



**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENİ ADAYLARININ
KUVVET VE HAREKET KONULARINDAKİ
KAVRAM YANILGILARI**

Derya ŞİMŞEK

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

2018

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENİ ADAYLARININ KUVVET VE HAREKET
KONULARINDAKİ KAVRAM YANILGILARI**

(Science Teacher Candidates' Misconceptions on Force and Motion Subjects)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Derya ŞİMŞEK

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi. Mustafa Tolga YURTCAN

Erzurum
Mayıs, 2018

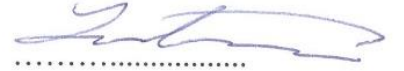
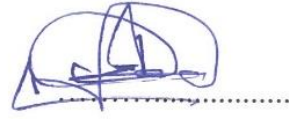
KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Derya ŞİMŞEK tarafından hazırlanan “Fen Bilgisi Öğretmeni Adaylarının Kuvvet ve Hareket Konularındaki Kavram Yanılgıları” başlıklı çalışması 07 / 05 / 2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fizik Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Refik DİLBER
Atatürk Üniversitesi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi M. Tolga YURTCAN
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Nedim ALEV
Karadeniz Teknik Üniversitesi



Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

31 Mayıs 2018



Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Fen Bilgisi Öğretmeni Adaylarının Kuvvet ve Hareket Konularındaki Kavram Yanılgıları” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

☒ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

☐ Tezim 1 (bir) yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

07 / 05 / 2018


Derya ŞİMŞEK

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında her zaman yol gösteren, anlayışını, hoşgörüsünü, bilgisini ve zamanını esirgemeyen, akademik anlamda gelişmemi sağlayan değerli tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Tolga YURTCAN ve ailesine en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bu çalışmaya başladığım günden itibaren desteğini, emeğini, bilgi ve tecrübesini esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Nurtaç CANPOLAT'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Tez sürecim boyunca emeğini ve bilgisini benden esirgemeyen sevgili arkadaşım Dr. Özlem OKTAY'a teşekkür ederim.

Ayrıca Dr. Öğr. Üyesi Özkan BAYRAM'a ve Sayın Doç. Dr. Suat ÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım. Gerek tez çalışmam gerekse akademik çalışmalarım sırasında bana vermiş oldukları desteklerinden dolayı Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Bölümü öğretim elamanlarına, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü'ne ve Sabancı Ortaokulu yönetimine teşekkür ederim.

Derya ŞİMŞEK

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENİ ADAYLARININ KUVVET VE HAREKET
KONULARINDAKİ KAVRAM YANILGILARI

Derya ŞİMŞEK

2018, 88 sayfa

Amaç: Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmeni adaylarının kuvvet ve hareket konularındaki bazı temel kavramları anlayışları ve bu konularla ilgili kavram yanlışlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Atatürk Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim gören 92 öğrenciye, 20 sorudan oluşan kuvvet ve hareket başarı testi uygulanmıştır. Ayrıca çalışmada öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının nedenlerini belirlemek için yedi öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Araştırmada uygulanan testin analizinde basit istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Kullanılan testteki her bir sorunun öğrenciler tarafından doğru cevaplanma oranı hesaplanarak tablo halinde sunulmuştur. Öğrencilerin sorulardaki bütün şıklara verdikleri cevapların yüzdeleri belirlenmiş ve kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Bulgular: Araştırma kapsamındaki öğrenciler arasında yaygınlık düzeyi %10 ve üzerinde olan 40 farklı kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bu yanlışların önemli bir kısmının yaygınlık düzeyinin %30'un üzerinde olduğu, diğer yanlışların ise %10 ile %30 arasında değiştiği görülmüştür.

Sonuç: Öğrencilerin kuvvet ve hareket konuları ile ilgili olarak, çok sayıda ve oldukça yaygın kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Tespit edilen kavram yanlışlarının giderilmesi konusunda araştırmacılara, eğitimcilere ve programcılara yönelik birtakım önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: fizik eğitimi, kuvvet ve hareket, kavram yanlışları, örnek olay yöntemi.

ABSTRACT
MASTER'S THESIS
SCIENCE TEACHER CANDIDATES' MISCONCEPTIONS ON FORCE AND
MOTION SUBJECTS

Derya ŞİMŞEK

2018, 88 pages

Purpose: This study was aimed to determine university students' level of learning of some fundamental concepts and their misconceptions in force and motion subjects.

Method: A force and motion concept test consisting of 20 questions was administered to 92 students enrolled in 2nd class of Department of Science Education in Atatürk University. In addition, a semi-structured interview was conducted with seven students to examine the reasons of their misconceptions. Simple statistical methods were used in the analysis of the test applied. The correct answer rate for each question in the test was calculated and presented in a table. Percentages of students' answers for each choices in all questions were determined and misconceptions identified.

Findings: Among students in the scope of this study, 40 different misconceptions were exposed with a prevalence level of 10% or more. It has seen that the prevalence level of some common misconceptions is over 30%, and the other misconceptions vary between 10% and 30%.

Result: The study shows that the students have many and quite common misconceptions about the force and motion concepts. Some suggestions have been made for researchers, trainers and programmers about eliminating the identified misconceptions with this study.

Keywords: physics education, force and motion, misconceptions, case study method.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ	ix

BİRİNCİ BÖLÜM..... 1

Giriş	1
Problem Durumu	4
Araştırmanın Amacı	5
Araştırmanın Önemi	5
Varsayımlar	8
Sınırlılıklar.....	8
Tanımlar	8

İKİNCİ BÖLÜM 10

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar.....	10
Çalışılan Konu ile İlgili Kuramsal Çerçeve.....	10
Kavramlar ve kavramsal öğrenme.	10
Kavram yanılgıları.	11
Aristo fiziği.	13
İmpetus fiziği.	13
Çalışılan Konu ile İlgili Yapılan Araştırmalar	14
Ulusal literatürde yapılan çalışmalar.....	14
Uluslararası literatürde yapılan çalışmalar.....	18
Literatür özeti.	21

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM..... 22

Yöntem	22
Araştırmanın Yöntemi	22
Araştırma Grubu	23

Veri Toplama Araçları.....	23
Kuvvet ve hareket başarı testi (Force concept inventory-FCI).	23
Yarı yapılandırılmış mülakat.	24
Verilerin Analizi	25
 DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	26
Bulgular	26
Kuvvet ve Hareket Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular	26
Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular	30
 BEŞİNCİ BÖLÜM.....	56
Sonuç, Tartışma ve Öneriler.....	56
Sonuç ve Tartışma	56
Öneriler.....	60
 KAYNAKÇA.....	62
EKLER	67
EK 1. UYGULANAN KUVVET VE HAREKET KAVRAM TESTİ.....	67
EK 2. YARI YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT SORULARI	74
ÖZGEÇMİŞ	77

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Araştırma Grubu Kapsamında Öğrencilerin Cinsiyet Dağılımı	23
Tablo 2. Kuvvet ve Hareket Başarı Testi'nin İçerdiği Konular (Karaçam, 2009).....	24
Tablo 3. Kuvvet ve Hareket Başarı Testi Doğru Cevaplanma Yüzdeleri.....	26
Tablo 4. Kuvvet ve Hareket Konuları ile İlgili Tespit Edilen Kavram Yanılgıları	27
Tablo 5. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 1. Soru ve Alınan Cevaplar	31
Tablo 6. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 2. Soru ve Alınan Cevaplar	32
Tablo 7. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 3. Soru ve Alınan Cevaplar	33
Tablo 8. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 4. Soru ve Alınan Cevaplar	35
Tablo 9. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 5. Soru ve Alınan Cevaplar	37
Tablo 10. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 6. Soru ve Alınan Cevaplar	38
Tablo 11. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 7. Soru ve Alınan Cevaplar	41
Tablo 12. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 8. Soru ve Alınan Cevaplar	42
Tablo 13. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 9. Soru ve Alınan Cevaplar	44
Tablo 14. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 10. Soru ve Alınan Cevaplar	45
Tablo 15. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 11. Soru ve Alınan Cevaplar	47
Tablo 16. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 12. Soru ve Alınan Cevaplar	51
Tablo 17. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 13. Soru ve Alınan Cevaplar	52
Tablo 18. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 14. Soru ve Alınan Cevaplar	53

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

d	: Etki büyüklüğü
FCI	: Kuvvet ve Hareket Başarı Testi (Force Concept Inventory)
g	: Normalleştirilmiş kazanç skoru
KR-20	: Kuder-Richardson 20
MANCOVA	: Çok değişkenli kovaryans analizi (Multivariate Analysis of Covariance)
MANOVA	: Çok değişkenli varyans analizi (Multivariate analysis of variance)
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
TTKB	: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı
X	: Ortalama puan
χ^2	: Ki-kare

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Eğitim, bireylerin ve toplumun gelişimi açısından son derece önemli bir etkinlik olarak dikkate alınmaktadır. Topluma faydalı ve mutlu bireylerin yetiştirilmesinde ve yaşanabilir bir toplumun oluşturulmasında, eğitimin anahtar bir role sahip olduğu söylenebilir. Bu nedenle, eğitime gereken önemin verilmesi ve eğitimin çağın gereklerine uygun olacak şekilde planlanarak gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir. Günümüzde bilim ve teknoloji alanında baş döndürücü bir hızda meydana gelen gelişmeler, programların gözden geçirilerek belirlenen amaçlar doğrultusunda iyileştirilmesini adeta zorunlu hale getirmektedir. Bu kapsamda ülkemizde son yıllarda öğretim programları gözden geçirilip, köklü değişiklikler yapılarak yenilenmektedir. Yenilenen öğretim programlarında öğrencilerin bilimsel okuryazar olarak yetişmeleri amaçlanmaktadır (MEB, 2005, 2013, 2017).

Bilimsel okuryazar birey; araştıran-sorgulayan, eleştirel düşünmeye açık, yaşamı boyunca öğrenmeye istekli, problem çözen ve karar verme becerisi yüksek, merak duygusu gelişmiş biri olarak, fene yönelik olumlu tutum, anlayış, değer, bilgi ve beceri geliştiren birey olarak tanımlanmaktadır (TTKB, 2005). Bilimsel okuryazarlık için bireylerin araştırma, sorgulama, problem çözebilme, karar verebilme gibi becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu becerilerin geliştirilebilmesi açısından fen bilimleri eğitimi son derece önemlidir. Araştırma, sorgulama, problem çözebilme gibi önemli görülen becerilerin geliştirilebilmesi, öncelikle fen alanındaki temel kavram, ilke, yasa ve teorilerin kavramsal düzeyde öğrenilmesini gerekli kılmaktadır. Öğrenmenin yeni bilgilerin eski bilgilerle ilişkilendirilmesi sonucu gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu nedenle yeni ve daha ileri düzeydeki bilgilerin öğrenilebilmesi açısından, mevcut bilgiler ve temel kavramlar belirleyici niteliktedir. Çünkü yeni bilgiler mevcut bilgilerin üzerine inşa edilmekte ve bu yolla yapılandırmacı yaklaşımda da ifade edildiği gibi, birey kendi bilgilerini kendisi oluşturmaktadır. Bu yüzden, etkili bir öğrenme ve öğretimin gerçekleştirilebilmesi için öğretim faaliyetlerine mevcut bilgilerin tespiti ile başlanması faydalı olacaktır. Yani öğretim, mevcut bilgiler esas alınarak planlanmalıdır. Mevcut bilgilerin tespit edilmesi, ilgili kavramların anlaşılmasının belirlenmesi ve varsa kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması açısından önemli görülmektedir (Aykutlu & Şen, 2011).

Fizik eğitiminin en önemli hedeflerinden birisi, öğrencilerin fizik konularında geçen kavramları doğru olarak kavrayabilmelerini ve uygulayabilmelerini sağlamaktır. Öğrenciler, günlük yaşamlarından veya önceki öğrenimlerinden bazı ön bilgilere sahip olabilirler. Osborne ve Wittrock (1983) ile Dekkers ve Thijs (1998) tarafından yapılan çalışmalarda, öğrencilerin çeşitli kavramlarla ilgili anlayışlarının ortaya çıkarılmasının, fen bilimleri eğitiminin bu bilgiler ışığında yeniden düzenlenmesi açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır (Akt: (Atasoy & Akdeniz, 2007)).

Literatürde, fen bilimlerinin diğer alanlarında olduğu gibi fizik alanında da öğrencilerin temel kavramlarla ilgili anlayışlarını belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilmiş çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Champagne, Klopfer, & Anderson, 1980; Clement, 1982; Çepni, 1997; Eryılmaz, 1992; I. A. Halloun & Hestenes, 1985; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Bu çalışmalarda öğrencilerin temel kavramları kavramakta güçlük çektikleri ve çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları rapor edilmektedir. Ayrıca literatürde öğrencilerin kavramları anlamlandırarak öğrenme yerine, ezberleme ya da çeşitli formülleri kullanarak matematiksel problem çözme eğiliminde oldukları ifade edilmektedir (Mazur, 1996). Benzeri şekilde ülkemizde de fizik derslerinde kavramsal öğrenmeden çok, matematiksel eşitliklerin yardımı ile fizik problemlerinin algoritmik çözümüne ağırlık verilmektedir. Bu uygulama şekli, temel kavramların, kavramsal olarak öğrenilmesini güçleştirmekte ve kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmaktadır. Fizik konularıyla ilgili olarak öğretim ortamlarında meydana gelen kavram yanlışlarının yanı sıra, öğrencilerin günlük yaşamlarında fiziksel olaylar hakkında edindikleri bazı deneyimler yoluyla da kavram yanlışlarının oluşabileceği çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir (Krause, Kelly, Corkins, Tasooji, & Purzer, 2009). Buna göre öğrencilerin hiçbir fizik eğitimi almamalarına rağmen, günlük yaşamlarındaki deneyimleri ile oluşturdukları bazı ön bilgilere sahip olarak sınıf ortamlarına geldikleri söylenebilir. Araştırmalar, bu şekilde edinilen ön bilgilerin genellikle bilimsel olarak kabul edilen bilgilerden farklı olduğunu ortaya koymaktadır (Boo, 1998). Söz konusu araştırmaların ortaya koyduğu sonuçlar, öğrencilerin ön bilgilerinin ortaya çıkarılmasının ne denli önemli olduğunu açıkça göstermektedir.

Fizik alanında diğer konularda olduğu gibi hemen her düzeydeki öğrencilerde kuvvet ve hareket konusunda da oldukça yaygın bir şekilde kavram yanlışlığı olduğu, çeşitli araştırmalarda ortaya konulmuştur (Atasoy & Akdeniz, 2007; Bayraktar, 2009; Gunstone, 1987; Koray & Bal, 2002; Kurt & Akdeniz, 2004; Kuru & Güneş, 2005; Turgut, Alptekin, & Altun, 2007; Turgut, Alptekin, & Şimşek, 2007; Uysal & Eryılmaz, 2002).

Kuvvet ve hareket konularına yönelik yapılan araştırmalarda yukarıda da ifade edildiği gibi, kavram yanılgıları ve bu yanılgıların nedenleri ortaya konulmuştur. Ancak, bu konuda daha başka kavram yanılgılarının da bulunabileceği ve bu yanılgıların nedenlerinin ortaya çıkarılmasının onemi düşünldğnde, benzeri çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı söylenebilir.

Öğrencilerin, öğretim ortamlarına çeşitli ön bilgilerle geldikleri bilinen bir gerçektir. Çünkü doğa ile sürekli etkileşim içerisinde olduklarından, bu etkileşim sırasında yaşantıları sonucu nesneleri anlamlandırır ve kendilerine göre bu nesneleri içselleştirirler (Okuşlug & Demir, 2016). Bodner (1986), temel bilgilerden yoksun oldukları için, öğrencilerin bilimsel bilgilerden farklı alternatif fikirlere sahip olabileceklerini ileri sürmektedir. Çok küçük yaşlardan itibaren dünyayı kendi deneyimleri ile tanımaya çalışan öğrenciler, zihinlerinde bilimsel olmayan bir düşünce süreci oluşturmaktadır (Büyükkasap, Düzgün, & Ertuğrul, 2001). Bu nedenle, öğrenciler tarafından nesnelere ve olaylara ait oluşturulan kavramlar, bilimsel olarak kabul görmüş kavramlardan farklılık gösterebilir. Bu durum kavram yanılgısı olarak adlandırılmaktadır (Büyükkasap, Düzgün, Ertuğrul, & Samancı, 1998; Büyükkasap & Samancı, 1998). Diğer bir ifadeyle, öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilen kavramlara alternatif olarak geliştirdikleri kavramlar, kavram yanılgısı olarak tanımlanmaktadır (Tekkaya, apa, & Yılmaz, 2000).

Birçok eğitimci uzun yıllar boyunca kavram yanılgılarının ortadan kaldırılması için geleneksel yöntemlerin yeterli olduğunu düşünmüştür (Ceylan, 2004). Ancak, düşünülenin tam tersine, öğrencileri ezbere yöneltten bu geleneksel yöntemler, öğrencilerde kavramsal değişimin gerçekleştirilmesinde yetersiz kalmış ve öğrencilerin tanımlama, açıklama ve tahmin yürütme gerektiren konularda kavram yanılgılarına düşmelerini engelleyememiştir (Dilber, 2006). Geleneksel öğretim programlarının yetersiz olması nedeniyle, öğretmenler zaman zaman kendi deneyimlerine bağlı olarak farklı yöntem ve teknikler kullanmışlardır (Coştu, Karataş, & Ayas, 2003).

Soyut kavramları içermesi nedeniyle fen ve teknoloji dersleri, öğrenciler tarafından anlaşılması gç dersler olarak nitelendirilmektedir (Günbatar & Sarı, 2005). Bu kavramların öğrenciler tarafından kavramsal düzeyde öğrenilmesi ve günlük yaşamalarında ihtiyaç duydukları durumlarda kullanılması, fen eğitiminin en onemli amaçlarından biridir. Bilginin öğrencilerin zihinlerinde yapılandırılabilmesi için, önceki bilgiler ile yeni bilgiler arasında ilişki kurabilmeleri gerekmektedir. Bu sebeple kavramsal öğrenmenin gerçekleşebilmesi için, öğrencilerin ön bilgilerinin tespit edilerek, yanılgılarının giderilmesi büyük bir onem arz etmektedir. Öğrenme, yapılandırmacı yaklaşıma göre, yeni bilgilerin zihne eklenmesi değil,

eski ve yeni bilgiler arasında ilişki kurulması şeklinde tanımlanmaktadır (Yürük & Çakır Sıla, 2000).

Öğrenci, öğrenme gerçekleşirken aileden, çevreden ve sahip olduğu kültürden getirdiklerine bağlı kalmaktadır. Ön bilgilerin tespit edilerek bunlardaki muhtemel kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması ve düzeltilmesi açısından öğretmenlerimize önemli görevler düşmektedir. Fen bilgisi eğitiminde, öğrenci tarafından öğrenilen bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Öğrencinin sahip olduğu kavram yanlışsında ısrarcı olması, kavram yanlışsının ortadan kaldırılmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle kavram yanlışlarının giderilebilmesi için öncelikle yanlışların nedenlerinin tespit edilmesi gerekmektedir (Coştu, Ünal, & Ayas, 2007). Tespit edilen kavram yanlışlarının giderilmesi noktasında, yeni ve etkili öğretim yöntemlerini takip etmeleri ve bu yöntemleri sınıflarında uygulamaya çalışmaları, öğretmenlerimize düşen en önemli görevdir.

Problem Durumu

Fiziğin öğrenilmesinde ön plana çıkan güçlüklerin başında temel kavramların öğrenilmesi gelmektedir (Koponen & Huttunen, 2013). İleri düzeydeki kavramların öğrenilmesi sürecinde yeni karşılaşılan bilgiler temel kavramlarla ilişkilendirilerek, zihinsel bir çerçeve oluşturulmaktadır. Bu nedenle kavramların içeriklerinin doğru olarak yapılandırılması, öğrenme konusundaki güçlüklerin üstesinden gelinmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Bloom, Engelhart, Furst Hill ve Krathwohl (1956) tarafından geliştirilen bilişsel alana yönelik öğrenme hiyerarşisinde de kavramların içeriklerinin doğru bir şekilde oluşturulmasının, yani kavrama düzeyinde bir öğrenmenin gerçekleştirilmesinin, uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma gibi daha üst düzey öğrenme becerilerin gelişimi için adeta bir ön gereklilik olarak kabul edildiği anlaşılmaktadır. Buna göre, kavramların zihinde kavramsal düzeyde doğru olarak yapılandırılmaması halinde, karşılaşılan problemlerin çözümünde doğru açıklamaların yapılabilmesi ve yeni bilgilerin ortaya konulması mümkün olmayacaktır. Eğitimciler kavramların arzu edildiği gibi öğrenilmesinin önemini, kavram ile bilgi yapısı arasındaki ilişkiyi, atom ile madde arasındaki ilişkiye benzeterek ifade etmektedirler (Çepni, Ayas, Johnson, & Turgut, 1997). Yani eğitimcilere göre maddenin atomlardan oluşmasında olduğu gibi bilgi yapısı da kavramlardan oluşmaktadır. Bu benzetme kavramların öğrenme açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Kuvvet ve hareket konularında geçen kavramlar mekaniğin temelini oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu kavramların mekanik ile ilgili ileri düzeydeki kavramların öğrenilebilmesi için alt yapı oluşturduğu söylenebilir. Ancak konu ile ilgili yapılan araştırmalar hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin bu konuda anlama güçlüklerinin bulunduğunu ve çeşitli kavram

yanılgılarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Gönen, 2008). Kuvvet ve hareket konularının ve dolayısıyla mekaniğin kavramsal olarak öğrenilebilmesi için, öğrencilerin mevcut bilgilerinin ve varsa kavram yanılgılarının tespit edilmesi, öğretimin başlangıç noktasını oluşturmaktadır. Yani bütün seviyelerde ve bütün konularda öğretim sürecine mevcut bilgilerin belirlenmesi ile başlanmalıdır. Ancak öğretim sürecinde öğrencilerin mevcut bilgilerinin ve varsa kavram yanılgılarının ayrıntılı olarak tespit edilmesi, çeşitli nedenlerden dolayı pek mümkün olamamaktadır. Kavram yanılgılarının tespit edilebilmesi için uygun testlerin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilerek sonuçların çıkarılması hem zaman, hem de uzmanlık gerektirmektedir. Bu yüzden alan eğitimi konusunda çalışan araştırmacıların, öğrencilerin anlama güçlüklerini ve kavram yanılgılarını belirlemeleri, her seviyedeki eğitim-öğretim faaliyetleri için büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu bilgilerin ışığında sunulan çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

- Fen bilgisi öğretmeni adaylarının kuvvet ve hareket konularındaki kavramları anlayışları nasıldır?
- Fen bilgisi öğretmeni adaylarının kuvvet ve hareket konularındaki kavramlarla ilgili kavram yanılgıları nelerdir?

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmeni adaylarının kuvvet ve hareket konuları ile ilgili kavramları anlayışlarını belirlemek ve kavram yanılgılarını tespit etmektir..

