlere etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız $m_1g = m_2g$

EK 4 : Öğrencilerin İkinci Soru Kağıdına verdikleri Cevaplara Örnek;

4. Ay , Dünya' nın yörüngesinde belli bir uzaklıkta dolanmaktadır.



- a. Dünya ile Ay' a etkiyen kuvvetler var mıdır?



VAR



YOK

- b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

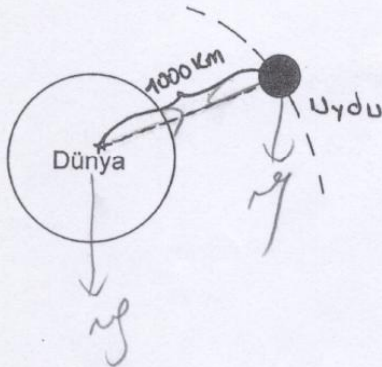
.....

- c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

- d. Dünya ve Ay' a etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

Dünya > Ay

5. M kütleli uydu, Yer (Dünya) düzleminden 1000 km uzakta yörüngesinde dolanmaktadır.



- a. Dünya ile uyduya etkiyen kuvvetler var mıdır?



VAR



YOK

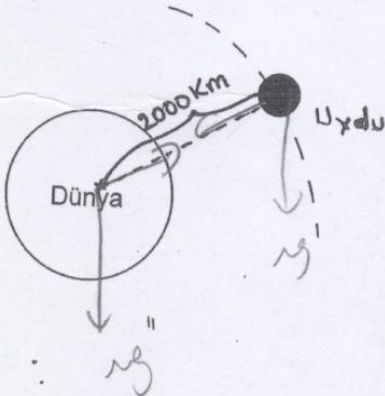
- b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

.....

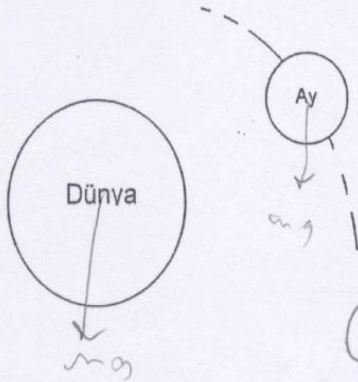
- c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

- d. Uyduyu şekil - II' deki uzaklığa taşıdığımızda etkiyen kuvvetlerde değişiklik olur mu ?

Olur



4. Ay, Dünya'nın yörüngesinde belli bir uzaklıkta dolanmaktadır.



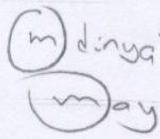
- a. Dünya ile Ay'a etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

- b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

...kütle çekim

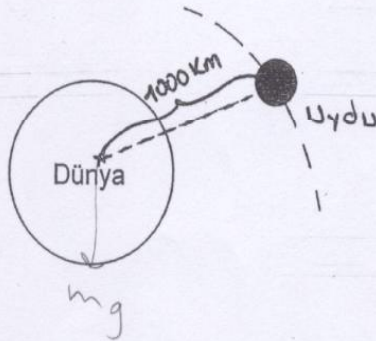
- c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz



- d. Dünya ve Ay'a etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

$m_{Dünya} > m_{Ay}$

5. M kütleli uydu, Yer (Dünya) düzleminde 1000 km uzakta yörüngesinde dolanmaktadır.



- a. Dünya ile uyduya etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

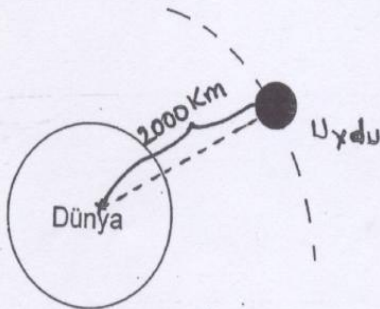
- b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

...ağırlık yerçekimi

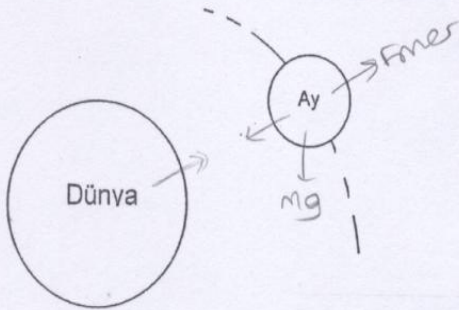
- c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek gösteriniz

- d. Uyduyu şekil - II' deki uzaklığa taşıdığımızda etkiyen kuvvetlerde değişiklik olur mu?

çekim kuvveti azalır



4. Ay, Dünya'nın yörüngesinde belli bir uzaklıkta dolanmaktadır.



- a. Dünya ile Ay'a etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

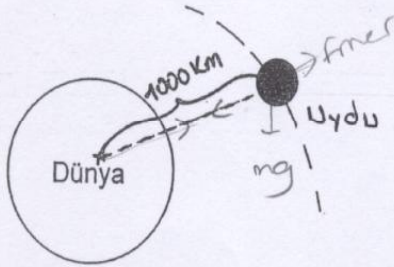
- b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

evrensel çekim kuvveti, merkezkaç kuvveti

- c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek yer gösteriniz

- d. Dünya ve Ay'a etkiyen kuvvetlerin büyüklüklerini birbirleriyle karşılaştırınız

5. M kütleli uydu, Yer (Dünya) düzleminden 1000 km uzakta yörüngesinde dolanmaktadır.



- a. Dünya ile uyduya etkiyen kuvvetler var mıdır?

☒ VAR ☐ YOK

- b. Etkiyen kuvvetlerin olduğunu düşünüyorsanız adlarını yazınız.

evrensel çekim kuvveti, merkezkaç kuvveti

- c. Etkiyen kuvvetleri şekil üzerinde çizerek yer gösteriniz

- d. Uyduyu şekil - II' deki uzaklığa taşıdığımızda etkiyen kuvvetlerde değişiklik olur mu?

Merkezkaç kuvvetinde değişiklik olur.