Araştırmanın Önemi

Kuvvet ve hareket konularının kapsamında yer alan temel kavramlar, fiziğin diğer konu ve kavramlarının anlaşılması açısından oldukça önemlidir. Hız, ivme, yer değiştirme, eylemsizlik, sürtünme, Newton'un hareket yasaları, kütle, ağırlık gibi kavramlar, kuvvet ve hareket konularında geçen temel kavramlar olarak nitelendirilebilir. Günümüzde ön plana çıkarılan ve anlamlı öğrenme açısından oldukça fazla önemsenen ilişkisel öğrenme dikkate alındığında bu temel kavramlar, elektrik ve manyetizma, termodinamik, modern fizik gibi fiziğin birçok alanındaki ve hatta diğer disiplinlerdeki konuların anlaşılması açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle hız, ivme, yer değiştirme, eylemsizlik, sürtünme, Newton'un hareket yasaları, kütle, ağırlık gibi kavramların kavramsal olarak öğrenilmesi, fiziğin diğer konuları ve diğer disiplinlerdeki konuların bu kavramlarla ilişkilendirilmesini, analiz, sentez ve değerlendirme şeklinde sınıflandırılan daha üst düzey öğrenmelerin gerçekleştirilebilmesini kolaylaştıracaktır. Ancak bu temel kavramların iyi kavranamaması

durumunda, konuyla ilgili ya da diğer disiplinlerdeki daha ileri düzeydeki kavramların anlaşılması pek mümkün olmayacaktır.

Bu alanda yapılan araştırmalar söz konusu temel kavramlarla ilgili olarak, öğrencilerde anlama güçlüklerinin olduğunu ve hatta oldukça fazla sayıda ve yaygın kavram yanlışlarının bulunduğunu ortaya koymaktadır. Güneş'e (2017a) göre kuvvet ve hareket konularında aşağıda belirtilen yanlışları bulunmaktadır.

- Alınan yol ile yer değiştirme aynı kavramlardır.
- Sürat ile hız aynı kavramlardır.
- Güç ve kuvvet aynı kavramlardır.
- Güç ve enerji aynı kavramlardır.
- Hareket halindeki bir cisme etkiyen net kuvvet kaldırıldığında cisim zamanla durur.
- Sabit hızla hareket eden bir cisme etkiyen net bir kuvvet vardır.
- Hareket varsa her zaman net kuvvet vardır.
- Kuvvet varsa her zaman hareket de vardır.
- İvme ve hız her zaman aynı doğrultudadır.
- Hız sıfırsa ivme de her zaman sıfırdır.
- Yukarı doğru çıkarken cismin ivmesi azalır, aşağı doğru inerken artar.
- Yerçekimi kuvveti cisimlere sadece yere düşerken etki eder.
- Kütlesi büyük olan cisimler daha önce düşer.
- Düşen cisimlerin ivmesi kütesine bağlıdır.
- Hareket eden bütün cisimlere hareketleri boyunca bir kuvvet etki eder.
- Etki ve tepki kuvvetleri aynı cisim üzerine uygulanır.
- Kuvvet bir cisimden diğerine alınıp verilir.
- Etki ve tepki kuvvetleri birbirine eşit değildir, kütlesi daha büyük olan veya daha hareketli olan veya daha sert olan diğerine daha büyük kuvvet uygular.
- Eylemsizlik cisimlerin hareketini sürdürmesini sağlayan kuvvettir.
- Momentum korunumu sadece çarpışmalarda geçerlidir.
- Sabit süratle çembersel hareket yapan bir cismin ivmesi sıfırdır.
- Çembersel hareket yapan bir cisme hareket doğrultusuna dik etkiyen net kuvvet ortadan kalktığında cisim çembersel hareket yapmaya devam eder.
- Çembersel yörüngede hareket eden cisimlere merkezkaç kuvveti etki eder.
- Bir cisme etki eden her kuvvet dönmeye sebep olur.
- Açısal momentumla çizgisel momentum aynı yöndedir.

- Kütle merkezi ile ağırlık merkezi aynı kavramlardır.
- Hareket etmeyen cisimler enerjiye sahip değildir.
- Yerçekimi potansiyel enerjisi, potansiyel enerjinin tek biçimidir.
- Bir cisim serbest düşmeye bırakıldığında yer çekimi potansiyel enerjisinin tamamı aynı anda kinetik enerjiye dönüşür.
- Geri çağırıcı kuvvet titreşimin her noktasında sabittir.
- Titreşim genliği yörüngenin bir ucundan diğer ucuna olan uzaklıktır.
- Bir sarkaç, salınımının en alt noktasında hareket yönünde ivmeli hareket yapar.
- İvme, bir sarkacım uzanımının maksimum olduğu noktalarda sıfırdır.
- Herhangi bir başlangıç açısı için tüm sarkaçlar basit harmonik hareket yapar.

Kuru ve Güneş (2005) tarafından çalışmalarında tespit edilen kavram yanlışlarının muhtemel nedenleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

- Öğrencilerin yeni öğrenme durumlarında kendi ön bilgilerini kullanmasında yetersizlik,
- Öğretmenin, öğrencilerin zihinlerinde kavramsal değişimi sağlamada başarılı olamaması,
- Kavramların, öğrenciler tarafından öğrenilirken belirli durumlarda anlam bütünlüğü kurulamaması.

Yukarıda sıralanan kavram yanlışlarının yanında, daha başka yanlışların da bulunabileceği düşüncesi ve aynı yanlışların farklı bir araştırma grubundaki yaygınlık düzeyini görebilmek amacı ile sunulan çalışmada bu konu ile ilgili olarak üniversite öğrencilerinin anlayışlarının belirlenmesi yoluna gidilmiştir. Ayrıca öğrencilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakatlarla tespit edilen kavram yanlışlarının nedenleri sorgulanmaya çalışılmıştır.

Fizik eğitiminde önemli bir yer tutan ve en temel konulardan olan kuvvet ve hareket konularındaki kavram yanlışları ve nedenlerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi, bu konulardaki öğretimin etkisinin araştırmasına yönelik olarak, yeni yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulanması çalışmalarına önemli katkılar sağlayacaktır. Diğer taraftan öğretmen adaylarında yanlışlarla ilgili olarak bir farkındalık oluşturulması ve bu yanlışların giderilme yollarının araştırılmasına temel oluşturması açısından, kavram yanlışları araştırmaları büyük önem taşımaktadır.

Varsayımlar

Bu çalışmada;

- Beklenen sonuçların elde edilebilmesi açısından kullanılan ölçme araçlarının (kuvvet ve hareket başarı testi, yarı yapılandırılmış mülakatlar) yeterli olduğu,
- Öğrencilerin kuvvet ve hareket testini içtenlikle cevapladıkları,
- Yarı yapılandırılmış mülakatlarda öğrencilerin gerçek düşüncelerini dile getirdikleri varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

Çalışmanın sınırlılıkları aşağıdaki gibidir:

- 2016-2017 öğretim yılında Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim gören 92 ikinci sınıf öğrencisi ile sınırlıdır.
- Bu çalışmanın bulguları, kuvvet ve hareket başarı testi ve yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen verilerle sınırlıdır.

Tanımlar

Eğitim: İnsanların önceden belirlenmiş bir amaca yönelik olarak kültürlenmesi sürecidir (Büyükkaragöz & Çivi, 1999).

Öğretim: Eğitim kurumlarında, önceden hazırlanan bir program çerçevesinde amaçlı, planlı, düzenli ve kontrollü olarak yapılan öğretme etkinlikleridir (Büyükkaragöz & Çivi, 1999).

Öğrenme: Bireylerin çeşitli konularla ilgili olarak yaptıkları araştırma ve uğraşlar sonucunda kişisel anlayış, bilgi, beceri ve tutum geliştirmeleri olarak tanımlamaktadır (Özden, 2000).

Kavram: Olay, obje ve olgularla ilgili olarak insan zihnindeki imajlar olarak tanımlanmaktadır (Ayas, Çepni, Johnson & Turgut, 1997; Çepni vd., 1997).

Bilimsel Bilgi: Deney ve gözleme dayalı olarak elde edilen geçerli ve güvenilir bilgilerdir (Yeşiloğlu, 2015).

Kavram Yanılgısı: Bir kavram ile ilgili olarak alanında uzmanlaşmış olan bilim insanları tarafından ortaklaşa kabul edilen, bilimsel açıklamalarla çelişen anlayışlara kavram yanılgısı denilmektedir (Aydoğan, Güneş & Gülçiçek, 2003; Marion, 1989; Stepans, 1996; Terry, Jones & Hurford, 1985)

Kavram Testi: Öğrencilerin kavramsal anlayışlarını sorgulamak amacı ile oluşturulan özel testlere kavram testi denilmektedir.

Yarı Yapılandırılmış Mülakat: Bir konuda belirli bir amaca yönelik olarak önceden hazırlanan, ancak görüşme sırasında verilen cevaplara dayalı olarak oluşturulan daha özel soruların kullanılması ile bireylerle yapılan yüz yüze görüşmeler, yarı yapılandırılmış mülakat olarak tanımlanmaktadır (Yeşiloğlu, 2015; Yıldırım & Şimşek, 2005).



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde ilk olarak konu ile ilgili kuramsal temeller, daha sonra kuvvet ve hareket konusu üzerine öğrencilerin kavramsal anlayışlarını belirlemeye yönelik olarak yapılan ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite düzeyindeki yurtiçi ve yurtdışı çalışmaların bir derlemesi sunulacaktır.

Çalışılan Konu ile İlgili Kuramsal Çerçeve

Kavramlar ve kavramsal öğrenme.

Daha öncede ifade edildiği gibi; olay, obje ve olgularla ilgili olarak insan zihnindeki imajlar kavram olarak tanımlanmaktadır. İnsanlar, günlük hayatlarındaki deneyimlerine dayalı olarak birden fazla varlığı ortak özelliklerine göre sınıflandırarak, diğer varlıklardan ayırt etme yoluyla zihinlerinde bir bilgi formu oluştururlar. Bu bilgi formu kavram olarak nitelendirilmektedir (Çepni & Keleş, 2006). Kavramlar; genelleme, ayırım, tümevarım, tümdengelim ve tanımlama gibi zihinsel süreçler sonucunda oluşturulmaktadır (Ayas vd., 1997; Çepni vd., 1997). Bu süreçlerle kavramların gelişimi sırasında kavram yanılgısı olarak tarif edilen yanlış kavramalar da meydana gelmektedir. Kavram yanılgıları, kavramsal öğrenmeyi güçleştiren önemli faktörlerden biri olarak düşünülmektedir. Bu yüzden öğretim ortamlarında kavram öğretimi sürecinde bu durumun dikkate alınması öğretimin etkililiğinin artırılması açısından son derece önemlidir. Kavramlar ile bilgi yapısı arasındaki ilişki elementler ile madde arasındaki ilişkiye benzetilmektedir. Yani maddelerin elementlerden oluşmasında olduğu gibi, bilgi yapısı da kavramlar ve kavramlar arası ilişkilerden oluşmaktadır. Bu nedenle kavramların doğru olarak şekillendirilmesi doğru ve kabul edilebilir bir bilgi yapısının oluşturulması açısından çok önemlidir. Kavramların doğru olarak oluşturulması (kavranması) öğrenilen bilgilerin karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılabilmesi, yani Bloom'un bilişsel öğrenme hiyerarşisinde uygulama aşamasındaki anlayışa ulaşılabilmesi açısından bir ön gereklilik olarak düşünülebilir. Ayrıca, analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey öğrenme becerileri için de kavrama düzeyinde bir öğrenmenin gerçekleşmesi gerekmektedir.

Kavram yanlışları.

Güneş'e (2017b) göre kavram yanlışları, kişilerin olaylar hakkında bilimsel olarak tamamen yanlış olan fikir ve anlayışlardır. Kavramsal öğrenme açısından bir konuda hiç bir bilgiye sahip olmamak, o konuda kavram yanlışlığına sahip olmaktan daha iyi olarak düşünülebilir. Öğrencinin sahip olduğu bir kavram yanlışlığını ortadan kaldırarak doğru kavramı kavratma, öğrencinin önceden edindiği yanlış fikirleri ve anlayışı bilinçaltından silmeyi ve doğru kavramı öğretmeyi içeren bir süreci gerektirir. Bir konuda hiç bir fikri olmayan bir öğrenciye konuyu öğretmek kısmen daha kolaydır. Ancak konu hakkında farklı ve yanlış bilgiye sahip öğrencide kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirmek uzunca ve zahmetli bir süreci gerektirir . Bunun için; kavramsal değişim, akran öğretimi, işbirlikli öğrenme vb. özel öğretim yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir.

Fen eğitimi almamış bir kişi çevresinde gerçekleşen olayları, ailesi, çevresi, yazılı ve görsel basın, mitolojik ve özellikle de bilimsellikten uzak diğer kaynakların etkisinde kalarak anlamaya, yorumlamaya ve açıklamaya çalışır. Böylelikle, bireyin zihninde birçok kavram şekillenmeye başlar. Bu kaynaklar bilimsel bir nitelik taşımadığından oluşturulan kavram ve bilgiler yüzeysel ve bilimsel temelden yoksun niteliktedir. Bilimsel temele dayanmayan bu kavram ve bilgiler kavram yanlışları olarak adlandırılmaktadır. Kavram yanlışlığına sahip olan öğrencilerin aldıkları örgün eğitim boyunca bu yanlışların normal olarak azalması beklenmektedir. Ancak bu beklentinin aksine ders kitaplarının ve öğretmenlerin etkisiyle bazen yeni kavram yanlışları da ortaya çıkabilmektedir. Yanlış algılamalar, ön kavramlar, alternatif çerçeveler, alternatif kavramlar, kişisel model ve anlık bilgiler gibi terimler kavram yanlışları yerine kullanılmaktadır (Güneş, 2017a, 2017b)

Öğrencilerde kavram yanlışları okul öncesindeki yaşam döneminde oluşabileceği gibi, eğitim ve öğretim yılı boyunca ilkökul, ortaokul, lise, üniversite ve lisansüstü eğitim olmak üzere örgün eğitimin her seviyesinde şekillenebilir (Güneş, 2017a, 2017b). Bu kavram yanlışları değişime karşı oldukça dirençli olup, kavramsal öğrenmeyi güçleştirirler.

Öğrencilerdeki kavram yanlışları hiç bir zaman sınav yapılarak, deney yaptırılarak veya ev ödevi verilerek düzeltilemez. Sahip oldukları kavram yanlışları ile yüzleşmedikleri ve mevcut bilgileri ile açıklayamayacakları olay ve problemlerle karşılaşmadıkları sürece, kavram yanlışları öğrencilerin zihinlerinde kalmaya devam eder. Bazı sınav soruları ilgili konuda öğrenciler kavram yanlışlığına sahip olsalar bile, çözülebilecek nitelikte olduğu için, öğrenciler mevcut kavram yanlışlarını düzeltme ihtiyacı duymayacaklardır. Bu durum kavram yanlışlığının kalıcı olmasına neden olur. Kavram yanlışlığının düzeltilbilmesi ya

da oluşmasının önlenmesi için, öncelikle yanlışların nedenlerinin ayrıntılı olarak bilinmesi gerekmektedir.

Analoji ve modellerin gerçek açıklamalar olarak düşünülmesi de kavram yanlışlarına sebep olabilmektedir. Örneğin, atom gözle görülemeyecek kadar küçük olduğundan atomun yapısı ilk kez anlatılırken güneş sistemine benzetilerek öğretilmeye çalışılır (Güneş, 2017b). Bu durumda öğrenciler atom ile güneş sistemi arasında bire bir ilişki kurarak önemli kavram yanlışları geliştirebilirler. Bu nedenle, öğretim ortamlarında analogi ve modeller kullanılırken hedef ile model arasındaki benzer yönler ve benzer olmayan yönler açıkça belirtilmelidir.

Kavram yanlışlarının başka bir nedeni de konularla ilgili olarak derinlemesine açıklamaların yapılmaması, yani konuların yüzeysel geçilmesidir. Lise ve üniversitelere yerleştirme sınavlarının içeriği, konuların derinlemesine işlenmesinin önündeki önemli engellerden biri olarak düşünülmektedir. Bu sınavların kısa zamanda çok sayıda soruyu çözme gerektirmesi, öğrencileri konuları ezberlemeye yönlendirmekte ve bunun sonucunda da kavram yanlışları oluşmaktadır (Dönmez, 2011).

Bazı kavram yanlışları da konuşma dilinden kaynaklanabilmektedir. Isı ile sıcaklığın günlük hayatta birbirinin yerine kullanılması, iş kelimesinin günlük hayattaki karşılığı ile fizikteki anlamının farklı olması, bu konularda kavram yanlışlarının oluşumuna neden olmaktadır. Örneğin günlük yaşamda iş sözcüğü bedensel ve zihinsel bütün etkinlikleri ifade ederken, fizikte bir cisme etkiyen kuvvet ile cismin kuvvet yönünde aldığı yolun çarpımı olarak ifade edilmektedir. Duran bir cisme kuvvet uygulayarak yorulan bir kişi iş yapmaktan yoruldu diyebilir, ancak bu kişi cismi hareket ettiremediği sürece fiziksel anlamda iş yapmış sayılmaz. Bu iki farklı kullanım öğrencilerde iş kavramının anlaşılmasında engel oluşturabilmektedir (Güneş, 2017b).

Diğer taraftan dar kapsamlı ve gereğinden fazla yapılan genellemeler de kavram yanlışlarının önemli nedenleri arasında düşünülmektedir (Coştu, Ayas & Ünal, 2007). Okul öncesi düzeyindeki öğrencilerin sadece içebildikleri maddeleri sıvı olarak nitelendirmeleri ve sıvı olduğu halde, içemedikleri maddeleri sıvı olarak düşünmemeleri “sıvı kavramı” ile ilgili olarak bir kavram yanlışlığı oluşmasına neden olmaktadır.

Öğrenmenin ilişkisel doğası dikkate alındığında, kavram yanlışlarının yeni karşılaşılan bilimsel bilgilerin öğrenilmesini engelleyen bir etken olduğu söylenebilir. Bu nedenle etkili bir öğretim için kavram yanlışlarının giderilmesi oldukça büyük önem arz etmektedir. Kavram yanlışlarının düzeltilebilmesi için;

- Öğrencilerin kavram yanlışlarının ve nedenlerinin tespit edilmesi,

- Öğrenciler arasında bir tartışma ortamı yaratılarak sahip oldukları kavram yanılgıları ile yüzleşmelerinin sağlanması,
- Bilgilerin yeniden yapılandırılması ve öğrenciler tarafından özümsemesinin sağlanması gerekmektedir (Clement, 1982).

Genelde karşılaşılan anlayış problemleri Aristo fiziğine bağlıdır. Bu anlayış bilimsel açıklamalardan ziyade gözleme dayanmaktadır.

Aristo fiziği.

Aristoteles (MÖ 384-322), kuvvet ve hareket hakkında kendi gözlemlerine dayalı olarak çeşitli genellemeler yapmıştır. Bu genellemelerden, sunulan çalışma ile ilgili olanlar aşağıdaki gibidir;

- Cisimler ağırlıklarıyla orantılı bir ivmeyle yere düşerler.
- Bir cismin hareket etmesi için ona sürekli bir kuvvet etki etmelidir.

Daha sonraları Galileo tarafından yanlış olduğu ortaya konulan Aristoteles'in kuvvet ve hareketle ilgili bu genellemelerine, günümüzde fizik bilmeyen insanlar bile önsezileriyle ulaşabilirler. Aristoteles'in genellemeleri, günlük yaşama ve algılarımıza o kadar uygundur ki, 1800 yıl boyunca bu genellemelerden şüphe duyulmamıştır. Aristoteles doğal ve zorunlu olmak üzere iki tür hareketin olduğunu kabul etmiştir. Aristoteles'e göre bir dış kuvvetin uygulanması sonucu gerçekleşen hareket zorunlu, kuvvet ortadan kalktıktan sonra nesnenin kendi doğal konumuna doğru yaptığı hareket ise doğal harekettir (Al-Hassani, Woodcock & Saoud, 2006). Ayrıca o dönemlerde yer ve gök kanunlarının farklı olduğu, gök cisimlerinin bulunduğu dünyanın bizim dünyamız gibi kusurlu olamayacağı düşünülmekteydi. Dolayısıyla gök cisimlerinin hareketinin kütle çekimi ile ilgili olmadığı varsayılmaktaydı. Bu yüzden Aristoteles, gök cisimlerinin hareketlerini kütle çekimi ile açıklama gereksinimi duymamıştır (Vigoureux, 2008).

İmpetus fiziği.

İmpetus kavramı, Aristoteles'in, hareketi mutlaka kuvvete bağlı olarak açıklamak istemesinden ortaya çıkmıştır. Aristoteles, atış hareketlerinde cisimle fırlatıcı kuvvet arasındaki irtibat kesildikten sonra, cismin nasıl olup da hemen durmadığını, bir süre daha yola devam ettiğini açıklamakta zorlanmıştır. Aristoteles cismin temas eden kuvvetle irtibatı kesildikten sonraki hareketini, ortamın yani havanın sağladığını düşünmüştür. Ancak bir yandan da kendisinin “Boşlukta hareket olmaz, olsaydı hız sonsuz olurdu, bu da anlamsızdır” düşüncesi ile çelişkiye düşmüştür. Aristoteles'in iddia ettiği gibi boşlukta

hareket sonsuz hızda ise, ortam hareketi engelleyen yani hızı azaltan bir etkindir. Buna göre hareketi engelleyen ortamın aynı zamanda hareketi sağladığını iddia etmek açık bir çelişkidir.

Bu çelişkiyi çözebilmek için Aristoteles'ten sonra gelen düşünürler tarafından impetus kavramı ortaya atılmıştır. Bu kavram 16. yüzyıla kadar hareketi açıklamada kullanılmaya devam etmiştir. İmpetus anlayışının insanın doğaya içgüdüsel bir bakış açısından doğduğu söylenebilir. İmpetus hareket ettirici tarafından nesneye aktarılan hareket etkisidir. Bu anlayışa göre, bir cisim fırlatıldığında onda impetus denen bir kuvvet oluşur, bu zamanla azalır ve bittiğinde cisim durur (Halloun & Hestenes, 1985).

Çalışılan Konu ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Ulusal literatürde yapılan çalışmalar.

Temizkan (2003) 10. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada, cinsiyet farkının kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının, öğrencilerin başarı tutum ve tecrübeleri üzerine olan etkilerine bakmıştır. Bu amaçla “Kuvvet ve Hareket Başarı Testi”, “Temel Mekanik Başarı Testi”, “Kuvvet ve Hareket Konularına Karşı Tutum Ölçeği” ve “Kuvvet ve Hareket Konularına Yönelik Tecrübe Anketi” kullanarak veri toplamıştır. Çalışmada 10 okuldan 20 sınıf seçilmiş ve toplam 651 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür. Her okuldaki iki sınıftan elde edilen başarı testleri sonuçlarına göre öğrenci performansları çok düşük çıkmıştır. Çok değişkenli varyans analizi (**M**ultivariate **A**nalysis **O**f **V**ariance – MANOVA) sonuçlarına göre erkekler lehine impetus, yerçekimi, aktif kuvvet ve direnç kavram yanlışları kategorilerinde anlamlı farklar bulunmuştur. Çok değişkenli kovaryans analizi (**M**ultivariate **A**nalysis of **C**ovariance - MANCOVA) ile yaş, tutum, okul türü, başarı puanları ve tecrübe kontrol edildiğinde ise, direnç ve aktif kuvvet kavram yanlışları kategorilerinde fark ortaya çıkmamıştır.

Kuru ve Güneş (2005) kuvvet konusundaki kavram yanlışlarının tespiti için Ankara'da 8 farklı lisedeki, 456 lise ikinci sınıf öğrencisi üzerine çalışma yapmışlardır. Kavram yanlışlarını belirlemek üzere çoktan seçmeli 23 soruluk 2 kavram yanlışlığı testi geliştirilmiştir. Seçeneklerin sonuna “Neden” sorusu sorularak, verilen cevapların daha derinlemesine açıklaması alınmıştır. Bu testlere verilen cevapların madde analiz sonuçları dikkate alınarak, 20 maddeden oluşan yeni bir, çoktan seçmeli test geliştirilmiştir. Sorularla doğrusal hareket, dairesel hareket, Newton'un hareket yasaları ve bazı kuvvetler (yer çekimi, merkezci kuvvet, vb.) ile ilgili kavramlar ölçülmüştür. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre, kavram yanlışlarına sahip öğrenci oranları yüzdelik değerler ile verilmiştir. Ünite işlendikten sonra yapılan bir çalışma olmasına rağmen elde edilen sonuçlar, öğrencilerin sahip olduğu çok

sayıda kavram yanlışlığını tespit etmiştir. Sonuçlara örnek olarak en fazla kavram yanlışlığı “Bir cisim atıldığı zaman, harekete neden olan kuvvet, cisme hareketi boyunca devam eder” olarak öğrencilerin %71’inde görülmüştür. En az kavram yanlışlığı ise öğrencilerin %12’sinin sahip olduğu “Ağırlık, madde miktarıdır” kavram yanlışlığıdır.

Soner (2006) yüksek lisans tezinde, fizik dersi alan lisans öğrencilerinin kuvvet ve hareket konuları ile ilgili kavram yanlışlıklarını ölçmüştür. 2005-2006 eğitim öğretim yılında dersi alan farklı branşlardaki öğrencilerin; cinsiyet, fakülte ve puan türüne göre sahip oldukları kavram yanlışlıkları incelenmiştir. 30 soruluk Kuvvet ve Hareket Başarı Testi 519 öğrenciye uygulanmış, sonrasında bu teste paralel olarak hazırlanan beş açık uçlu soru ise rastgele seçilen 47 öğrenciye konu anlatımından önce ve sonra olmak üzere iki kez uygulanmıştır. İstatistiksel olarak sonuçlar Ki-kare (χ^2) analiz tekniği kullanılarak yorumlanmıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre seçilen değişkenlerle (cinsiyet, fakülte ve puan türü) kavram yanlışlıkları arasında bir ilişki ortaya çıkmıştır. Özetle erkek öğrenciler kız öğrencilere göre, sayısal puan türüne sahip öğrenciler ise eşit ağırlık puan türüne sahip öğrencilere göre testte daha başarılı olmuşlardır. Fakülte bazında ise fen fakültesi öğrencileri ve bölüm olarak matematik bölümünde okuyan öğrenciler, testteki doğru cevap yüzdesi en yüksek öğrencilerdir.

Yıldız ve Büyükkasap (2006) Atatürk Üniversitesi Fizik bölümü ve Fizik öğretmenliği 1 sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlıklarını ve bu öğrencilerin derslerine giren öğretim elemanlarının, bu kavram yanlışlıkları ile ilgili farkındalıklarını araştırmışlardır. Bu amaçla 149 öğrenci (51 bayan, 98 erkek) ve 20 öğretim elemanı çalışmanın katılımcılarını oluşturmuştur. Üç aşamalı açık uçlu 5 soru ile öğrencilerin kuvvet ve hareket hakkındaki yanlış kavramları incelenmiştir. Öğretim elemanları ile yapılan görüşmelerle de, öğrencilerin bu sorular için verecekleri cevapları tahmin etmeleri istenmiştir. Literatür temel alınarak yeniden düzenlenen üç aşamalı sorular 25 dakika süre verilerek öğrencilere uygulanmıştır. Öğrenci cevapları, cevapların gerekçeleri ve cevaptan ne kadar emin oldukları ile ilgili sonuçlar, frekans ve yüzdelere hesaplanarak tablo haline getirilmiştir. Öğretim elemanlarının görüşleri de yüzdelere halinde verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlıklarına ait örnekler içinde öğrencilerin çoğunluğu (N=102, %68,4) “tenis topuna maksimum yükseklikte etkiyen kuvvet sıfırdır/yoktur” cevabını vermiştir. En az yanlışlığı ise 2 (%1,3) öğrencide dairesel hareket/kuvvet kavramında “aynı yörüngede aynı yönde; içe doğru dairesel bir yol izler” kavram yanlışlığında ortaya çıkmıştır. Öğrenci cevaplarıyla karşılaştırıldığında, öğretim elemanlarının tahminlerinin farklı olduğu çalışma sonuçlarından biridir.

Çopur (2008) Fizik 1 dersini alan öğrencilerin kavram yanlışlarını tespit etmek ve işbirlikli öğrenme yönteminin bu kavram yanlışlarını düzeltmedeki etkisini tespit etmek için, Newton'un Hareket Kanunları konusu üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmaya 2006-2007 yılı Gazi Üniversitesi 1. Sınıfında okuyan 40 lisans öğrencisi katılmıştır. Deney ve kontrol grubu olarak ayrılan öğrencilere iki aşamalı toplam 8 maddeli bir kavram yanlış testi uygulanmıştır. Bu testin geliştirilmesinde literatürdeki bilinen kavramsal testlerden (Hestenes, Wells & Swackhamer, 1992) Kuvvet Kavramı Envanteri'nden yararlanılmıştır. Bu test ile ele alınan konular; eylemsizlik, kuvvet-hız ilişkisi ve etki-tepkidir. Deney grubu öğrencileri işbirlikli öğrenme yöntemine dayalı ders işlerken, kontrol grubu öğrencileri geleneksel öğretim yöntemiyle ders işlemişlerdir. Bağımsız t-testi analiz sonuçlarına göre kavram yanlışlarının düzeltilmesinde işbirlikli öğretimin deney grubu lehine olumlu etkisi ortaya çıkmıştır ($t=2,54$; $p=0,016$). Yöntem ile ilgili öğrenci görüşlerine bakıldığında, yöntemin derse karşı ilgiyi arttırdığı, konunun daha iyi kavranmasına yardımcı olduğu ve öğrenmede kalıcılığı sağladığı görülmüştür.

Nuhoğlu (2008) tarama modeli yöntemi kullanarak yaptığı nicel araştırmasında, Çankırı ilindeki 3 farklı ilköğretim okulundaki 125 öğrencinin kuvvet ve hareket konularındaki kavram yanlışlarını test etmiştir. İlköğretim Fen ve Teknoloji dersinde 4, 5, 6, 7 ve 8 sınıflarda okutulan fiziksel olaylar başlığındaki kuvvet ve hareket konusu incelenmiştir. Sürtünme ve yerçekimi kuvveti ile hareket ve kuvvet arasındaki ilişkileri sorgulayıcı bir açık uçlu soru kullanılmıştır. Öğrenci cevapları sınıf düzeylerine göre gruplandırılmış ve betimsel istatistik yöntemi ile analiz edilmiştir. Yüzde ve frekans hesaplamalarıyla incelenen sorular için doğru cevap sayısı, sınıf seviyesine göre yüzde olarak en düşükten en yükseğe 8, 6, 4, 5 ve 7. Sınıflar olarak bulunmuştur. Çalışma sonuçları, her sınıf seviyesinde bu konular hakkında öğrencilerde kavram yanlışları olduğunu göstermiştir.

Karaçam (2009) 190 üniversite öğrencisi ile yaptığı çalışmada, kuvvet ve hareket konularındaki kavramsal anlama ve farklı tipte soru çözümünde kullanılan bilişsel ve üstbilişsel stratejilerin analizini yapmıştır. Kavramsal anlayış açık uçlu ve çoktan seçmeli iki test ile ölçülmüştür. Bu testlerden seçilen 6 soru ile katılan 17 öğrencinin bilişsel ve üstbilişsel stratejileri, sesli düşünme tekniği kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. Çalışmada nicel ve nitel yöntemlerden oluşan çoklu yöntem kullanılmıştır. Çoktan seçmeli test olarak (Hestenes vd., 1992) tarafından geliştirilen Kuvvet ve Hareket Başarı Testi (Force Concept Inventory - FCI) kullanılmıştır. Yedi soruluk açık uçlu test ise araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Açık uçlu testteki konu içeriği kinematik, Newton yasaları, alan kuvvetleri ve sürtünme kuvvetidir. Analiz sonuçlarına göre, öğrencilerin her iki test ile ortaya çıkan kavramsal anlamalarında

farklılıklar vardır. Soru çözümünde ise öğrencilerin değişik bilişsel ve üstbilişsel stratejiler (ör: lokal ve bütüncül stratejiler) kullandığı görülmüştür.

Günaydın (2010) çalışmasında yedi farklı ilköğretim okulunda okuyan 6. sınıf öğrencilerinin, kuvvet ve hareket konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemiştir. Araştırmacı tarafından çoktan seçmeli sorulardan oluşan iki kavram yanlışlığı testi kullanılmıştır. İki test toplamda 466 öğrenciye uygulanmıştır. İki testten elde edilen veriler ile elde edilen son test 33 sorudan oluşmuştur. Analizler için t-testi, Kruskal-Wallis ve oneway testleri kullanılmıştır. İlişkisel yöntem kullanılan çalışma sonuçlarına göre konuya özel olarak öğrencilerde hareket, kuvvet, sürat, kütle konularında farklı kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bazı değişkenler açısından etkileri incelendiğinde ise, cinsiyet ile kavram yanlışlığı arasında ilişki çıkmazken; yaş, aile eğitim durumu gibi değişkenlerle öğrencilerin kavram yanlışları arasında anlamlı derecede ilişki ortaya çıkmıştır.

Dönmez Usta ve Kasap (2013) Türkiye’de Kuvvet ve Hareket konusuyla ilgili, 2000-2012 yılları arasında yürütülen 42 adet yüksek lisans ve 8 adet doktora tezi olmak üzere toplam 50 çalışmayı incelemişlerdir. Doküman analizi yöntemine göre incelenen çalışmalarda anahtar kelimeler “kuvvet ve hareket”, “kuvvet” veya “hareket”tir. İçerik analizi sonuçlarına göre 2007 (6 yüksek lisans, 2 doktora) ve 2008 (yedi yüksek lisans, bir doktora) en fazla çalışmanın yapıldığı yıllardır. 2000 ve 2001 yıllarında bu konu ile ilgili yayınlanmış bir tez bulunmamaktadır. Araştırma gruplarına göre en fazla ilköğretim (N=34), en az ise ortaöğretim (N=4) öğrencileri ile çalışmalar yapılmıştır. Üniversite öğrencileri ile yapılan 2003’te bir, 2006’da üç, 2007’de iki, 2009’da iki, 2010’da bir, 2011’de iki ve 2012’de bir adet olmak üzere toplam 12 adet çalışma yapılmıştır. Araştırma yöntemleri bakımından ise en fazla deneysel (27), en az ise birer çalışmayla nitel araştırma, materyal geliştirme, eylem ve aksiyon araştırması yapılmıştır. Nicel ve nitel yöntemlerin kullanıldığı toplam iki çalışma vardır. En çok kullanılan veri toplama araçları ise, kullanım sırasına göre testler ve mülakatlardır. Yine video, çalışma yaprağı, motivasyon, tutum ve kaygı ölçekleri kullanılan ölçme araçları arasındadır.

Çıbık, Bayram ve Bezci (2015) tarafından yapılan çalışmada 9-10-11. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket konusunu kavramsal anlayışları ve bu konudaki tutumlarının; sınıf, cinsiyet ve sınıf seviyesi bakımından incelenmesi yapılmıştır. Betimsel model kullanılan çalışmada 110 lise öğrencisine Hestenes vd.’nin (1992) Kuvvet ve Hareket Başarı Testi ile Gökalp’in (2011) kuvvet ve hareket konusuna yönelik tutum ölçeği uygulanmıştır. Sonuçlara göre öğrencilerin anlayışları ortalama puanlara bakıldığında bir hayli düşüktür [$X_{(ort)}=8.91$]. Sınıf seviyesi yönünden 9. sınıfların 10 ve 11. sınıflara göre daha

iyi olduğu gözlemlenmiştir [$X_{(ort-9)}=11.06$]. Aynı sonuç tutum ölçeği içinde bulunmuştur. Araştırma sonunda elde edilen bulgular incelendiğinde, öğrencilerin bu konuya ilişkin kavramsal anlayışlarının ortalama puan açısından düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Diğer yandan testten alınan puanların sınıf düzeyine göre değişimi incelendiğinde, 9. sınıftaki öğrencilerin bu konudaki kavramsal anlayışlarının 10. ve 11. sınıftaki öğrencilere göre daha iyi seviyede olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu konuya ilişkin tutumlarındaki değişimde benzer sonuç elde edilmiş, 9. sınıftaki öğrencilerin tutumları diğer sınıf düzeylerine göre yüksek çıkmıştır [$X_{(9.sınıf)}=3.06$]. Cinsiyet açısından ise, erkek öğrenciler lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Tutumun 9. ve 11. sınıflarda erkek öğrenciler lehine olduğu, 10 sınıfta ise tutumun cinsiyete göre değişmediği bulunmuştur. Sınıf seviyesi gözetmeksizin öğrencilerin kavramsal anlayışlarının, konuya karşı tutumları ile orta düzeyde pozitif anlamlı bir ilişkisi olduğu bulunmuştur.

Uluslararası literatürde yapılan çalışmalar.

Gunstone (1987) öğrencilerin mekanik konusundaki anlamalarını ortaya çıkarmak için, 5500 lise öğrencisine yıl sonunda fizik sınavı uygulamıştır. 80 soruluk sınav çoktan seçmeli ve kısa problemlerden oluşmaktadır. Kuder-Richardson 20 (KR-20) formülüne göre hesaplanan bu sınavın geçerliliği, 0,2 ve 0,95 arasında bulunmuştur. Öne çıkan öğrenci düşünceleri içerisinde en dikkat çeken “cismin hareketini devam ettirmek için hareket yönünde bir kuvvete ihtiyaç olduğu” düşüncesidir. Çalışma sonuçlarına göre; öğrencilerin kendilerine yakın bağlamlarda sorulan sorulara daha aşına olduklarından, doğru analiz yapabildikleri görülmüştür. Öneri olarak derslerde gösteri deneyleri kullanmak ve bu deneyleri tahmin et-gözlemle-açıkla aktiviteleriyle desteklemenin, öğrencinin kavramları daha iyi algılaması ve ifade etmesine katkı sağlayacağı ifade edilmiştir.

Sadanand ve Kess (1990) çalışmalarında lise fizik öğrencilerine kavramsal sorulardan oluşan bir anket uygulayarak, öğrencilerin sahip olduğu ortak kavram yanlışlarını belirlemişlerdir. Bu amaçla mekanik konusundaki inanışlar için 57 öğrenciye çoktan seçmeli bir anket verilmiştir. Kuvvet kavramı ile ilgili sorular “kuvvetlerin doğası ve yönü” ile “belli bir zamanda bir sistemin hareketi” olarak iki farklı kategoride ayrılmıştır. Öğrenci cevaplarından çıkan sonuçlara göre öğrenciler “Sabit hareketi sağlamak için sabit bir kuvvet gereklidir” gibi bir düşünceye sahiplerdir. Anket sonuçları ve elde edilen inanışlar aşağıdaki gibidir;

- Normal bir durum gibi pasif bir kuvvetin farkına varılmasının eksikliği
- Cismin hareketini sürdürmek için bir cisme bir kuvvet etki etmesinin gerekliliği

- Bu kuvvetin ivmesinden çok hızı ile ilişkili olması fikri
- Hızdaki değişimin kuvvetteki değişim ile ilişkisi fikri

Yazarlar sonuçlara dayanarak öğrencilerin sezgisel inanışlarının, muhakeme gerektiren sorularla ortaya çıkarılmasını önermektedirler.

Savinainen ve Scott (2002) kuvvet ve hareket ile ilgili üst sınıf ortaokul öğrencilerinin anlayışlarını test etmek ve öğrencileri değerlendirmek adına, Kuvvet ve Hareket Başarı testini uygulamışlardır. Ayrıca mekanik konularını öğretmede yeni bir öğretim yaklaşımının (Etkileşimli Kavramsal Öğretim) değerlendirilmesi de bu çalışma ile yapılmıştır. Bu yaklaşımın ana öğeleri; kavramsal odaklanma, sınıf etkileşimleri, araştırma temelli materyaller ve metin kullanımıdır. Çalışmaya 16 yaşındaki 24 Finlandiyalı öğrenci katılmıştır. Araştırmanın sonucunda ön-test ortalaması %28, son test uygulaması ortalaması %69 bulunmuştur. Normalleştirilmiş kazanç skoru (g) ise öğretimin sonunda 0,57 (orta düzey) ve etki büyüklüğü $d = 2,6$ (yüksek düzey) olarak hesaplanmıştır. Soru bazında ortalama puanlar incelendiğinde ise, Newton'un 2. yasası ile soruda, öğretimin etkisi düşük çıkmıştır ($g=0,14$). Yine öğrencilerin iki boyutlu hareket ile ilgili birtakım zorluklara sahip olduğu bulunmuştur.

Jimoyiannis ve Komis (2003) çalışmalarında 15-16 yaş grubundaki farklı 6 lisede okuyan 146 öğrenciye (83 erkek, 63 kız) bir anket uygulamışlardır. Bu çalışmanın temel amacı kuvvet ve hareket konusundaki öğrencilerin sahip olduğu fikir veya zorlukları incelemek ve öğrencilerin bu konulara ait zihinsel modellerini ortaya çıkarmaktır. Diğer bir amaç ise, öğrencileri sahip oldukları alternatif kavramlara göre nasıl gruplandıklarını göstermektir. Araştırmada kullanılan veri toplama aracı üç bölüme sahip açık uç temelli sorulardan oluşan ankettir. Çoklu analiz sonucuna göre verilen durumlarla ilgili üç ayırt edilebilir öğrenci grubu ortaya çıkmıştır:

1. Orijinal kuvvet hareketi sırasında topa sürekli olarak uygulanır inancını taşıyan öğrenciler,
2. Üç durum içinde doğru cevaplar veren öğrenciler
3. Yerçekimi kuvvetinin varlığını göz ardı eden ve/veya etki-tepki kuvvetlerinin hareketli topa da uygulandığı inancını taşıyan öğrenciler.

Uygulanan üç bölüm içinde öğrencilerin %68,5'i ilk, %52,8'i ikinci ve %69,9'u üçüncü bölümde "hareketi sürdürmek için hareket yönünde bir kuvvetin olması gerekir" inancını taşımaktadırlar.

Lark (2007) mekanik konusunda 4. ve 6. Sınıf öğrencilerinin bilgilerini araştırmıştır. Kuvvet ve hareket konusunda bilinen kavram yanlışları göz önüne alınarak, bir ders içeriği

geliştirilmiştir. Ön-son test olarak yapılan mülakatlarla, öğrencilerdeki kavramsal değişim ortaya çıkarılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre sürtünme, cismin hareketini durduran kuvvetler, hareketin değişmesine neden olan farklı yolları anlama, hareketi değiştirici kuvvetler ile ilgili konularda başarılı olarak değişim gözlenmiştir. Buna rağmen, son görüşme neticesinde bile, hareket halindeki cismin hareketine devam etmesi ile ilgili “itme kuvveti” veya “cismi hareket ettiren bazı dış kuvvetler” gerektiği cevapları öğrencilerden gelmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, zamanla bu kavram yanlışlarının değiştiği görülmüştür.

Ishimoto (2010) fiziğe giriş seviyesinde mekanik dersini alan Japon mühendislik öğrencilerin, kuvvet ve hareket ile ilgili ön bilgilerini, çoktan seçmeli Thornton ve Sokoloff (1998) tarafından geliştirilen “Kuvvet ve Hareket Kavramsal Değerlendirme” testi ile ölçmüştür. Bu test Newton’un hareket yasaları ve enerji korunumu ile ilgili sorular içermektedir. Öğrenci cevaplarının analizi; hız, ivme, Newton’un 1. ve 2. Yasası, Newton’un 3. Yasası ve enerji korunumu olarak kategorilere ayrılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrenciler arasında, Newton’un 1. ve 2. kanunu ile ilgili $F \propto mV$ mental model olgusu oldukça yaygın olarak ortaya çıkmıştır. İki cisim arasındaki çarpışmalarla ilgili; kütleye bağımlı model ile harekete bağımlı model olarak öğrenci ön kavramları kategorize edilmiştir. Soru bağlamlarının bu kategorize şekillerinin ortaya çıkmasında önemli olduğu görülmüştür.

Zhou, Zhang ve Xiao (2015) yaptıkları çalışmada yerçekimi etkileşimi durumlarında, Newton’un 3. Yasasındaki kuvvet çiftleri ile ilgili öğrencilerin karşılaştıkları zorlukları ortaya çıkarmışlardır. Yerçekimi olan ve olmayan bağlamlarla ilgili 8 soru, 217 ortaokul, lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilere uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bütün sınıf seviyelerindeki öğrencilerde istatistiksel olarak, yerçekimi etkileşimli durumları analiz etmede ve etkileşimli kuvvetlerle dengelenmiş kuvvetleri ayırt etmede genel sıkıntılar ortaya çıkarılmıştır. Bağlamdan bağımsız olarak Newton’un 3. yasasındaki kuvvet çifti ile ilgili öğrenci açıklamalarının, sınıf seviyesi arttıkça orantılı olarak arttığı görülmüştür.

Bani-Salameh (2016) çalışmasında öğrencilerin Newton kavramları ile ilgili yanlış anlamalarını değiştirmede, mekaniğe giriş dersinin etkisini incelemiştir. Liseden sonraki ilk fizik derslerini alan 341 üniversite öğrencisine, Kuvvet ve Hareket Başarı testini, ön ve son testler olarak iki kez uygulamıştır. Öğrenciler daha fazla kavramsal anlamaya dayalı ve daha az matematik işlem içeren dört kredilik, haftada dört saatlik ve laboratuvarı olmayan bir ders görmüşlerdir. Bilinen kavram yanlışlarını ve 30 soruluk Kuvvet ve Başarı testinden gelen en baskın olan, yanlış cevapları incelemiştir. Ön-test sonuçlarına göre; öğretimin etkisine rağmen değiştirilemeyen ve sık rastlanan kavram yanlışlarını belirlemiştir. Analiz sonuçlarına göre

genel anlamda öğrenci başarısında bir gelişme görülmüş, fakat öğretimle değişmeyen ve değişime oldukça dirençli kavram yanlışlarının olduğu bu çalışma ile ortaya çıkmıştır.

Literatür özeti.

Ulusal literatüre bakıldığında lise seviyesinde bulunan öğrencilerle yapılan çalışmaların fazla olduğu görülmektedir. Lisans seviyesinde de fen fakültesi fizik ve eğitim fakültesi fizik öğretmenliği adayları ile çalışmalar yürütülmüştür. Yapılan çalışmalarda ise deneysel çalışmalar ağırlıkta olup, bu çalışmalarda da farklı değişkenler (tutum, cinsiyet v.b.) incelenmiştir.

Uluslararası literatürde ulusal literatürden farklı olarak daha alt eğitim seviyesine sahip bireylerle de kavram yanlışları çalışılmıştır. Veri toplamada çoktan seçmeli ve kavramsal sorulardan oluşan anketler kullanılmış olup, bu çalışmalarda da deneysel çalışmalar ağırlıktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada, Fen bilgisi öğretmeni adaylarının kuvvet ve hareket konuları ile ilgili kavramları anlayışlarını belirlemek ve kavram yanlışlarını tespit etmek amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşabilmek için uygulanan yöntemler bu bölümde açıklanmıştır. Bu kapsamda, araştırma yöntemleri, veri toplama kaynakları ve verilerin analizine ilişkin açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

Bu çalışma, nitel araştırma yaklaşımına göre tasarlanmıştır. Nitel araştırma yaklaşımında kavramlar ve anlamlar üzerinde yoğunlaşma esas alınmaktadır. Bu yolla olguların ve kavramların bütün açılardan derinlemesine irdelenmesi amaçlanmaktadır. Nitel araştırmada sayılar veya istatistikler yerine kişilerin bakış açıları, yorumları, olay ve olgulara yükledikleri anlamlar üzerinde durularak, problem durumu bütün ayrıntılarıyla ortaya konulur. Nitel araştırmada sosyal çevre, süreç ve algılar bir arada bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak irdelenir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2015). Nitel araştırma yaklaşımının problem durumuna göre farklı araştırma yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada örnek olay yöntemi (özel durum çalışması) kullanılmıştır. Özel durum çalışmasında kendine has özellikleri olan bir olayın veya durumun ayrıntılı olarak irdelenmesi amaçlanmaktadır. Özel durum; tek bir kişi, bir grup insan, bir sınıf, bir süreç, bir program veya bir kurum olabilir. Özel durum çalışmasının en önemli avantajı ele alınan olgunun veya durumun bütün ayrıntıları ile derinlemesine irdelenmesidir (Yıldırım & Şimşek, 2005). Özellikle kişisel olarak gerçekleştirilen çalışmalarda bu yöntemin uygun olduğu ilgili literatürde belirtilmektedir (Azar & Çepni, 1999). Bu çalışmada da 2016-2017 yılı Atatürk Üniversitesi fen bilgisi öğretmenliği 2. Sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konularındaki fizik kavramları derinlemesine irdelenmiştir.

Özel durum çalışmalarındaki temel hedef, bazı genel teorileri açıklığa kavuşturmak için incelenen özel durumları etraflıca tanımlamaktır. Örnek olay yöntemi, araştırma yöntemlerinin tümünü kapsayan bir şemsiye gibidir ve incelemesini, belirlenmiş bir özel durum etrafında derinlemesine yapar. Yani özel bir durumu sistemli bir şekilde araştırmaktadır. Burada veriler sistematik bir şekilde toplanır ve değişkenler arasında ilişki

kurulmaya çalışılır. Özel durum çalışmaları faktörlerin ve delillerin birbiriyle olan ilişkilerini inceler. Özel durum çalışmasında bütün araştırma yöntemleri değişik şekillerde kullanılmaktadır (Azar & Çepni, 1999).

Araştırma Grubu

Bu araştırma, Atatürk Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ikinci sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Çalışmada, Fen Bilgisi Öğretmenliği programında ikinci sınıfta öğrenim gören 92 öğrenciye, 20 sorudan oluşan kuvvet ve hareket başarı testi uygulanmıştır. Çalışmanın araştırma grubunu oluşturan bu 92 öğrencinin, cinsiyet değişkenine göre sayıları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. *Araştırma Grubu Kapsamında Öğrencilerin Cinsiyet Dağılımı*

Cinsiyet	Öğrenci Sayısı
Kız	75
Erkek	17

Ayrıca çalışma kapsamında yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Çalışmanın araştırma grubunu oluşturan Fen Bilgisi Öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerinden başarı durumları göz önüne alınarak sınıf seviyesini temsil edecek yedi öğrenci seçilmiştir.

Bu öğrenciler birinci sınıfta kuvvet ve hareket ile ilgili kavramları da içeren, Genel Fizik-I ve Genel Fizik Laboratuvarı-I derslerini almışlardır. Bu dersler Yer Değiştirme ve Konum, Hız ve İvme, Atış Hareketleri, Dairesel Hareket, Bağlı Hareket, Newton Kanunları, Newton Kanunlarının Uygulamaları, Kuvvetler, Sürtünme gibi konuları içermektedir.

Veri Toplama Araçları

Kuvvet ve hareket başarı testi (Force concept inventory-FCI).

Bu çalışmada, kuvvet ve hareket konuları ile ilgili kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla; ilk olarak Hestenes vd., (1992) tarafından 29 madde olarak geliştirilen ve Halloun, Hake, Mosca ve Hestenes (1995) tarafından gözden geçirilerek, soru sayısı 30’a genişletilmiş olan “Force Concept Inventory (FCI)” kavram testinden yararlanılmıştır.

Test, kapsamlı bir şekilde fiziğe giriş kavramlarıyla ilgili sağduyuya dayalı kavram yanlışlarını ortaya çıkarmadaki rolü sayesinde, fizik eğitiminde liseden üniversite seviyesine kadar kullanım alanı bulmaktadır. Bu ölçeğin Türkçe çevirisi Temizkan (2003) tarafından yapılarak, Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0,74 olarak bulunmuş olup, orijinal testin içerdiği konular Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. *Kuvvet ve Hareket Başarı Testi'nin İçerdiği Konular (Karaçam, 2009)*

Konular	İçerik
Kinematik	- Konumdan hızı bulma - Hızdan ivmeyi bulma - Sabit ivmeli hareket - Parabolik yörünge - Hız değişimi - Hızların toplamı
Newton'un 1. yasası	- Kuvvetsiz hareket - Sabit yönlü hız - İvmesiz hareket - Kuvvetin etkisinin çıkartılması
Newton'un 2. yasası	- İtici etki - Sabit ivmenin sabit kuvvet ile oluşturması
Newton'un 3. yasası	- İtici kuvvetlerde - Devamlı kuvvetlerde
Süperpozisyon prensibi	- Vektör ekleme - Kuvvetin etkisinin çıkartılması
Kuvvet Tipleri	- Değme kuvvetleri - Aktif olamayan Kuvvetler - İtici etki - Harekete ters yönde sürtünme - Akıcı kuvvetler - Hava sürtünmesi - Yer-Kütle çekimi - Ağırlıkla ivmelenme - Parabolik yörünge

Bu çalışmada, FCI testinde benzer yanılgıları sorgulayan 10 soru (2, 3, 7, 14, 18-24) değerlendirme dışı bırakılarak, 20 soru üzerinden değerlendirme yapılmıştır (**EK 1**). Kuvvet ve hareket konuları ile ilgili 20 bu soru, yerçekimi, etki-tepki kuvvet çiftleri, aktif kuvvet, impetus, etkilerin birleştirilmesi, direnç kuvveti, kinematik ve hareket üzerindeki diğer etkiler kavramlarını kapsamaktadır. 20 soruluk bu testin güvenirlik katsayısı olan Cronbach alfa değeri 0,72 olarak bulunmuştur.

Yarı yapılandırılmış mülakat.

Mülakat, belirli amaçlar için insanlarla iletişime girmek olarak tanımlanmaktadır. Mülakatın amacı, görüşme yapılan kişilerin araştırılan konu hakkındaki duygu, düşünce ve inançlarını ortaya çıkarmaktır. Mülakatlar yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere üç farklı şekilde yapılabilmektedir (Denzin & Lincoln, 2011). Bu çalışmada öğrencilerle yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakat sırasında öğrenciler yazılı olarak ifade edemediklerini, sözlü olarak dile getirme imkânı bulmuşlardır.

Mülakatlar yaklaşık olarak 30 dakika sürmüş ve öğrencilerin cevapları izinleri sonrası, ses kaydedici ile alınmıştır.

Yarı yapılandırılmış mülakatlarla öğrencilerin kuvvet ve hareket konuları ile ilgili anlayışları daha derinlemesine sorgulanmıştır. Bu derinlemesine mülakatlar yardımıyla, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmada yedi öğrenciyle yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Öğrencilere kuvvet ve hareket konusundaki kavramlarla ilgili on dört tane soru sorulmuştur (EK 2).

Verilerin Analizi

Bu araştırmada uygulanan testin analizinde basit istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Kullanılan testteki her bir sorunun öğrenciler tarafından doğru cevaplanma oranı hesaplanarak, tablo halinde sunulmuştur. Ayrıca, öğrencilerin cevaplarından hareketle sahip oldukları kavram yanlışları ve bu yanlışların yüzdeleri belirlenerek, tablo haline getirilmiştir. Kavram yanlışları belirlenirken yaygınlık düzeyine bakılmıştır. Öğrencilerin sorulardaki bütün şıklara verdikleri cevapların yüzdeleri belirlenerek kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Çalışmada yedi öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Verilerin analizi için ses kayıtları öncelikle metine çevrilmiş, daha sonrasında ise betimsel analiz yapılmıştır. Analizler yapılırken öğrencilerin kendi ifadelerine sadık kalınmıştır. Ayrıca mülakat sırasında öğrencilere yaptırılan çizimler taranarak, olduğu gibi verilmiştir. Mülakat bulguları verilirken isimler verilmeden, her bir öğrenci için “Öğrenci 1-7” olarak tanımlanan kodlar kullanılmıştır. Bu şekilde kuvvet ve hareket konusu ile ilgili kavram yanlışlarının muhtemel nedenleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Veriler uygun kategorilere ayrılarak kavram yanlışları öğrenci sayıları üzerinden verilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde; çalışma kapsamındaki bütün öğrencilere uygulanan çoktan seçmeli kuvvet ve hareket başarı testi ve başarı testi sonuçlarına göre belirlenen yedi öğrenci ile yapılan, yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular sunulmuştur.

Kuvvet ve Hareket Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular

Çalışma grubuna uygulanan kuvvet ve hareket testindeki her bir sorunun öğrenciler tarafından doğru cevaplanma yüzdeleri hesaplanarak Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Kuvvet ve Hareket Başarı Testi Doğru Cevaplanma Yüzdeleri

Soru	Doğru Yüzdesi	Soru	Doğru Yüzdesi	Soru	Doğru Yüzdesi	Soru	Doğru Yüzdesi
1	19,6	6	40,2	11	10,9	16	38,0
2	18,5	7	33,7	12	53,3	17	4,3
3	32,6	8	46,7	13	1,1	18	8,7
4	23,9	9	35,9	14	22,8	19	19,6
5	6,5	10	16,3	15	14,1	20	4,3

Tablo 3’den görüldüğü üzere kuvvet ve hareket testinde yer alan yirmi sorudan bir tanesi (12. Soru) hariç diğer bütün soruların doğru cevaplanma yüzdeleri %50’nin altında bulunmuştur. Başka bir ifade ile neredeyse soruların tamamına, öğrencilerin yarısından fazlası yanlış cevap vermişlerdir. Hatta testteki soruların oldukça önemli bir kısmında (on üç soru) doğru cevaplanma yüzdesi %30’dan daha az olmuştur. Bu testteki soruların seçeneklerinde doğru cevap dışındakiler bir kavram yanlışlığına karşılık geldiği için, bu bulgular öğrencilerin kuvvet ve hareket konusunda oldukça yaygın kavram yanlışlıklarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır.

Kuvvet ve hareket testindeki her bir soruda doğru cevap dışındaki seçeneklerin öğrenciler tarafından tercih edilme yüzdelerinin hesaplanması yoluyla, öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlıkları belirlenmiştir. Tespit edilen bu 40 farklı kavram yanlışlığı Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Kuvvet ve Hareket Konuları ile İlgili Tespit Edilen Kavram Yanılgıları

Numara	Kavram Yanılgısı	Yüzde
1	<i>Yeryüzüne yakın belirli bir yükseklikten serbest düşmeye bırakılan cisimlerin yere düşme süreleri, ağırlıkları ile ters orantılıdır. (1A)</i>	31,5
2	<i>Yeryüzüne yakın belirli bir yükseklikten serbest düşmeye bırakılan cisimlerden ağır olan daha önce yere düşer. Ancak düşme süreleri ile ağırlıkları arasındaki ilişki hakkında bir şey söylenemez. (1D)</i>	39,1
3	<i>Kütleleri farklı olan iki cismin merkezi çarpışması durumunda, büyük kütleli cismin uyguladığı kuvvet daha fazladır. (2A)</i>	67,4
4	<i>Hareket halindeki bir cismin hareketini sürdürebilmesi için, hareket yönünde net bir kuvvetin etkisi altında olması gerekir. (3C,D)</i>	54,4
5	<i>Dairesel hareket yapan bir cisme, net olarak hareket yönünde ve hareket yönüne dik merkez kaç kuvveti etki eder. (3E)</i>	34,8
6	<i>Bir cisme dairesel hareket yaptıran şartların ortadan kalkması durumunda, cisim dairesel hareketini sürdürme eğilimindedir. (4A)</i>	43,5
7	<i>Bir cisme dairesel hareket yaptıran şartların ortadan kalkması durumunda, cisim merkez kaç kuvvetinin etkisi ile merkezden dışarıya doğru savrulur. (4C)</i>	16,3
8	<i>Sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cisim anlık olarak etki eden kuvvetin yönünde hareketini sürdürür. (5A)</i>	21,7
9	<i>Sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cisim anlık olarak etki eden bu kuvvetin kazandırdığı hız ile ilk hızının bileşkesi yönünde hareket kazanır, ancak daha sonra ilk hareketine geri dönme eğilimi gösterir. (5E)</i>	18,5
10	<i>Sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cisim ilk hızından bağımsız olarak sadece sonradan anlık olarak etki eden bu kuvvetin kazandırdığı hız yönünde hareket eder. (6B)</i>	32,6
11	<i>Sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cismin yeni hızı iki hızın aritmetik olarak toplamına eşit olur. (Hız vektörel değil, skaler bir büyüklük olarak düşünülmektedir.) (6C)</i>	18,5
12	<i>Sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cismin hızı bir süre için artar, sonra azalır. (7D)</i>	59,8
13	<i>Sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cismin hızı bir süre için sabit kalır, sonra azalır. (7E)</i>	16,3

Tablo 4. (Devamı)

Numara	Kavram Yanılgısı	Yüzde
14	<i>Sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cisme yerçekimi kuvvetinin yanında, hareket yönünde yatay bir kuvvet de etki eder. (8B)</i>	23,9
15	<i>Sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cisme yerçekimi kuvveti ve yüzey tarafından etkiyen kuvvetin yanında, hareket yönünde yatay bir kuvvet de etki eder. (8C)</i>	57,6
16	<i>Belirli bir yükseklikten yatay olarak atılan bir cisim bir süre yatay olarak hareket ettikten sonra, yer çekimi kuvvetinin etkisinde kalır. (9C,D,E)</i>	38,1
17	<i>Düşey doğrultuda yukarıya doğru fırlatılan bir cisme, maksimum yüksekliğe çıkıncaya kadar, yukarı yönlü sürekli azalan bir kuvvet etki eder. (10A,B,C)</i>	93,5
18	<i>Düşey doğrultuda yukarıya doğru fırlatılan bir cisme, maksimum yüksekliğe çıkıncaya kadar yerçekimi kuvveti etki etmez, cisim maksimum yüksekliğe çıktıktan sonra, yere düşerken giderek artan bir yerçekimi kuvveti etki eder. (10B)</i>	40,2
19	<i>Bir aracın duran bir aracı iterek hareket ettirmesi halinde, sabit hıza ulaşıncaya kadar hızlanırken, iten aracın uyguladığı kuvvet daha büyüktür. (11C)</i>	48,9
20	<i>Bir aracın duran bir aracı iterek hareket ettirmesi halinde, sabit hıza ulaşıncaya kadar iten araç bir kuvvet uygular, ancak diğer araç herhangi bir kuvvet uygulamaz. (11D)</i>	27,2
21	<i>Bir aracın duran bir aracı iterek hareket ettirmesi halinde, sabit hızla hareket ederken, iten aracın uyguladığı kuvvet daha büyüktür. (12C)</i>	33,7
22	<i>Bir aracın duran bir aracı iterek hareket ettirmesi halinde, sabit hızla hareket ederken, iten araç bir kuvvet uygular, ancak diğer araç herhangi bir kuvvet uygulamaz. (12D)</i>	17,4
23	<i>Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda, sabit hızla yukarıya doğru çekilen bir asansöre halatın uyguladığı kuvvet, asansöre etkiyen yerçekimi kuvvetinden daha büyüktür. (13A)</i>	66,3
24	<i>Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda, sabit hızla yukarıya doğru çekilen bir asansöre halatın uyguladığı kuvvet, asansöre etkiyen yerçekimi kuvveti ile hava basınç kuvvetinin toplamından daha büyüktür. (13D)</i>	19,6
25	<i>Doğrusal bir yol boyunca aynı yönde hareket eden iki araç anlık olarak yan yana geldiklerinde, hızları birbirine eşit olur. (14B,C,D)</i>	67,4
26	<i>Yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvet, cismin ağırlığından büyüktür. (15B)</i>	12,0
27	<i>Yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvet, cisme etkiyen sürtünme kuvvetinden büyüktür. (15D)</i>	38,0

Tablo 4. (Devamı)

Numara	Kavram Yanılgısı	Yüzde
28	<i>Yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvet ya cismin ağırlığından, ya da cisme etkiyen sürtünme kuvvetinden büyüktür. (15E)</i>	26,1
29	<i>Yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvet iki katına çıkartılırsa, cismin hızı 2 V_0 olur ve bu sabit hızla hareketine devam eder. (16A)</i>	47,8
30	<i>Yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvet iki katına çıkartılırsa, cisim V_0 ile 2 V_0 arasındaki bir sabit hızla, hareketine devam eder. (16B)</i>	13,0
31	<i>Yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvet iki katına çıkartılırsa, cisim bir müddet V_0 hızından daha büyük ve sabit bir hızla hareket eder, sonra gittikçe artan bir hızla hareketini sürdürür. (16C)</i>	13,0
32	<i>Yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvet iki katına çıkartılırsa, belli bir süre gittikçe artan bir hızla, sonra sabit bir hızla hareket eder. (16D)</i>	19,6
33	<i>Yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvetin kaldırılması durumunda, cisim hemen durur. (17A)</i>	20,7
34	<i>Yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvetin kaldırılması durumunda, cisim belli bir süre sabit hızla hareket etmeye devam edip, sonra yavaşlayarak durur. (17B)</i>	60,9
35	<i>Sürtünmesiz bir zeminde bulunan kütleleri bir birinden farklı olan öğrencilerden, kütlesi büyük olanın diğerini itmesi durumunda, büyük kütleli öğrenci, küçük kütleli öğrenciye kuvvet uygular; ancak küçük kütleli öğrenci, büyük kütleli öğrenciye herhangi bir kuvvet uygulamaz. (18B)</i>	17,4
36	<i>Sürtünmesiz bir zeminde bulunan kütleleri bir birinden farklı olan öğrencilerden, kütlesi büyük olanın diğerini itmesi durumunda, her iki öğrenci de birbirine kuvvet uygular, ancak küçük kütleli öğrencinin uyguladığı kuvvet daha fazladır. (18C)</i>	13,0
37	<i>Sürtünmesiz bir zeminde bulunan kütleleri bir birinden farklı olan öğrencilerden, kütlesi büyük olanın diğerini itmesi durumunda, her iki öğrenci de birbirine kuvvet uygular, ancak büyük kütleli öğrencinin uyguladığı kuvvet daha fazladır. (18D)</i>	44,6
38	<i>Yatay bir zeminde hareketsiz olarak duran bir cisme, yalnızca aşağıya doğru yer çekimi kuvveti etki eder. (19A)</i>	18,5
39	<i>Yatay bir zeminde hareketsiz olarak duran bir cisme; aşağıya doğru yer çekimi kuvveti ve hava basıncı nedeniyle bir kuvvet, yukarıya doğru ise zemin tarafından bir kuvvet etki eder. (19D)</i>	30,4
40	<i>Bir raketle rüzgâra ters yönde vurulan tenis topuna, raketle teması kesildikten sonra vurma ile oluşan kuvvet, top yere düşünceye kadar etki eder. (20E)</i>	83,7

Tablo 4 incelendiğinde; yerçekimi, etki-tepki kuvvet çiftleri, kuvvet ile hareket arasındaki ilişki (impetus, direnç kuvveti, aktif kuvvet), kuvvet etkilerinin birleştirilmesi ve kinematik konularında yaygın kavram yanılgılarının bulunduğu görülmektedir. Yerçekimi ile

ilgili olarak; ağır cisimlerin daha hızlı düşeceği, yere yaklaştıkça düşen cisme etkiyen yerçekimi kuvvetinin artacağı, hava basıncının yerçekimi kuvvetini artıracığı ve yatay bir zeminde sabit hızlı bir hareket için, yatay kuvvetin yerçekimi kuvvetinden ya da cisme etkiyen sürtünme kuvvetinden daha büyük olacağı şeklinde yanlışlar tespit edilmiştir. Etki-Tepki kuvvet çiftleri ile ilgili olarak; büyük kütleli cismin daha büyük kuvvet uygulayacağı, sürtünmesiz bir ortamda aktif olan (yani hareket halindeki) cismin, duran cisme daha büyük kuvvet uygulayacağı ve bununla beraber kütlesi büyük olan cisim pasifte olsa, küçük kütleli cisme daha büyük kuvvet uygulayacağı, yatay bir zeminde hareketsiz olarak duran bir cisme yalnızca aşağıya doğru yerçekimi kuvveti etki edeceği şeklinde yanlışlar görülmüştür. Kuvvet ile hareket arasındaki ilişki ile ilgili olarak; dairesel impetus, başlangıçtaki impetusun kaybedilmesi ya da kazanılması, gecikmeli veya kademeli olarak impetusun oluşması, impetusun azalması ve darbe ile impetus sağlanması gibi konularda kavram yanlışlığı görülmektedir. Yine kuvvet ile hareket arasındaki ilişki ile ilgili olarak; kuvvet, direnç kuvvetinden büyükse hareket vardır, kütle cisimleri durdurur yanlışlığı öğrencilerde görülmüştür. Bununla beraber hareket halindeki cismin hareketini sürdürebilmesi için kuvvet gerekir ve aktif olan cisim kuvvet uygular şeklinde yanlışlar tespit edilmiştir. Kuvvet etkilerinin birleştirilmesi ile ilgili olarak; cisme etki eden son kuvvet cismin hareketini belirler ve büyük kuvvet cismin hareketini belirler şeklinde yanlışlar görülmüştür. Kinematik ile ilgili olarak; sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzlemde paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cismin yeni hızı iki hızın aritmetik olarak toplamına eşit olur şeklinde yanlış tespit edilmiştir. Ayrıca doğrusal bir yol boyunca aynı yönde hareket eden iki araç, anlık olarak yan yana geldiklerinde hızları birbirine eşit olur yanlışlığı da görülmektedir.

Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Bu çalışmada yedi öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Mülakat sırasında öğrencilere yöneltilen sorular ve öğrencilerin verdikleri cevaplar düzenlenmiş, tekrar eden konuşmalar çıkarılarak Tablo 5- 18’de sunulmuştur.

Tablo 5. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 1. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-1. Yeryüzüne yakın bir yükseklikten; aynı büyüklükte, birinin ağırlığı diğerinin iki katı olan iki metal top aynı anda serbest bırakılıyor. Topların yere düşme sürelerini karşılaştırabilir misiniz?

Öğrenci-1: Kütlesi fazla olan daha önce yere düşer.

Araştırmacı: Neden böyle düşünüyorsun?

Öğrenci-1: Ağırlık önemli. İki katı olan daha önce düşer.

Araştırmacı: Ne kadar süre önce düşer.

Öğrenci-1: Mesela biri 5 dakikada düşüyorsa, diğeri 2,5 dakikada düşer.

Öğrenci-2: İkisi de aynı sürede yere düşer. Çünkü kütleye bağlı değildir. $1/2gt^2$ formülü vardı. İkisi de aynı anda düşer. Ağır olanın hızı daha fazladır.

Araştırmacı: Hızı daha fazla ise daha çabuk düşmez mi?

Öğrenci-2: Aynı anda yere düşer ama ağır olanın yere çarpma hızı daha fazladır.

Öğrenci-3: Topların yere düşme süreleri eşittir. Mesela kaydıraktan kayan zayıf ve kilolu çocuklara benzetebiliriz. Eşit sürede düşüklerini düşünüyorum.

Araştırmacı: Neden böyle düşünüyorsun?

Öğrenci-3: Aynı yer çekimi etki ediyor. Ağırlık etkili değil. Süreler eşittir.

Öğrenci-4: Ağır olan daha çabuk düşecektir.

Araştırmacı: Mesela birinin kütlesi 10 kg, diğerinin 20 kg olsun, süre olarak kıyaslarsan, ne diyebilirsin?

Öğrenci-4: Yarı yarıya; birisi t ise, diğeri $1/2t$ olur. Ağırlıkla ters orantılı diyebiliriz. Ağırlığı fazla olan, daha kısa sürede düşer.

Öğrenci-5: Ağırlığı büyük olan, yere daha hızlı sürede düşer.

Araştırmacı: Birinin ağırlığı diğerinin 2 katı desem, düşme süresi hakkında ne dersin?

Öğrenci-5: Hafif olan yer çekimine daha az meydan okuduğu için daha geç düşer. Ağır olan hafif olanın yarısından biraz fazla sürede düşer.

Öğrenci-6: Birbirine eşittir, çünkü ağırlığın önemi yok serbest bırakılmada.

Araştırmacı: Neyin önemi var?

Öğrenci-6: Serbest bırakılma yüksekliğe bağlı. Formülünde kütle yoktu. Mantıken ayrı, ama formüle göre aynı diyorum.

Öğrenci-7: Sürenin ağırlıkla bir ilgisi yok. $x=Vt$ 'den bulabiliriz. Süreleri de aynıdır.

Araştırmacı: Sebebini söyleyebilir misin?

Öğrenci-7: Sürenin ağırlıkla ilgisi olmadığı için.

Tablo 5'deki cevaplardan, 3 öğrencinin serbest düşme sırasında kütlesi fazla olan cismin kütlesi az olan cisimden daha önce yere düşeceğini düşündükleri anlaşılmaktadır. Bu öğrenciler topaların yere düşme sürelerini karşılaştırırken kütlesi diğerinin iki katı olan cismin yere düşme süresinin, hafif olanın yarısı kadar olacağını ifade etmişlerdir. Yani bu öğrencilerin yere düşme süresi ile cismin kütlesi arasında ters orantı olduğunu düşündükleri anlaşılmaktadır. 4 öğrenci ise bu soruda cisimlerin aynı sürede yere düşeceklerini ifade etmişlerdir. Bu şekilde cevap veren dört öğrenciden üç tanesi cisimlerin neden aynı anda düştüğüne yönelik herhangi bir açıklama yapamamışlardır. Açıklama yapan bir öğrenci de ağırlığın etkili olmadığını, yerçekiminin iki kütleye de aynı şekilde etki ettiğini dile getirmiştir.

Tablo 6. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 2. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-2. Bir kamyon küçük bir arabaya çarpıyor. Çarpma sırasında kamyon ve araba birbirine kuvvet uygular mı?

Öğrenci-1: Her ikisi de birbirine kuvvet uygular ama kamyon arabaya daha fazla kuvvet uygular. Etki-tepki kanuna göre bir cisme uygulanan kuvvet var. Her ikisi birbirine kuvvet uygular ama kamyonun uyguladığı kuvvet daha büyüktür.

Araştırmacı: Niye öyle düşündün?

Öğrenci-1: Böyle öğrendiğim için

Öğrenci-2: Evet, her ikisi de birbirine kuvvet uygular

Araştırmacı: Hangisi daha fazla kuvvet uygular?

Öğrenci-2: Kamyon daha fazla kuvvet uygular.

Araştırmacı: Neden?

Öğrenci-2: Kütlesi daha fazla olduğu için.

Öğrenci-3: Burada momentumdan bahsetmemiz gerekiyor, momentumun korunumu devreye giriyor ve eşit kuvvet uyguluyorlardı diye hatırlıyorum.

Araştırmacı: Hangisi daha fazla kuvvet uygular?

Öğrenci-3: Eşit kuvvet uygularlar.

Araştırmacı: Neden?

Öğrenci-3: Momentumun korunmasından, hızları ile ilgili. Hızları değişkense eşitte olabilir. Eşit kuvvet uygulamaları hatırlıyorum.

Öğrenci-4: Uygulayacak. Her ikisi de birbirine kuvvet uygular.

Araştırmacı: Hangisi fazla? Eşit mi?

Öğrenci-4: Etki-tepki prensibini dikkate alırsak, etkilenmeler yani hasar farklı olacak. Küçük olan daha fazla etkilenecek, büyük olan daha az etkilenecek. Kuvvet uygulamaları eşit, ama etkilenmeler yani ezilme farklı olacak.

Araştırmacı: Neden böyle düşünüyorsun?

Öğrenci-4: Etki-tepki prensibine göre.

Öğrenci-5: Evet. Kamyon çarptığı için onun itileme kuvveti olacak. Araba da yerdeki sürtünmeden, duraksamadan dolayı, kamyonu bir tepki uygulayacak.

Araştırmacı: Uyguladığı kuvvetlerin büyüklükleri ile ilgili ne düşünüyorsun?

Öğrenci-5: İlk kuvveti verdiği için kamyonun ki büyük olur. Arabanın vereceği kuvvet daha az olur.

Araştırmacı: Ağırlığı ile doğru orantılı olarak mı kuvvet uygular?

Öğrenci-5: Evet.

Öğrenci-6: Uygular. F_{net} kamyonun daha büyük olduğu için küçük arabayı sürükler.

Araştırmacı: Peki araba kamyonu kuvvet uygular mı?

Öğrenci-6: Uygular, ama kamyonun uyguladığından daha büyük olduğu için, kamyon tarafındaki hıza yönelir.

Araştırmacı: Kamyonun uyguladığı kuvvet mi büyük diyorsun, arabanın mı? Onu anlayamadım.

Öğrenci-6: Kamyonun ki daha büyüktür, çünkü kütleyle bağlıdır.

Öğrenci-7: Kamyon küçük arabaya kuvvet uygular. Kamyonun kuvveti daha büyüktür. Küçük arabanın kuvveti daha küçüktür.

Araştırmacı: Ağırlıkları ile orantılı olarak mı uygular?

Öğrenci-7: Hayır, kütle ile orantılı olarak.

Araştırmacı: Kamyon arabanın 3 kat büyüklüğünde ise.

Öğrenci-7: İvme de olacağı için, kütle büyükse kuvvette büyük olur.

Araştırmacı: Ağırlıkları oranı 3 kat ise, kuvvetlerin oranı da 3 kat mı olacak? Ne düşünüyorsun?

Öğrenci-7: Evet, bende öyle düşünüyorum.

Mülakat sırasında öğrencilere yöneltilen bir kamyon ile küçük bir arabanın çarpışması ile ilgili soruda 5 öğrencinin çarpışma sırasında kamyonun küçük arabaya daha fazla kuvvet uygulayacağı şeklinde cevap verdikleri görülmektedir. Bu anlayışa sahip olan öğrenciler, cevaplarının sebebini kamyonun daha fazla kütleyle sahip olması ile açıklamışlardır. 5 öğrenciden 3 öğrenci ağırlığı ile doğru orantılı olarak kamyonun daha fazla kuvvet uygulayacağını ifade etmiştir. 2 öğrenci kamyon ve arabanın birbirine eşit kuvvet uygulayacaklarını söylemiştir. Bu öğrencilerden biri momentum değişiminden bahsederek etki-tepki yasasına göre kamyon ve arabanın birbirlerine kuvvet uygulayacaklarını ancak küçük olanın daha çok etkileneceğini dile getirmiştir. Diğer öğrenci ise momentumun korunumundan dolayı kamyon ve arabanın birbirine eşit kuvvet uygulayacağını ifade etmiştir.

Tablo 7. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 3. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-3. Büyük bir kamyon yolda bozuluyor ve bir otomobil kamyonu arkadan iterek tamirciye ulaştırmaya çalışıyor. Kamyonu iten otomobil sabit hıza ulaşmak için hızlanırken, otomobil ve kamyon birbirine kuvvet uygular mı?

Öğrenci-1: Sadece otomobil kamyona kuvvet uygular. Kamyon sadece duruyor. Otomobil itiyor.

Araştırmacı: Neden böyle düşünüyorsun?

Öğrenci-1: Kamyonun sadece tekerleri var. Motoru duruyor. Otomobil itiyor, bu nedenle kamyon kuvvet uygulamaz. Sadece araba kuvvet uygular.

Araştırmacı: Sabit hıza ulaşıldıktan sonra, araçlar birbirine kuvvet uygular mı?

Öğrenci-1: Yine uygulamaz. Sadece otomobil kamyona kuvvet uygular.

Araştırmacı: Sebebi Nedir?

Öğrenci-1: Sebebini açıklayamıyorum.

Öğrenci-2: Sadece otomobil kamyona kuvvet uygular. Otomobil itiyor. Etki-Tepki kuvvetine göre oda uygulayabilir.

Araştırmacı: Uygulayabilir derken, hangisinin daha fazla kuvvet uygular?

Öğrenci-2: Otomobil daha fazla kuvvet uygular. Çünkü hızı var.

Araştırmacı: Kamyonun ağırlığı fazla olduğu için fazla kuvvet uygulayabilir mi?

Öğrenci-2: Evet uygulayabilir, $F=m.a$ 'dan bakarsak, kütlesi fazla olduğu için etki eder. İvmeye fazla olacak, O yüzden kuvvetin fazla olması lazım.

Araştırmacı: Kamyonun uyguladığı kuvvet otomobilden fazla mı?

Öğrenci-2: Hayır otomobilin kamyondan daha fazla olacak.

Araştırmacı: Her ikisinin uyguladığı kuvvetlerin eşit olma ihtimalleri var mı?

Öğrenci-2: Eşit olma ihtimalleri olursa gitmez, yani hareket etmez.

Araştırmacı: Sabit hıza ulaşıldıktan sonra, araçlar birbirine kuvvet uygular mı?

Öğrenci-2: Yine kuvvet uygular. Çünkü ikisi de hareket ediyor.

Araştırmacı: Hangisi daha çok kuvvet uygular.

Öğrenci-2: Otomobil daha fazla kuvvet uygular.

Araştırmacı: Sebebi nedir?

Öğrenci-2: Çünkü hareket ediyor, yer değiştirme olduğu için. Otomobil belli bir yöne kamyonu ittiği için.

Araştırmacı: Sabit hıza ulaşması durumu değiştirir mi?

Öğrenci-2: Değiştirmez.

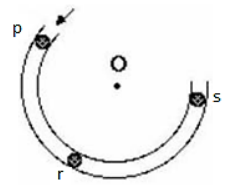
Tablo 7. (Devamı)

Öğrenci-3: Kuvvet uygularlar, araba kamyonu kuvvet uyguluyor ve o şekilde hareket ediyorlar. Kamyonun ilk hızı yok, sabit hıza ulaştığında ivmede yok, araba ivme kazandırıyor. İvme kazandırdığına göre kuvvette uygulamış oluyor, çünkü kütleye de sahip. Araştırmacı: Araba ve kamyon birbirlerine kuvvet uygular mı? Öğrenci-3: Evet uygularlar. Araştırmacı: Kamyon arabaya kuvvet uygular mı? Öğrenci-3: Etki-tepkiyi düşündüğümüzde uygular. Araştırmacı: Hangisi fazla kuvvet uygular? Öğrenci-3: Hareket edinceye kadar, arabanın uyguladığı kuvvet kamyonunkinden daha büyüktür. Araştırmacı: Sabit hıza ulaştıktan sonra ne düşünüyorsun? Öğrenci-3: Sabit hıza ulaştıklarında hızları aynı ise kuvvet uygulamazlar.
Öğrenci-4: Sürtünmeleri dikkate almazsak, sabit V hızına çıkana kadar, etki-tepki prensibi uygulanacaktır. $F=m \cdot a$'dan sabit hıza çıkana kadar uygulayacaktır. Sabit hızdan sonra ise sıfır. Araştırmacı: Hangisi daha fazla kuvvet uygular? Öğrenci-4: Etki-tepki prensibine göre zıt kuvvetler. Eşitlenene kadar gidecektir. Araştırmacı: Yani kamyon ve araba birbirine eşit kuvvet mi uyguluyor? Öğrenci-4: Evet uygulayacak sonrasında sıfırlanacak. Araştırmacı: Sabit hıza ulaşıldıktan sonra araçlar birbirine kuvvet uygular mı? Öğrenci-4: Sürtünme yoksa uygulamayacak. $F_{net}=0$ ise bitti. İvme sıfır burada, ivme sıfırsa F'de sıfır.
Öğrenci-5: Araba uygular ama kamyon uygulamaz. Araştırmacı: Boyut ile orantılı mı? Öğrenci-5: Masayı itmek ve sehpayı itmek gibi düşünebiliriz. Orantılı. Araştırmacı: Sabit hıza ulaşıldıktan sonra araçlar birbirine kuvvet uygular mı? Öğrenci-5: Aynı, araba uygular, kamyon uygulamaz.
Öğrenci-6: Uygular. Hızlanıyorsa direk kuvvet uygulanıyor ki hızlanıyor. Duran bir cismi harekete geçirmek için, kuvvet uygulaması gerekiyor. O yüzden kuvvet uygulanır. Araştırmacı: Araba kamyonu mı, kamyon arabaya mı? Öğrenci-6: İkisi de birbirine kuvvet uygular, etki-tepki kuralından. Araştırmacı: Büyüklüğü için ne diyebiliriz, kuvvet ile ilgili? Öğrenci-6: Kamyon otomobile göre daha fazla kuvvet uygular. Ama sürüklüyorsa, otomobilin kamyonu daha fazla kuvvet uygulaması gerekiyor, hızlandırması için. Araştırmacı: Sabit hıza ulaşıldıktan sonra, araçlar birbirine kuvvet uygular mı? Öğrenci-6: F_{net} sıfır olur. Sabit hızla gidiyorsa birbirlerine kuvvet uygulamıyorlardır.
Öğrenci-7: Sabit hızla gittikleri için ivme sıfırdır, birbirine kuvvet uygulamazlar. Araştırmacı: Sabit hıza ulaşmak için hızlanırken, otomobil ve kamyon birbirine kuvvet uygular mı? Öğrenci-7: O zaman kuvvet uygular. Bir ivmesi vardır. Küçük arabayı mı itiyor? Araştırmacı: Araba kamyonu arkadan iterken sabit hıza ulaşmaya çalışıyor. Öğrenci-7: Fikrim yok, bir şey diyemeyeceğim. Araştırmacı: Sabit hıza ulaşıldıktan sonra, araçlar birbirine kuvvet uygular mı? Öğrenci-7: Sabit hıza ulaştığı için ivme sıfır. İvme sıfır olduğu içinde birbirine kuvvet uygulamazlar.

Bu soruya mülakat yapılan öğrencilerin 5 tanesi sadece otomobilin kamyonu kuvvet uygulayacağını dile getirmişlerdir. Bu öğrencilerden ikisi otomobil kamyonu iterek sabit hıza ulaştıktan sonra artık otomobil ve kamyonun birbirlerine kuvvet uygulamayacağını düşünmektedirler. Diğer üç öğrenci ise, sabit hıza ulaşıldıktan sonra da durumun değişmeyeceğini, yani otomobilin kamyonu kuvvet uygularken, kamyonun otomobile kuvvet uygulamayacağını ifade etmişlerdir. İki öğrenciden biri ise etki-tepki prensibine göre kamyon ve otomobilin uyguladıkları kuvvetlerin eşit olduğunu söylemiştir. Diğerleri ise sabit hıza ulaştığı için ivme sıfır, ivme sıfır olduğu içinde birbirine kuvvet uygulamazlar diye cevap vermiştir.

Tablo 8. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 4. Soru ve Alınan Cevaplar

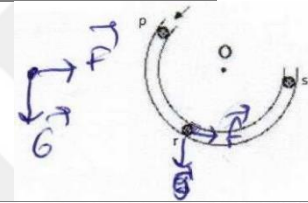
Soru-4. Yatay bir masa üzerine sabitlenmiş şekilde gösterildiği gibi çember biçimindeki sürtünmesiz bir tüp içerisine "p" noktasından bir bilye fırlatılıyor. Bilye r noktasında iken bilyeye etkiyen kuvvetleri çizerek gösteriniz. (Masaya yukarıdan bakılmaktadır.)



Öğrenci-1: Yerçekimi kuvveti, itme kuvveti.

Araştırmacı: Başka etkiyen kuvvetler var mı?

Öğrenci-1: Başka yok.



Öğrenci-2: Yerçekimi kuvveti, merkez kaç kuvveti döndüğü için etki edebilir. Bilyenin hızı var. Sürtünme kuvveti var tüpün içinde.

Araştırmacı: Başka etkiyen kuvvetler var mı?

Öğrenci-2: Başka yok.

Araştırmacı: Neden merkez kaç kuvveti düşündün?

Öğrenci-2: Çünkü dairesel harekette, ortaya doğru bir merkezkaç kuvveti olduğunu bildiğim için.

Araştırmacı: Yerçekimi kuvvetinin sebebi?

Öğrenci-2: Her cisme aşağı yönde yer çekimi uygulanır.

Araştırmacı: Sürtünme kuvveti hızlandırır mı?

Öğrenci-2: Sürtünme kuvveti yavaşlatır. Ters yönde olur.

Öğrenci-3: P noktasından atılan bilyenin dışarı fırlamamasını sağlayan kuvvet merkez kaç kuvvetidir. Yan yüzeylerin bilyeye uyguladığı kuvvet var.

Kuvvetler $\rightarrow F_g$. Merkezkaç kuvveti
Halkanın cisme uyguladığı kuvvetler
Yerçekimi kuvveti vardır.

Araştırmacı: Yer çekimi kuvveti var mı?

Öğrenci-3: Vardır.

Araştırmacı: Peki sence, bu kuvvetlerden hangisi büyük?

Öğrenci-3: Sürekli yatayda bir hareketi var. Ne diyebiliriz? O noktaya doğru merkezkaç kuvveti uygulanıyor.

Araştırmacı: Merkeze doğru etkiyen kuvvet, merkez kaç kuvveti mi?

Öğrenci-3: Kütlesinden ötürü evet merkez kaç kuvvetidir.

Tablo 8. (Devamı)

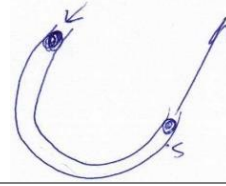
Öğrenci-4: Merkez kaç mı diyelim, yoksa merkezci mi? Birisi yanlıştı, merkez kaç diyeceğiz Etki eden tek kuvvet var merkez kaç. Araştırmacı: Başka etkiyen kuvvetler var mı? Öğrenci-4: Sürtünme yok dediği için, yerçekimi etkisiz. Aşağıya doğru mg var. Masanın tepkisi var, F_m. $Mg=F_m$ olduğundan F_{net} sıfır, bir etkisi yok. Bizim uyguladığımız da $F_{uygulanan}$.	
Öğrenci-5: Ağırlığından dolayı bir yer çekimi kuvveti var, aşağıya doğru mg'si olacak. Araştırmacı: Başka etkiyen kuvvetler var mı? Öğrenci-5: Bir tek o var.	
Öğrenci-6: İlk önce yer çekimi kuvveti uygulamış, sonra yer çekimine bağlı, hızlanması için bileşke bir kuvvet uygulanır. Araştırmacı: Yatay zeminde. Sen sanki yukarıdan düşüyormuş gibi düşündün. Öğrenci-6: Hızlanıyor, çizdiğim tarafa gitmesi için bir kuvvet uygulanır, hem de aşağıya doğru yer çekimi kuvveti olur. Araştırmacı: Başka bir kuvvet var mı sence? Öğrenci-6: Yok. Araştırmacı: Çizdiğin yönde hızlanmasını sağlayan kuvvet, ya da ağırlığı ile ilgili bir şey söyleyebilir misin? Öğrenci-6: Kuvvet ağırlıktan büyüktür. Yoksa burada sabit olarak kalırdı. Araştırmacı: Uygulanan kuvvetin r'de, etkisi var mı? Öğrenci-6: Devam ediyordur.	
Öğrenci-7: Bilemiyorum. Merkez kaç ile ilgili kuvvetler vardı, onları hatırlamıyorum.	

Yukarıdaki mülakat alıntılarında, altı öğrencinin bilyeye etkiyen kuvvetin “yer çekimi” kuvveti olduğunu düşündükleri görülmektedir. Bu anlayışa sahip olan öğrencilerden üçü yerçekimine ilaveten merkezkaç kuvvetinin de etki edeceğini belirtmişlerdir. İki öğrenci ise bilyeye etkiyen bir itme kuvvetinden de söz etmiştir. Bu öğrenciler bilyenin hareket edebilmesi için itme kuvvetinin bilyenin ağırlığından daha büyük olması gerektiğini söylemişlerdir. Bir öğrenci herhangi bir açıklama yapmamış konu ile ilgili bilgisinin olmadığını söylemiştir.

Tablo 9. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 5. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-5. Bir önceki soruda bilye “s” noktasında tüpten çıktıktan sonra nasıl bir yol izler? Çizerek gösteriniz.

Öğrenci-1: Kavisli bir yol izler.



Öğrenci-2: Kavisli bir yol izler, yani halkayı tamamlar.

Araştırmacı: Sebebini öğrenebilir miyim?

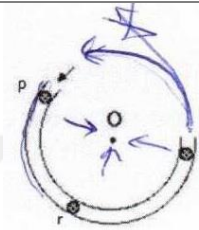
Öğrenci-2: Merkez kaç kuvveti olduğu için.



Öğrenci-3: Halkayı terk edebilir.

Araştırmacı: Halkayı tamamlar mı? Dairesel bir hareket mi yapar? Çıkarken nasıl bir yol izler?

Öğrenci-3: Halkasal bir yol izler diye düşünüyorum.



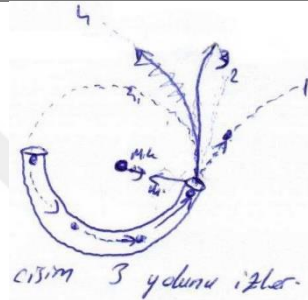
Öğrenci-4: 4 numaralı yolu izler.

Araştırmacı: Sebebini de söyleyebilir misin?

Öğrenci-4: Merkez kaç kuvvetinin etkisi ile yörüngeden sapacak.

Araştırmacı: Bu merkez kaç kuvvetinin yönü sence nereye doğru? İçe doğru mu dışarıya doğru mu?

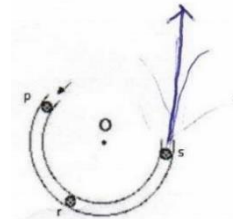
Öğrenci-4: Dışa doğru atması gerekiyor. Biri merkez kaç birisi merkeze çeken kuvvet. Merkez kaç ve merkezci kuvvet birbirini nötrlüyor, tüpten çıkamıyor. Tüpten çıktığı zaman dışa doğru gitmesi gerekiyor. 3 yolu olsun son kararım.



Öğrenci-5: Düz çıkar.

Araştırmacı: Halkayı tamamlaması mümkün mü?

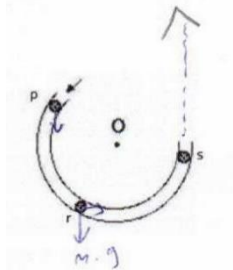
Öğrenci-5: Herhangi bir ip bağlı olmadığından düz gider.



Öğrenci-6: Dik ise düşey atış olarak çıkar.

Araştırmacı: Tüp masanın üzerinde olacak şekilde düşün. Sanki masaya dik gibi düşünüyorsun.

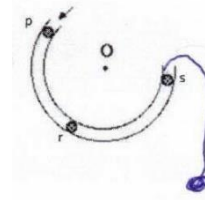
Öğrenci-6: Masanın üzerinde doğrusal bir yol izler.



Öğrenci-7: s noktasına çıktıktan sonra yere düşecek.

Araştırmacı: s noktası yüksekte gibi düşünüyorsun. Tüp yerde. Masanın üstüne koyduk.

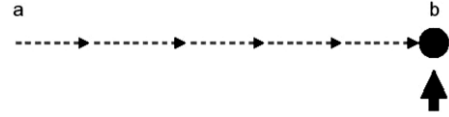
Öğrenci-7: s noktası açıksa geri gider, tekrar geri gelir.



Mülakata katılan öğrencilerden  bilyenin tüpü terk ettikten sonra kavisli bir yol izleyeceğini söylemişlerdir. Öğrencilerden biri bilyenin dairesel bir yol izleyeceğini ifade etmiş, ancak bunun nedenini açıklayamamıştır.  ğrenci bilyenin kavisli bir yol izlemesinin sebebini merkez kaç kuvveti ile açıkla mışlardır. İki ğrenci de bilyenin tüpü terk ettikten sonra doğrusal bir yol izleyeceğini belirtmişler, fakat bu cevabın nedenini açıklayamamıştır.

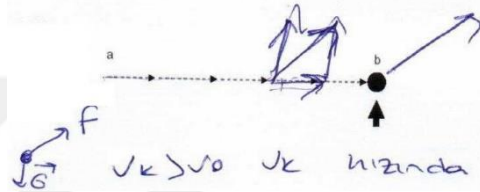
Tablo 10. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 6. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-6. Sürtünmesiz yatay bir zeminde sabit bir V_0 hızı ile “a” noktasından “b” noktasına doğrusal bir yol boyunca kayan bir hokey diski ne “b” noktasında ok yönünde ani bir vuruş yapıyor. Bu durumda diskin vuruştan sonra izleyeceği yolu çizerek gösteriniz. (Diske yukarıdan bakılmaktadır).



Öğrenci-1: İki kuvvetin bileşkesi olur.

Araştırmacı: Vuruşun diske kazandıracadı hız V_k olursa, vuruştan sonra diskin hızının büyüklüğünü V_k ve V_0 ile karşılaştırınız.



Öğrenci-1: İlk başta sabit hızla gidiyor. Sürtünmesiz bir yüzey olduğundan sonsuza kadar gider. Sürtünmesiz yüzeyden çıkıyorsa, V_k , V_0 'dan büyük olur.

Araştırmacı: Vuruştan sonra diskin hızı hakkında ne söylenebilir?

Öğrenci-1: Sürtünmesiz bir yüzey olduğu için, aynı V_k hızına devam eder.

Araştırmacı: Vuruştan sonra diske etkiyen kuvvetleri şekil çizerek gösteriniz.

Öğrenci-1: Yer ekimi kuvveti, F itme kuvveti

Araştırmacı: Başka kuvvetler olabilir mi?

Öğrenci-1: Bu kadar olduğunu dşniyorum.

Öğrenci-2: İzleyeceği yol eğik atış hareketi yapar. Belli bir yüksekliğe çıkar, sonra eğik atış yapar.

Araştırmacı: Bu hareketin yatay zeminde yani buz pistinde olduğunu hatırlatırım.

Öğrenci-2: Yine aynısı olur. Yandan kuvvet uygulandığı için.

Araştırmacı: Vuruşun diske kazandıracadı hız V_k olursa, vuruştan sonra diskin hızının büyüklüğünü V_k ve V_0 ile karşılaştırınız.

Öğrenci-2: Vurduktan sonraki hızı V_k ve V_0 'dan büyük olur.

Araştırmacı: Neden böyle dşniyorsun?

Öğrenci-2: İkisinin bileşkesini aldığımızda, Pisagor elde ediyoruz. Bu nedenle daha büyük olur.

Araştırmacı: Vuruştan sonra diske etkiyen kuvvetleri şekil çizerek gösteriniz.

Öğrenci-2: Sadece bileşke F kuvveti etki eder.

Araştırmacı: Başka kuvvetler olabilir mi?

Öğrenci-2: Yerçekimi kuvveti de etki edebilir diye dşniyorum.

Handwritten note: V_0 ile V_k 'nin bileşkesi etki eder. Yerçekimi kuvveti.

Tablo 10. (Devamı)

Öğrenci-3: Vektörel bir işlem gerektiriyor. Çarpışma var, ikisinin bileşkesi.

Araştırmacı: Dairesel ya da eğimli bir yol izleme ihtimali var mı?

Öğrenci-3: Bu şekilde yine aynı olur. Yandan kuvvet uygulandığı için.

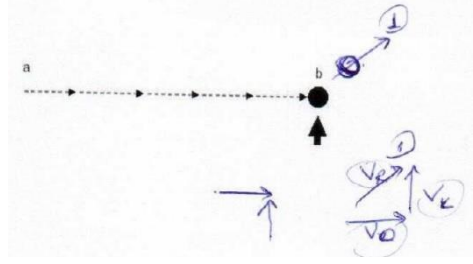
Araştırmacı: Vuruşun diske kazandıracağı hız V_k olursa, vuruştan sonra diskin hızının büyüklüğünü V_k ve V_0 ile karşılaştırınız.

Öğrenci-3: Vurduktan sonraki hızına V_r dersek, V_r değeri V_k ve V_0 'dan büyüktür. V_k ve V_0 toplamından küçük, farklarından büyük diyebiliriz. $V_k - V_0 < V_r < V_k + V_0$

Araştırmacı: Vuruştan sonra, diske etkiyen kuvvetler nelerdir?

Öğrenci-3: Her zaman yer çekimi etki ediyor. İvme kazanıyor, ivmeden ötürü yerçekimi de etki ediyor. Hız kazandığı için ivme kazanıyor. Yer çekimi de var.

İvme
Hız kazandığı için ivme kazanıyor.
Yerçekimi de etki eder.



Öğrenci-4: İki kuvvet birbirine eşitse, 45 derecelik açı ile gider. Kuvvetlerin değerleri farklı ise bileşkesi alınır.

Araştırmacı: Nasıl bir yol izler? Düz ya da eğimli bir yol izleme ihtimali var mı?

Öğrenci-4: Düz.

Araştırmacı: Vuruşun diske kazandıracağı hız V_k olursa, vuruştan sonra diskin hızının büyüklüğünü V_k ve V_0 ile karşılaştırınız.

Öğrenci-4: V_k , V_0 'dan büyük ya da eşit olacaktır.

Araştırmacı: Vuruştan sonra diskin hızı hakkında ne söylenebilir?

Öğrenci-4: Hızı artacak.

Araştırmacı: Niye?

Öğrenci-4: Yeni, ekstra bir kuvvet verildiği için artacaktır.

Araştırmacı: Vuruştan sonra diske etkiyen kuvvetleri şekil çizerek gösterebilir misin?

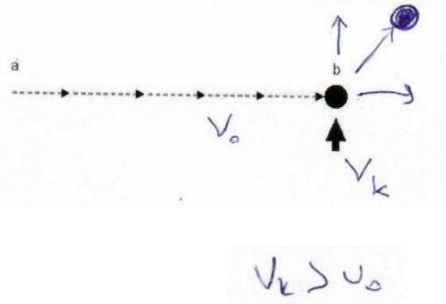
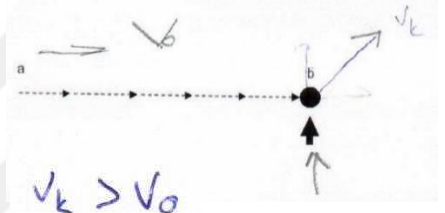
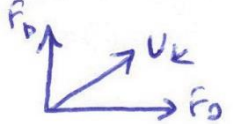
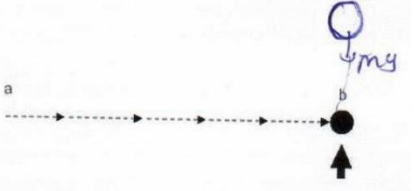
Öğrenci-4: Bir V_0 vardı. F kuvveti de etki etti.

Araştırmacı: Peki V_0 bir kuvvet mi sence?



Öğrenci-4: Ona bir hız vermek için bir iş yaptı. İş içinde bir kuvvet uyguladı. V_0 'ı kuvvet olarak da gösterebilirim. Bir de V_k 'ya sebep olan F kuvveti. Yerçekimi kuvveti de var, ama sürtünmesiz yüzey olduğu için yazmaya gerek yok. Ama sürekli bir kuvvettir. Sürtünme varsa dikkate alınmalı.

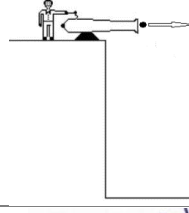
Tablo 10 (Devamı)

Öğrenci-5: V_0 ilk hızı var. Çizdiğim koordinatlarda gitmesi gerekiyor. Araştırmacı: Niye böyle düşündün? Öğrenci-5: Bileşkesi olduğu için. Araştırmacı: Vuruşun diske kazandıracağı hız V_k olursa, vuruştan sonra diskin hızının büyüklüğünü V_k ve V_0 ile karşılaştırınız. Öğrenci-5: V_k büyük olur. $V_k > V_0$. Araştırmacı: Vuruştan sonra diskin hızı hakkında ne söylenebilir? Öğrenci-5: V_k ve V_0 'in bileşkesi olur. Araştırmacı: Vuruştan sonra diske etkiyen kuvvetler neler? Öğrenci-5: Sürtünme olur. Araştırmacı: Sürtünmesiz. Öğrenci-5: Diske etkiyen yerçekimi var. Başka kuvvet yok.	 
Öğrenci-6: Bileşkesini alırsak. Bileşkesi doğrultusunda bir yol izler. Araştırmacı: Vuruşun diske kazandıracağı hız V_k olursa, vuruştan sonra diskin hızının büyüklüğünü V_k ve V_0 ile karşılaştırınız. Öğrenci-6: V_0 'in hızı artar. V_k, V_0 'dan daha büyük olur. Araştırmacı: Vuruştan sonra diskin hızı hakkında ne söylenebilir? Öğrenci-6: Hızı artar. Araştırmacı: Sebebi ne? Öğrenci-6: Bileşkesi alındığı için. Araştırmacı: Vuruştan sonra diske etkiyen kuvvetleri çizebilir misin? Öğrenci-6: F_a ve F_b var, birde V_k hızı.	 
Öğrenci-7: Yukarı doğru düz bir şekilde çıkar. Araştırmacı: V_0 gelme hızı ile karşılaştırsak, V_k hızı hakkında ne diyebiliriz? Öğrenci-7: Son hızı daha büyüktür. Vurduktan sonra hızlanmıştır. Araştırmacı: Vuruştan sonra diske etkiyen kuvvetler nelerdir? Öğrenci-7: Aşağıya doğru bir mg kuvveti olur. Yukarıya doğru uygulanan kuvvet olur.	

Bu soruda 6 öğrenci, vuruştan sonra diskin iki kuvvetin bileşkesi doğrultusunda yol alacağını ifade etmişlerdir. Kalan bir öğrenci ise yukarı doğru çıkar şeklinde cevap vermiştir. Vuruştan sonra diske etkiyen kuvvetlerin neler olduğu sorusuna ise, 5 öğrenci yerçekimi ve itme kuvvetlerinin olabileceğini, 2 öğrenci ise sadece yerçekimi kuvvetinin olduğunu, başka bir kuvvetin olmadığını dile getirmişlerdir. 5 öğrenci vuruştan sonraki diskin hızının (V_k), diskin sabit olan V_0 hızından daha büyük olduğunu, 2 öğrenci ise V_k ve V_0 kuvvetlerinin bileşkesi olacağından, vurduktan sonraki hızın daha büyük olacağını söylemiştir.

Tablo 11. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 7. Soru ve Alınan Cevaplar

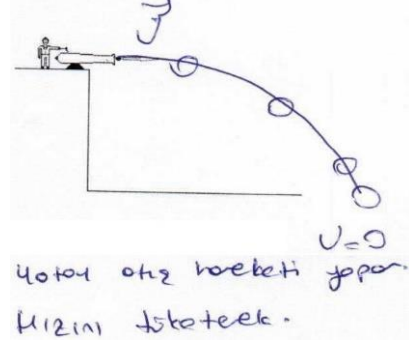
Soru-7. Şekilde görüldüğü gibi bir mermi top tarafından yatay bir hızla fırlatılıyor. Merminin izleyeceği yolu çizerek gösteriniz.



Öğrenci-1: Yatay atış hareketi yapar.

Araştırmacı: Top sabit gidip, sonramı düşer?

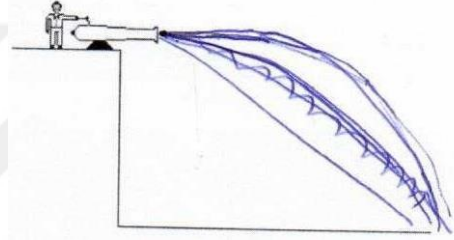
Öğrenci-1: Belirli bir hızı var. Hızını yavaşlatarak, yani tüketerek gider.



Öğrenci-2: Yatay atış hareketi yapar.

Araştırmacı: Top sabit gidip, sonramı düşer?

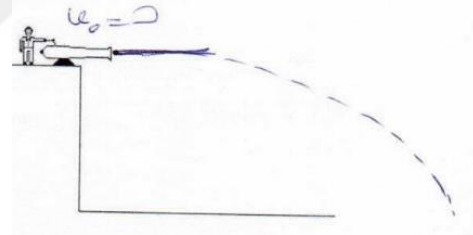
Öğrenci-2: Evet bir müddet gelir, sonra düşer. X ve Y bileşenleri var. Y bileşeni değişmez, X bileşeni değişir. Aşağı inerek düşer. Eğik atış yapar.



Öğrenci-3: Şu şekilde ilerler. Bir müddet yatayda yol alır sonra düşer.

Araştırmacı: Neden?

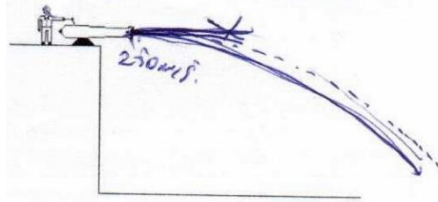
Öğrenci-3: Belirli bir yüksekliği var, Yatayda ki kuvvetler düşeyde aldığı kuvvetlerden daha büyük, bileşkeleri de daha büyük olacaktır. O yüzden zamanla mermide aşağı doğru bir hareket yapacaktır.



Öğrenci-4: Direk Parabolik hareket yapar.

Araştırmacı: Neden?

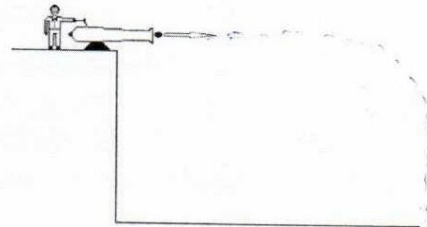
Öğrenci-4: Yerçekimi ivmesi her zaman olacaktır. Parabolik hareket %100.



Öğrenci-5: Belli bir hızda yatay gittikten sonra düşer.

Araştırmacı: Nasıl?

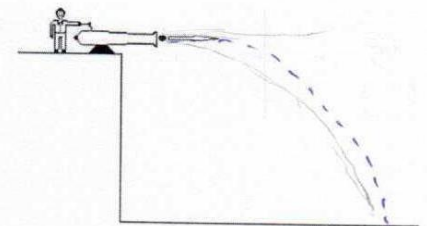
Öğrenci-5: X düzleminde yaptığı sabit hız oluyor ama düşey düzlemde hızı giderek artıyor.



Öğrenci-6: Yatay atış yapacak.

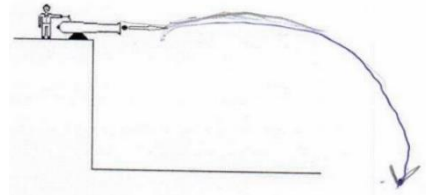
Araştırmacı: Bir müddet düz gidip mi, inmeye başlayacak?

Öğrenci-6: Yok, hemen aşağıya doğru inmeye başlar.



Tablo 11. (Devamı)

Öğrenci-7: Mermi ilk önce yükselecek, sonra da yere düşecek.



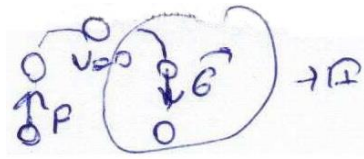
Bu soruda üç öğrenci top ile fırlatılan merminin yatay atış hareketi yapacağı şeklinde cevap vermiştir. Üç öğrenciden biri hızını yavaşlatarak yani tüketerek gidip sonra düşeceğini söylemiştir. Diğer öğrenciler ise fırlatılan merminin X ve Y bileşenlerinin olduğunu, Y bileşeni değişmezken X bileşeninin değişeceğini ve eğik atış yaparak düşeceğini dile getirmiştir. Başka bir öğrenci de merminin bir müddet yatayda yol aldıktan sonra, yatayda aldığı kuvvetler düşeyde aldığı kuvvetlerden daha büyük olduğu için, bir süre sonra aşağı düşeceğini ifade etmiştir. Diğer öğrencilerden biri direk parabolik hareket yapar şeklinde cevap vermiştir. Bir diğer öğrenci de merminin, yatayda etkiyen kuvvetlerin düşeyde etkiyen kuvvetlerden daha büyük olması nedeniyle bir müddet sonra aşağı düşeceğini belirtmiştir. Kalan bir öğrenci ise, yatayda etkiyen kuvvetlerin düşeyde etkiyen kuvvetlerden büyük olması nedeniyle merminin önce x düzleminde yükselip, sonra yere düşeceğini dile getirmişlerdir.

Tablo 12. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 8. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-8. Bir çocuk, çelik bir bilyeyi, dikey olarak yukarıya doğru fırlatıyor. Bilyenin çocuğun elinden ayrıldıktan sonra yere ulaşmaya kadar yukarı çıkarken ve aşağı inerken bilyenin üzerine etkiyen kuvvetleri şekil çizerek gösteriniz. (Havanın uyguladığı kuvvetleri ihmal ediniz).

Öğrenci-1: Mesela çocuğun elinde bir bilye düşünelim. Bu bilyeyi fırlatsın. Bilye fırlıyor yukarıya doğru bir kuvvet uygulanıyor. Aşağı yönlü kuvvet var.

Araştırmacı: Yukarı çıkarken ve aşağı inerken bilyenin üzerine etkiyen kuvvetleri ayrı ayrı söyler misiniz?



Öğrenci-1: Yukarı yönde fırlatma kuvveti var. Aşağı yönde yer çekimi kuvveti var.

Araştırmacı: Yukarı yönde fırlatılırken, sadece çocuğun uyguladığı kuvvet mi var, yoksa yer çekimi kuvveti de var mı?

Öğrenci-1: Yer çekimi kuvveti de var, ancak yukarıya çıktığı için çocuğun uyguladığı kuvvet fazla.

Öğrenci-2: Yukarı yönde fırlatma kuvveti var. Aşağı yönde yer çekimi kuvveti var.

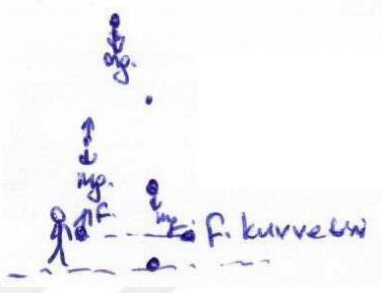
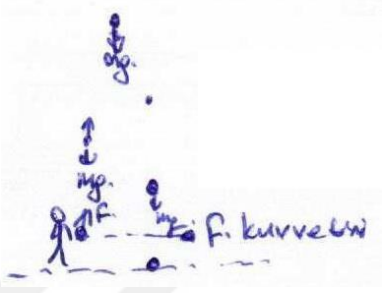
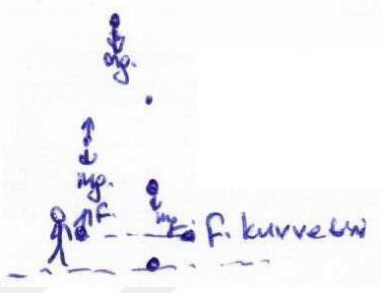
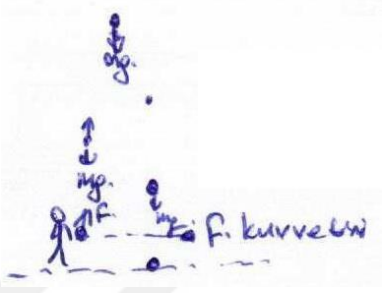
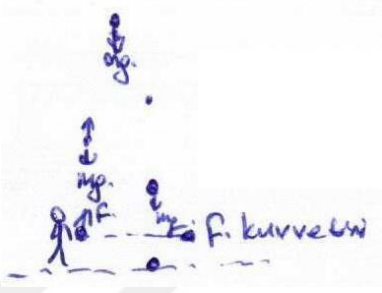
Araştırmacı: Düşerken ne olur?

Öğrenci-2: Düşerken de yerçekimi kuvveti etki eder. Çocuğun uyguladığı kuvvet artık etki etmez. Düşerken kazandığı hız var o zaten yerçekimi kuvvetinden kazandığı hız.

Araştırmacı: Aşağı doğru inerken, çocuğun uyguladığı kuvvet devam eder mi?

Öğrenci-2: Çünkü yukarıya çıktığında, bir anlık durur, yer çekimi kuvveti ile düşmeye başlar. Artık çocuğun uyguladığı kuvvetin etkisi yok.

Tablo 12. (Devamı)

Öğrenci-3: Aşağıdan yukarıya doğru cismin bir kütlesi var ve yer çekimi etki eder. Araştırmacı: Başka? Öğrenci-3: Yukarı çıktıktan sonrada yer çekimi etki edecek. Araştırmacı: Çocuk yukarıya fırlatırken bir etki yapıyor mu? Öğrenci-3: Çocuğun uyguladığı kuvvette var ama atana kadar.	1- Yerçekimi etki eder 
Öğrenci-4: F kuvveti ile fırlattı. İlk hareketi verdi ve bitti. Aşağıya doğru mg'si var. Araştırmacı: Yukarıya doğru ne var? Bu cisme etki eden tek kuvvet mi var? Öğrenci-4: Yer çekimi kuvveti birde hava sürtünmesi var, onu ihmal ediyoruz zaten. Araştırmacı: Yukarıya çıkarken, çocuğun uyguladığı F kuvveti neden devam etmedi? Öğrenci-4: F_{net} sıfır değil. mg soğurdu bitirdi ve kinetik enerji potansiyele dönüştü yüzde yüz. Sonra tekrar kinetiğe dönüştü.	
Öğrenci-5: Yukarı çıkarken, hızını azaltacak yönde, aşağıya inerken de hızını arttıracak yönde, yer çekimi etki ediyor. Araştırmacı: Yukarıya çıkana kadar çocuğun uyguladığı F kuvveti devam ediyor mu? Öğrenci-5: Yok artık hıza dönüşüyor. Kuvvetin etkisi devam ediyor. Araştırmacı: Çocuğun uyguladığı kuvvetin etkisi mi devam ediyor? Öğrenci-5: Evet etkisi devam ediyor ki, o etkiyle beraber hızlanıyor.	
Öğrenci-6: Yukarıya çıkarken hem aşağıdan bir yerçekimi kuvveti olur, hem de fırlatılan hızı olur. V_0 yavaşça azalır ve bir noktada hızı sıfır olur. Araştırmacı: Hız değil de, kuvvetler neler olur? Öğrenci-6: Yerçekimi kuvveti her zaman etki eder. İlk başta yukarı doğru itilen bir kuvvet uygulanır. Sonra aşağı doğru giderken de, sadece yerçekimi kuvveti uygulanır.	
Öğrenci-7: Aşağı doğru direk mg kuvveti vardır. Başka kuvvet yok. Araştırmacı: Çocuk bilyeyi aşağıdan fırlatıyor. Öğrenci-7: Çocuk ilk önce bir kuvvet uyguluyor. Sonra havaya kalkıyor. Araştırmacı: Çocuğun uyguladığı kuvvet yukarıya çıkıncaya kadar devam ediyor mu? Öğrenci-7: Evet, ininceye kadar devam ediyor.	

Bu soruda öğrencilerin beşi, bilye yukarıya doğru çıkışı sırasında, fırlatılırken çocuk tarafından uygulanan kuvvetin yer çekimi kuvvetine ilaveten bilyeye etkimeye devam ettiği noktasında hem fikirlerdir. Bilye aşağı yönde düşerken ise, sadece yer çekimi kuvvetinin etkisinde olduğunu belirtmişlerdir. İki öğrenci ise çocuğun uyguladığı kuvvet var ama atana kadar şeklinde cevap vermiştir.

Tablo 13. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 9. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-9. Sürtünmesiz ortamda yukarıya doğru bir halat ile sabit hızla çekilen bir asansöre etkiyen kuvvetler nelerdir? Bu kuvvetlerin büyüklükleri hakkında ne söylenebilir?

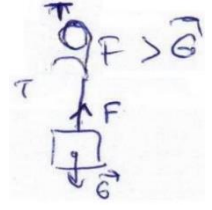
Öğrenci-1: Asansör halatla yukarıya doğru çekiliyor. Aşağı doğru yerçekimi kuvveti var, yukarı doğru halattaki T gerilme kuvveti var, ayrıca F kuvveti var.

Araştırmacı: Hangi kuvvet daha büyük olur?

Öğrenci-1: F kuvveti daha büyük olur.

Araştırmacı: Başka kuvvetler var mı?

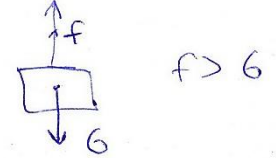
Öğrenci-1: Başka yok.



Öğrenci-2: Halattan dolayı F Kuvveti var, birde ağırlığından dolayı yerçekimi kuvveti etki edecektir. Sürtünmesiz olduğundan başka kuvvet yok.

Araştırmacı: Kuvvetlerin büyüklüklerini nasıl kıyaslırsın?

Öğrenci-2: F büyüktür G.



Öğrenci-3: Aşağı yönlü bir asansörün ağırlığından ötürü bir yer çekimi kuvveti var, yerin merkezine doğru. Halatların gerilmesi var.

Araştırmacı: Başka etkiyen bir kuvvet var mı?

Öğrenci-3: Yok diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki hangi kuvvet daha büyük gerilme mi, yer çekimi mi?

Öğrenci-3: Yukarı yönlü bir hareket var yer çekimini yenmiş. Bu yüzden gerilme daha fazladır.

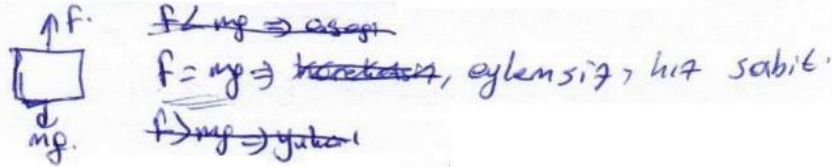
Araştırmacı: Neden yer çekimi büyük değil?

Öğrenci-3: Yer çekiminden kastımız ağırlık. Yukarıya doğru kaldırılıyor. Ağırlığı yenemeseydi ya sabit kalırdı, ya da aşağıya doğru bir hareket olurdu.

Öğrenci-4: Yukarıya doğru bir F kuvveti çekiyor bunu. Aşağı doğru mg'si var.

Araştırmacı: Başka etkiyen kuvvet var mı?

Öğrenci-4: $F=mg$ ise hareket yok, $F<mg$ ise aşağı gidecek, $F>mg$ ise yukarı çıkacak.



Araştırmacı: İki kuvvet eşitse ne olur? Hareket olmaz diyorsun.

Öğrenci-4: Duruyorsa duracak, hareket halindeyse hareket edecek. Eylemsiz demek daha doğru olur.

Araştırmacı: Eylemsiz derken neyi kast ettin?

Öğrenci-4: İvme sıfır.

Araştırmacı: Hareket var yani?

Öğrenci-4: Hareket olabilir de, olamaya bilirdi. Sabit hızla çekilen demiş, tamam.

Araştırmacı: Bu durumda?

Öğrenci-4: Hareketli olabilir. Zaten sabit hızla çekiliyorsa hareketli. Sabit hızla çekiyorsa $F=mg$ 'dir.

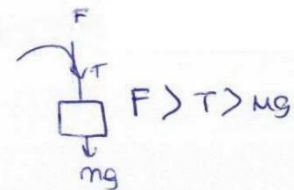
Araştırmacı: $F<mg$ veya $F>mg$ 'den bahsedebilir miyiz, bu durumda?

Öğrenci-4: Hayır. Hız sabit ise eylemsizlik prensibi. Diğer yazdıklarımı söylebiliriz.

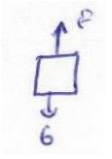
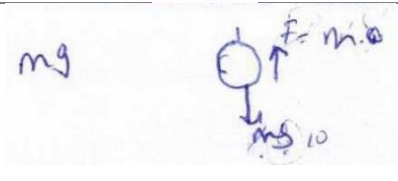
Öğrenci-5: Yukarı doğru bir F kuvveti var. Halattaki T gerilme kuvveti var. Birde asansörün mg'si var.

Araştırmacı: Peki bunların hangisi daha büyük sence?

Öğrenci-5: F kuvveti büyük ki bunu yukarıya çekiyor. $F>T>mg$ olabilir.



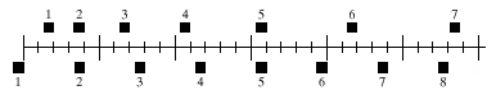
Tablo 13. (Devamı)

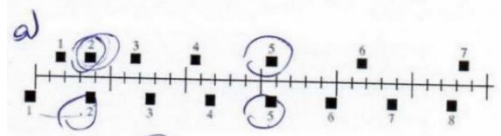
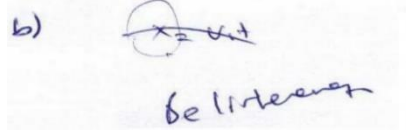
Öğrenci-6: Bir yerçekimi kuvveti uygulanır. Birde halatın çektiği F kuvveti olur. Araştırmacı: Kuvvetler arasında nasıl bir ilişki var, büyüklük küçüklük bakımından? Öğrenci-6: F kuvveti yer çekimi kuvvetinden daha büyüktür. Çünkü yukarıya doğru çıkıyorsa, çekilen kuvvet daha büyük olmalı.	
Öğrenci-7: Aşağı doğru mg kuvveti var, yukarı doğru halattaki kuvveti var. Araştırmacı: Büyüklükleri ile ilgili ne söyleyebilirsin? Öğrenci-7: Kütleler aynı olduğu için, mg değeri 10, ivmeyi bilmemiz lazım. İvmesi 10'dan büyükse F daha büyüktür. Araştırmacı: Sabit hızla diyor, neden ivmeden bahsediyorsun? Öğrenci-7: Sabit hızlarsa, o zaman mg kuvveti daha büyük olur, aşağıya doğru. mg değeri F'den daha büyüktür.	

Mülakata katılan öğrencilerin tamamı aşağı yönde yerçekimi kuvveti olacağını söylemişlerdir. Bu öğrencilerden dördü asansöre aşağı yönde yer çekimi kuvvetine ilave olarak, yukarı yönde de T gerilme kuvvetinin etki edeceğini söylemiştir. Diğer üç öğrenci yer çekimi ile birlikte F kuvvetinin varlığından söz etmişlerdir. Bu öğrencilerden biri, asansörün yukarıya çıkabilmesi için T gerilme kuvvetinin daha büyük olması gerektiğini, aksi takdirde aşağıya düşeceğini söylemişlerdir. Bu soruda 2 öğrenci de yukarı yönde F çekme kuvveti ve T gerilme kuvveti, aşağı yönde ise yerçekimi kuvvetinin etki edeceğini belirtmiştir. Bu kuvvetlerden hangisinin daha büyük olacağı sorulduğunda ise, F çekme kuvvetinin daha büyük olacağını söylemişlerdir.

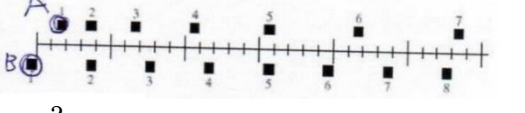
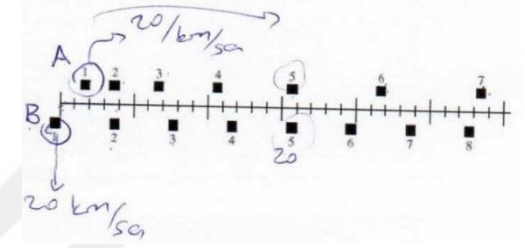
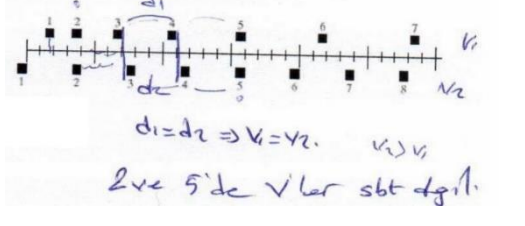
Tablo 14. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 10. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-10. Şekilde sağa doğru hareket eden iki cismin eşit zaman aralıklarında konumları gösterilmektedir. Buna göre, 2 ve 5 anlarında cisimlerin hızları hakkında ne söylenebilir?

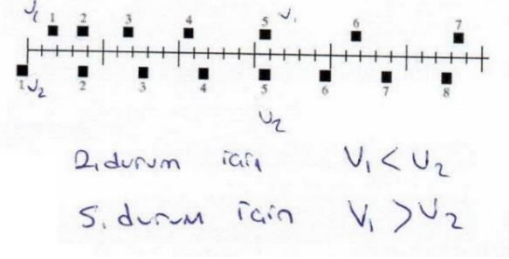
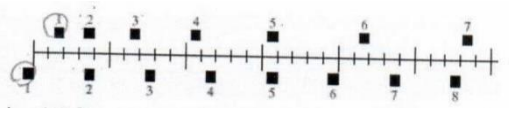


Öğrenci-1: Her ikisinin hızları farklı. Altındaki cisim daha hızlı. Araştırmacı: Hızlarının eşit olduğu an varmı? Öğrenci-1: Bence yok. Araştırmacı: Neden olmadığını düşünüyorsun? Öğrenci-1: Baktığımızda her zaman önde olduğundan, hızlarının eşit olduğu an yok. Yeterli bilgi olmadığından hızlarının eşit olduğu zamanı belirleyemeyiz.	 b) 
--	---

Tablo 14. (Devamı)

Araştırmacı: Hızlarının eşit olduğu an var mı? Öğrenci-2: 3 ve 4 aralığında hızları eşit. Araştırmacı: Neden öyle olduğunu düşünüyorsun? Öğrenci-2: Çünkü yol eşit, zamanda $x=V.t$ den eşit, hızları eşit olur. Araştırmacı: 2 ve 5 arası için ne diyorsun? Öğrenci-2: 2 ve 5. Konumlarında da hızları eşit. Araştırmacı: Neden? Öğrenci-2: Çünkü ikisinde de yol aynı, zamanda aynı olduğundan. Araştırmacı: Peki, Yan yana olmaları, hızlarının eşit olduğunu düşündürür mü? Öğrenci-2: Yan yana olmaları önemli değil. Önemli olan aldıkları yol ve zamanın eşit olması.	
Araştırmacı: Hızlarının eşit olduğu an var mı? Öğrenci-3: A ve B cisimleri dersek, B cismi aynı mesafeleri kat etmiş ve sabit hızla hareket ediyor diyebiliriz. A cismi ise eşit sürelerde, farklı yollar almış, ivme kazanmış diyebiliriz. Hızında bir artış olduğunu düşünüyorum. Araştırmacı: 2 ve 5. konumları arası için ne diyorsun? Öğrenci-3: Sayısal bir şey verirsem, başlangıçtaki 20 km/saat ile gitsin, B sürekli 20 ile gidiyor, A'da bir artış var 20'den farklı bu yüzden eşit değildir. Araştırmacı: A ile B'nin hızları 2 ile 5 arasında eşit değildir diyorsun. Öğrenci-3: Değildir. Araştırmacı: Eşit olabileceği anlar var mı? Öğrenci-3: Vardır. Başlangıçta olabilir. Bu aralıkta olabilir, B cisminin hızına bağlı. Sayılara bağlı kalmadan söylersem, A cismi 20'ye geldiğinde herhangi anda olabilir. B cisminin hızına bağlı. Araştırmacı: Verilen aralıklar aldığı yolları gösteriyor. Buna göre hangi noktalarda hızların eşit olduğunu tahmin edebilir misin? Yoksa bilgi eksik mi diyorsun? Öğrenci-3: Konumlarıyla alakalı, ama öyle kesin bir şey söyleyemeyiz.	
Öğrenci-4: V_2 daha hızlı. $V_2 > V_1$. Ama sonra yavaşlıyor. Araştırmacı: Yavaşlıyor mu? Öğrenci-4: 2'de konumları eşit oldu, yetiştii buna, 3'de bunu geçti. 4'de neredeyse hızları eşit oldu. Sonra 5'de geriledi. Araştırmacı: Hızlarının eşit olduğu an var mı? Öğrenci-4: $d_1 = d_2$ ise hızları eşit. Araştırmacı: 2 numarada yan yan görünüyorlar mı? Öğrenci-4: Konumsal olarak yan yana. Araştırmacı: Bu hızlarının eşit olduğu anlamına gelir mi? Öğrenci-4: Gelmez. Konum aynı hız değil. Araştırmacı: 2 yada 5'de hızları eşit mi? diye soruyorum. Öğrenci-4: Değil o zaman. 2'de ve 5'de V'ler sabit değil.	

Tablo 14. (Devamı)

Öğrenci-5: 2. Durum için $V_1 < V_2$ olabilir, çünkü daha geride. Eşit zaman aralığında eğer yetiştiyse V_2'nin hızı artmış yani eşit değil. Araştırmacı: 5'de? Öğrenci-5: 5'de $V_1 > V_2$ olabilir. Ya da eşit olabilir. $V_1 > V_2$ diyorum. Araştırmacı: Hızlarının eşit olduğu an var mı sence? Öğrenci-5: 4'de olabilir.	
Öğrenci-6: Alttaki sabit hızla hareket ediyor. Üsttekinin hızı değişiyor. Araştırmacı: Hızlarının eşit olduğu an var mı? Öğrenci-6: 2 için eşit değildir, çünkü konum değişiklikleri farklı. Hızları farklı olmalı ki, bu konumlara gelsinler. Araştırmacı: Peki 5 için? Öğrenci-6: 5'de de aynı şey geçerli. Aradaki mesafe farklı olduğundan hızlarının aynı olduğundan bahsedemeyiz. Araştırmacı: Bunların hızlarının eşit olduğu bir aralık var mı? Öğrenci-6: Hayır, hiç birinde eşit değil.	
Öğrenci-7: Süreleri aynı, ivme hakkında bir şey dememiş, süreleri eşittir. Araştırmacı: Hızları hakkında bilgi verebilir misin? Öğrenci-7: O zaman hızları da aynıdır. Araştırmacı: Eşit zaman aralıkları verilmiş. 2 ve 5 anlarındaki hızları soruyor? Aynı mıdır, farklı mıdır, eşit midir? Öğrenci-7: Değişiyor. Üstteki 4-5 arasında hızlanmış, alttaki de yavaşlamış. Araştırmacı: Hızların eşit olduğu bir an var mı, sence burada? Öğrenci-7: 3 ile 4 arasında eşittir.	

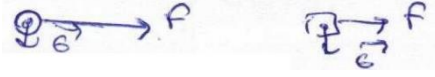
Bu soruda üç öğrenci, cisimlerin hızlarının birbirine eşit olduğu herhangi bir anın olduğunu, üç öğrenci ise bu cisimlerin hızlarının eşit olduğu herhangi bir anın olmadığını söylemiştir. Bu soruda bir öğrenci de yeterli bilgilerinin olmadığını ve herhangi bir yorum yapamayacaklarını söylemişlerdir. Cisimlerin hızlarının eşit olduğunu söyleyen üç öğrenciden biri 2 ve 5. anlarda cisimlerin hızlarının eşit olabileceğini ifade etmiştir. 2 öğrenci de 2, 3, 4 ve 5. anlarda hızların eşit olacağını belirtmiştir.

Tablo 15. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 11. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-11. Yatay bir zemin üzerinde bulunan bir cisme, yatay bir kuvvet uygulandığında cisim sabit bir V_0 hızı ile hareket ediyor. Bu hareket sırasında cisme etkiyen kuvvetler nelerdir? Şekil çizerek gösteriniz.

Tablo 15. (Devamı)

Öğrenci-1: Cisim yatay zemin üzerinde kuvvet uygulandığında sadece F uygulanan kuvvet vardır. Bir de aşağı doğru G yerçekimi kuvveti var.



Araştırmacı: Başka kuvvetler var mı?

Öğrenci-1: Sadece böyle iki kuvvet var.

Araştırmacı: Bu kuvvetlerin büyüklüğü hakkında ne söylenebilir?

Öğrenci-1: Yatayda uygulanan kuvvet daha büyük olur.

$F > G$ Hareket ettiği için

Araştırmacı: Neden öyle olduğunu düşünüyorsun?

Öğrenci-1: Yatay olarak hareket ettiği için.

Araştırmacı: Uygulanan kuvvet iki katına çıkarılırsa cismin hızı ne olur?

Öğrenci-1: Cisim sabit hızla gittiği için değişmez. Hayır, kuvvet iki katına çıktığı için değişir.

Araştırmacı: Nasıl değişir?

Öğrenci-1: Hızı da iki katına çıkabilir.

$\Sigma F_{net} = 0$ 2, 1, 9

Araştırmacı: Hızı tam olarak iki kat mı olur yoksa daha az ya da daha çok mu olur?

Öğrenci-1: Bir buçuk kat da olabilir.

Araştırmacı: Kuvvetin aniden ortadan kaldırılması halinde cisim nasıl hareket eder?

Öğrenci-1: Durdurulmadığı sürece sonsuza kadar gider.

Sürtünme bir aniden oldu için devron kuvvet uygulanmadığı sürece devron eder.

Öğrenci-2: Cisim yatay zemin üzerinde uygulanan F kuvveti etki eder. Sürtünme kuvveti etki eder. Birde yerçekimi kuvveti etki eder.

Araştırmacı: Sürtünmenin yönü nedir?

Öğrenci-2: Bizim uyguladığımız kuvvete ters yönde.

Araştırmacı: Bu kuvvetlerden hangisi büyük?

Öğrenci-2: Bizim uyguladığımız kuvvet büyük. Çünkü hareket etmiş.

Araştırmacı: Uygulanan kuvvet iki katına çıkarılırsa, cismin hızı ne olur?

Öğrenci-2: Kuvvet iki katına çıktığı için hızı da artar.

Araştırmacı: Nasıl değişir?

Öğrenci-2: Sabit hızı bozulur ve hızı artar.

Araştırmacı: Kuvvetin aniden ortadan kaldırılması halinde, cisim nasıl hareket eder?

Öğrenci-2: Cisim durur.

Araştırmacı: Aniden durur mu?

Öğrenci-2: Hayır aniden durmaz. Belli bir yol kat eder, sürtünme kuvveti ile bizim uyguladığımız kuvvet eşit olduğunda yavaşlayarak durur.

Araştırmacı: Sürtünmesiz olsaydı ne olur?

Öğrenci-2: Aynı hızla devam ederdi sonsuza kadar?

Araştırmacı: Sabit mi, artan bir hızla mı devam ederdi?

Sabit hızla.

Tablo 15. (Devamı)

Öğrenci-3: Yerin merkezine doğru yer çekimi kuvveti vardır.

→ Yerin merkezine doğru yer çekimi → Uygulanan kuvvet.
→ Sürtünme kuvvetleri

Araştırmacı: Başka kuvvetler var mı?

Öğrenci-3: Başka da yok. Bu soruyu geçelim.

Araştırmacı: Uygulanan kuvvet iki katına çıkarılırsa, cismin hızı ne olur?

Öğrenci-3: Kuvvet, kütle ve ivme ile alakalı. Kütleimiz sabit, kuvveti eğer iki katına çıkarırsak, ivmesi iki katına çıkabilir.

Araştırmacı: Hızlanır mı?

Öğrenci-3: Evet, ivmenin iki katına çıkması hızda bir artış olduğunu gösterir.

Araştırmacı: Sabit olan hızı 60 km/saat olsun, 120 km/saat'e çıktı, bu hızda sabit mi gider, hızlanır mı yoksa yavaşlar mı?

Öğrenci-3: 120 km/saat'e çıkana kadar, hızlanarak hareket edecek. 120 km/saat'den sonra sabit hızla hareket edecek.

Araştırmacı: Kuvvetin aniden ortadan kaldırılması halinde ne olur?

Öğrenci-3: Cisim belli süre sabit bir hızla gider, sonra sürtünmenin etkisi ile yavaşlar ve durur. O zaman kuvvetlerden biriside sürtünme kuvvetiymiş. Bir de bizim uyguladığımız kuvvet var.

Araştırmacı: Sence bu kuvvetlerin hangisi büyük?

Öğrenci-3: Harekete geçtiğine göre bizim uyguladığımız kuvvet daha büyük diye düşünüyorum.

uygulanan kuvvet. daha büyüktür.

Öğrenci-4: F kuvveti ile çekiliyor, bir mg 'si var. $F_{\text{sürtünme}}$ var.

Araştırmacı: Başka Kuvvet var mı?

Öğrenci-4: Yerin cisme uyguladığı tepki kuvveti. F_t yazalım.

Araştırmacı: Dört tane kuvvet gösterdin. Bu kuvvetlerin büyüklükleri hakkında ne söylenebilir?

Öğrenci-4: En büyük F .

Araştırmacı: Neden?

Öğrenci-4: Hareket olması için.

Araştırmacı: mg 'den daha mı büyük olması gerekiyor?

Öğrenci-4: Sürtünme katsayısına göre değişiyor.

Araştırmacı: mg 'ye eşitse benim uyguladığım kuvvet?

Öğrenci-4: Sürtünme katsayısını bilmek gerekiyor.

Araştırmacı: Bu dört kuvvetten en büyük olanı F diyorsun bunun sebebi de?

Öğrenci-4: Sürtünme kuvvetinin değerini bilmiyoruz. Çünkü sürtünme kuvveti 1'den büyük olabilir. Harekete başlama ile başlamama noktasında tutarız. Harekete geçmesi için F 'in en büyük olması gerekiyor.

Araştırmacı: Uygulanan kuvvet iki katına çıkarılırsa ne olur?

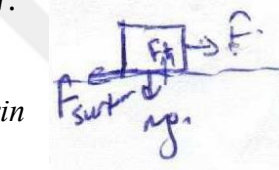
Öğrenci-4: Hız artar, ivme artar. İvmelendiği için hızı da artacaktır.

Araştırmacı: Hızlanarak hareket edecek yani.

Öğrenci-4: Aynen öyle.

Araştırmacı: Kuvvetin aniden ortadan kaldırılması halinde cisim nasıl hareket eder?

Öğrenci-4: Uygulanan F kuvvetinin oluşturduğu kinetik enerji bitene kadar gidecek, sonra duracak. Yavaşlayarak duracak.

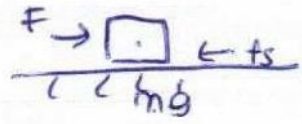
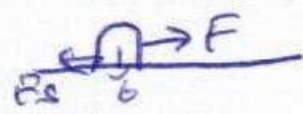


$F >$

Hızlanır

Yavaşlayan hareket

Tablo 15. (Devamı)

Öğrenci-5: Benim uyguladığım bir F kuvveti var. Sürtünme kuvveti var. F kuvvetine ters yönde F_s'si var. Birde cisme etkiyen yer çekimi kuvveti var. Araştırmacı: Bunların büyüklükleri ile ilgili ne söyleyebilirsin? Öğrenci-5: V_0 hızı ile hareket etmeye başladıysa, $F > F_s$'dir. Mg'si hakkında yorum yapamam. Araştırmacı: Uygulanan kuvvet iki katına çıkarılırsa cismin hızı ne olur? Öğrenci-5: Hızlanır ve $2V$ sabit hızı ile hareket eder. Araştırmacı: Kuvvetin aniden ortadan kaldırılması halinde cisim nasıl hareket eder? Öğrenci-5: Bir müddet gider ve hızı yavaşlayarak durur.	
Öğrenci-6: F var, F_s sürtünme kuvveti de uygulanır. Toplam iki tanedir. Birde yerçekimi kuvveti var. Araştırmacı: Bu üçünün büyüklüklerini kıyaslasak. Öğrenci-6: $F > G = F_s$'dir. Araştırmacı: Uygulanan kuvvet iki katına çıkarılırsa, cismin hızı ne olur? Öğrenci-6: İki kat artar. Araştırmacı: Hızlanan bir hareket mi olur, arttıktan sonra sabit hızlı mı olur? Öğrenci-6: Hızı iki katına çıkarsa sürekli hızlanan hareket olur. Araştırmacı: Bunun sebebi ne olabilir? Neden hızlanan bir hareket yapıyor? Öğrenci-6: Çünkü sürtünme kuvvetine bağlıydı biraz önce, birbirine eşitmiş demek ki. Sabit bir hızla devam ediyordu ama iki katına çıkartılırsa, F değeri sürtünme kuvvetinden büyük olur. Bu yüzden sürekli hızlanan bir hareket yapar. Araştırmacı: Kuvvetin aniden ortadan kaldırılması halinde cisim nasıl hareket eder? Öğrenci-6: Yavaş yavaş sürtünme kuvvetinden dolayı cisim önce yavaşlar, sonra durur.	
Öğrenci-7: Sadece uygulanan F kuvveti vardır. Araştırmacı: Başka? Varsa tabi. Öğrenci-7: Sadece F kuvveti etki ediyor. Araştırmacı: Uygulanan kuvvet iki katına çıkarılırsa, cismin hızı ne olur? Öğrenci-7: İki katına çıkarttığımızda, $2F$ olduğu zaman, ma'dan, kütle sabit zaten, ivme de iki katına çıkar. İvmeyi iki katına çıkarttığı için de, hızda iki katına çıkar, hızlanır. Araştırmacı: Kuvvetin aniden ortadan kaldırılması halinde, cisim nasıl hareket eder? Öğrenci-7: Biraz yavaş ilerler, sonra durur.	

Bu soruda 5 öğrenci yatay zeminde hareket eden cisme F kuvveti, yerçekimi kuvveti ve sürtünme kuvvetinin etki ettiğini, bu öğrencilerden biri ise bu kuvvetlerin yanında etki-tepki kuvvetinin de olduğunu söylemişlerdir. 1 öğrenci sadece F kuvvetinin olduğunu, başka etkiyen kuvvetin olmadığını belirtmiştir. Diğer 1 öğrencide uygulanan F kuvveti ile birlikte cismin ağırlığından dolayı yerçekimi kuvvetinin varlığından söz etmiştir. Öğrencilerin tamamı cismin hareket edebilmesi için uygulanan yatay kuvvetin sürtünme kuvvetinden büyük olması gerektiğini ifade etmiştir. 4 öğrenci kuvvet iki katına çıkarılırsa cismin hızının artacağını, sabit hızla hareket edemeyeceğini söylemişlerdir. 2 öğrenci ise, cismin yine sabit hızla

hareketine devam edeceğini dile getirmiştir. Uygulanan kuvvetin kaldırılması halinde ise öğrencilerin tamamı cismin hareketine devam edeceğini ancak sürtünmenin etkisi ile bir süre sonra duracağını belirtmişlerdir.

Tablo 16. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 12. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-12. Sürtünmesiz bir buz pistinde, ağırlıkları birbirinden farklı iki patenciden ağır olan diğerini itiyor. İtme sırasında patenciler birbirine kuvvet uygular mı? Bu kuvvetlerin büyüklükleri hakkında ne söylenebilir?

Öğrenci-1: Uygular, biri 2m kütleli, diğeri m kütleli olsun. Tabii ki birbirine kuvvet uygular.

Handwritten notes: 2m, m, Birer for 10

Araştırmacı: Eşit mi? Hangisi daha büyük kuvvet uygular?

Öğrenci-1: Eşit değil, 2m kütleli olan daha çok kuvvet uygular. Mesela cılız bir çocuğun itmesi ile şişman bir çocuğun itmesi aynı değil.

Araştırmacı: Ne kadar fazla kuvvet uyguladığını düşünüyorsunuz?

Öğrenci-1: Oranı kaç katına geliyorsa, o kadar kuvvet uygular.

Araştırmacı: Ağırlığı ile doğru orantılı olduğunu mu düşünüyorsun?

Öğrenci-1: Tam olarak öyle diyemeyiz. Ağırlığı ile tam doğru orantılı değil ama ağır olan biraz daha fazla kuvvet uygular.

Öğrenci-2: İten patenci kuvvet uygular. İten tarafında hareket eder. Ağır olan kuvvet uygular, ama hafif olan uygulamaz.

Araştırmacı: Ne kadar fazla kuvvet uyguladığını düşünüyorsunuz?

Öğrenci-2: Ağır olan daha fazla kuvvet uygular. Çünkü o yönde gider.

Araştırmacı: Biri 30 kg diğeri 60 kg olduğunu farz edelim. Ne kadar kuvvet uygular ağır olan?

Öğrenci-2: Ağır olan diğerinden 2 kat daha fazla kuvvet uygular.

Araştırmacı: Ağırlığı ile doğru orantılı olduğunu mu düşünüyorsun?

Öğrenci-2: Evet ağırlığı ile doğru orantılı.

Araştırmacı: İkisi birbirini itseydi, birbirine kuvvet uygular mıydı?

Öğrenci-2: İkisi de uygular. Net kuvvete bakacaktık. Ağır olan daha fazla kuvvet uygular.

Öğrenci-3: Patenciler birbirine kuvvet uygularlar. Hareketin yönüne de bağlı.

Araştırmacı: Hangisi daha çok uygular? Eşit mi farklı mı?

Öğrenci-3: Ağır olan etki uygular, diğeri tepki veriyor. Hareketin yönüne göre değişir.

Öğrenci-4: Yine etki-tepki prensibinden, uygulanan kuvvet aynıdır, ama etki farklıdır.

Araştırmacı: Nasıl?

Handwritten note: etki tepkide eşit kuvvet

Öğrenci-4: Ben zayıf olanı ittiğimde, ben yarım metre gidiyorsam, o 3-4 metre gidebilir. Ama sonuçta F aynı.

Araştırmacı: Biri diğerini itiyor, diğeri duruyor.

Öğrenci-4: Diğeri de tepki gösterecek. İkisi birbirine eşit kuvvet uygular.

Handwritten diagram: A box with an arrow pointing right, labeled 'F'.

Öğrenci-5: Evet. Etki-tepki olur.

Araştırmacı: Hangisi daha çok kuvvet uygular?

Öğrenci-5: İten. Ağır olanın uygulayacağı kuvvet büyük.

Araştırmacı: Uygulanan kuvvetler ağırlıkları ile doğru orantılı mı? Biri diğerinin iki katı olsa.

Öğrenci-5: İki katı değil de ağır olan, daha büyük kuvvet uygular.

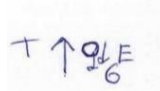
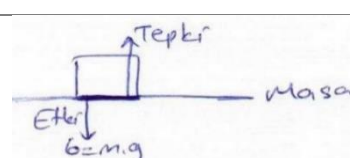
Tablo 16. (Devamı)

Öğrenci-6: Evet kuvvet uygularlar. Araştırmacı: Uyguladıkları kuvvetlerin büyüklükleri ile ilgili ne diyebiliriz? Öğrenci-6: Kütlesi büyük olan, kütlesi küçük olana, daha büyük kuvvet uygular. Araştırmacı: Ağırlıkları oranında mı? Diyelim ki biri 50kg, diğeri 100kg. Biri diğerrinin iki katı mı olur? Öğrenci-6: Evet iki katı olur. Araştırmacı: Hafif olan kuvvet uyguluyor mu? Öğrenci-6: Yine uygular, ama büyüğün daha çok olur.	
Öğrenci-7: Evet birbirine kuvvet uygularlar. Araştırmacı: Kuvvetlerin büyüklükleri hakkında ne diyebilirsiniz? Öğrenci-7: Ağırlığı büyük olan diğerrine daha büyük kuvvet uygular. Küçük olanda küçük kuvvet uygular. Araştırmacı: Ağırlığı ile doğru orantılı olarak mı kuvvet uygular? Öğrenci-7: Evet.	

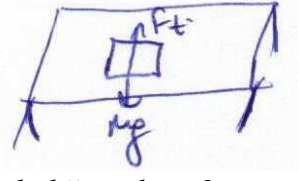
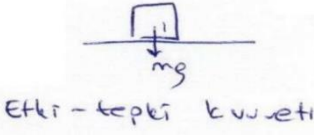
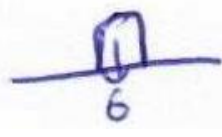
Bu soruda mülakat yapılan öğrencilerin tamamı sürtünmesiz bir buz pistinde, ağırlıkları birbirinden farklı iki patencinin birbirlerine kuvvet uyguladıklarını söylemişlerdir. Öğrencilerden 6'sı ağır olanın daha fazla kuvvet uygulayacağını 1 öğrenci ise patencilerin birbirine uyguladıkları kuvvetin eşit olduğunu söylemiştir.

Tablo 17. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 13. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-13. Yatay bir zeminde hareketsiz olarak duran bir cisme etkiyen kuvvetleri çizerek gösteriniz.

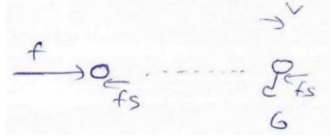
Öğrenci-1: Sadece hareketsiz olduğu için yerçekimi kuvveti vardır. Araştırmacı: Başka etkiyen kuvvet var mı? Öğrenci-1: Başka kuvvet etki etmez. Araştırmacı: Neden böyle düşündüğünü söyler misiniz? Öğrenci-1: Hareketsiz durduğu için.	
Öğrenci-2: Sadece hareketsiz olduğu için yerçekimi kuvveti vardır. Araştırmacı: Başka etkiyen kuvvet var mı? Öğrenci-2: Etki-tepki kuvvetleri var. Etki-tepki birbirinin ters yönünde. Zemin cisme tepki uygular. Cisim zemine etki kuvveti uygular. Araştırmacı: Üç tane mi kuvvet var? Öğrenci-2: Üç tane var.	 1 - Etki kuvvet 2 - Tepki " 3 - Yerçekimi
Öğrenci-3: Kutunun yere uyguladığı G'si var, kütlesinden ötürü. Masanın da zemine uyguladığı bir tepkisi var. Araştırmacı: Bunların büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsin? Öğrenci-3: Bir hareket yok, Masa olmasaydı, kutu yere düşecekti. Demek ki masanın kutuya uyguladığı kuvvet daha büyük. Tepki kuvveti daha büyük.	 Tepki > Etki

Tablo 17. (Devamı)

Öğrenci-4: Masa ve bir cisim çizelim. Aşağıya doğru bir mg'si var. Yukarıya doğru F_{Tepki}'si var. Araştırmacı: İki tane kuvvet var, yani cismin ağırlığı var, peki yukarıya doğru gösterdiğin ne? Öğrenci-4: Masanın tepki kuvveti. Araştırmacı: Hangisi büyük sence, mg'mi, masanın uyguladığı tepki mi? Öğrenci-4: Eşittir. Etki-tepki prensibi.	
Öğrenci-5: Cismin mg'si var, yere karşı. Masaya karşı bir etki-tepki kuvveti var başkada bir şey yok. Araştırmacı: Etki-tepkiyi şekil ile gösterebilir misin? Öğrenci-5: Var, ama gösteremem.	
Öğrenci-6: Sabit duruyor, sadece yerçekimi kuvveti uygulanır. Araştırmacı: Başka herhangi bir kuvvet var mı? Öğrenci-6: Yok. Varsa da F_{net} sıfırdır ve birbirine eşittir.	
Öğrenci-7: Durmuş zaten. Durmuşsa herhangi bir kuvvet uygulanmıyor. Hareket ettirmek için kuvvet uygulanması gerekiyor. Araştırmacı: Ağırlığı zemine kuvvet uygular mı? Öğrenci-7: Evet doğru, uygulayabilir.	

Bu soruda 4 öğrenci yerçekimi kuvveti ve etki-tepki kuvvetinin varlığından söz etmiştir. 3 öğrenci ise cisim masa üzerinde durduğu için sadece yerçekimi kuvvetinin etki ettiğini söylemiştir. 4 öğrenci masa üzerinde duran cismin masaya, masanın da cisme uyguladığı kuvvetlerin birbirine eşit olduğunu söylemiştir. Bu öğrencilerden üçü, tepki kuvvetinin daha büyük olması gerektiğini, aksi takdirde cismin yere düşeceğini ifade etmiştir. 4 öğrenciden biri ise etki-tepki prensibine göre cismin ağırlığının tepki kuvvetine eşit olduğunu söylemiştir.

Tablo 18. Yarı Yapılandırılmış Mülakat 14. Soru ve Alınan Cevaplar

Soru-14. Yatay ve sürtünmeli bir zeminde durmakta olan bir cisme, yatay olarak bir kuvvet uygulanarak sonra kuvvet ortadan kaldırılıyor. Bu cisme duruncaya kadar etki eden kuvvetleri şekil çizerek gösteriniz.	
Öğrenci-1: Yatay sürtünmeli bir zeminde hareket ettiği için F_s sürtünme kuvveti var, ayrıca F kuvveti var. Araştırmacı: Başka kuvvetler olduğunu düşünüyor musun? Öğrenci-1: Başka yok	
Öğrenci-2: Yatay sürtünmeli bir zeminde hareket ettiği için sürtünme kuvveti var, ayrıca F kuvveti var. Araştırmacı: Başka kuvvetler olduğunu düşünüyor musun? Öğrenci-2: Başka yok Araştırmacı: Kuvvet ortadan kaldırıldıktan sonra etkiyen kuvvetler neler? Öğrenci-2: Hızı var, bir sürtünme kuvveti etki edecek, onun haricinde birde yer çekimi kuvveti var. Başka da bir kuvvet yok.	

Tablo 18. (Devamı)

Öğrenci-3: Bıraktıktan sonra belli bir hızda hareket edecek, sürtünme kuvveti bizim uyguladığımız kuvveti yenene kadar yavaşlayan hareket yapacak.

Araştırmacı: Hangi kuvvetler var?

Öğrenci-3: Uyguladığımız kuvvet var, sürtünme kuvvetimiz var.

Araştırmacı: Hangisi büyük?

Öğrenci-3: Hareket esnasında uyguladığımız kuvvet, sürtünme kuvvetinden daha büyük. Temasımız bittikten sonra, bıraktığımızda sürtünme kuvveti uyguladığımız kuvveti yenene kadar, sürtünme kalır.

Araştırmacı: Uygulanan kuvvet ortadan kaldırıldıktan sonra, etki etmeye devam eder mi?

Öğrenci-3: Kuvvet etki eder, ama sürtünme kuvvetinden daha küçük olur.

Öğrenci-4: Sürtünmeli. Cisim F ile çekiliyor. Burada V_0 hızına sahip. F gitti, şuraya gelecek, $V_0=0$ olacak, durduğu nokta. Etki eden kuvveti istiyor. $F_{\text{sürtünme}}$ kuvveti var. Aşağıya doğru mg 'si var, mg olduğu için $F_{\text{sürtünme}}$ oldu. Zeminin uyguladığı bir tepki var.

Araştırmacı: Uyguladığımız kuvvet var mı?

Öğrenci-4: Artık yok. F kalktı.

Araştırmacı: Bunların büyüklükleri ile ilgili ne diyebilirsiniz?

Öğrenci-4: $mg = F_s + F_T$ olabilir. Hareketli bir yüzey olduğu için mg 'nin tamamı tepki kuvveti olarak verilemiyor. Çok hızlanınca yer çekimi sıfıra gidiyor, burada da hareket olduğu için mg 'nin tamamı tepki kuvveti olarak verilmez diye düşünüyorum, bir kısmı F_s 'yi itecektir.

Araştırmacı: O zaman, $mg = F_s + F_T$ olabilir, diyorsun.

Öğrenci-4: Eşit veya küçüktür. Bununla ilgili ne bir bilgim yok.

Öğrenci-5: Yatay sürtünmeli bir zemin diyor. Bu cisme ben bir kuvvet uyguluyorum. Ters F_s 'si olsun. Daha sonra sadece F_s var. İtme bittiğinde F yok. Birde mg var.

Araştırmacı: Peki büyüklükleri ile ilgili ne diyebiliriz?

Öğrenci-5: F büyük ki sürtünmeli alanda harekete geçmiş. $F > F_s$ oluyor. mg küçükte olabilir, büyükte.

Öğrenci-6: V hızı ile ilerliyor. Sürtünme var burada. Sürtünme kuvvetinin etkisi ile yavaş yavaş durur. O zamana kadar 3 kuvvet uygulanır; kendi hızı, sürtünme kuvveti ve ağırlığı.

Araştırmacı: Sence hız kuvvet mi?

Öğrenci-6: Tam değil, ama uygulanan kuvvet olduğu için, ilerliyorsa bir kuvvet uygulanyordur.

Araştırmacı: Bundan dolayı da bir hızı var diyorsun.

Öğrenci-6: Evet.

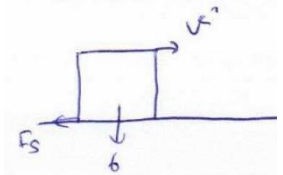
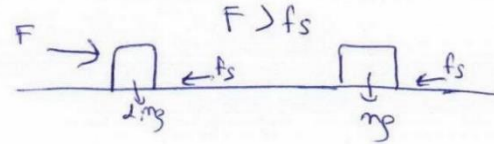
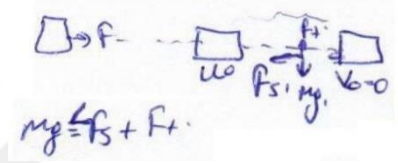
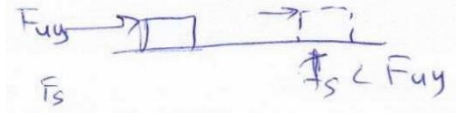
Araştırmacı: Peki kuvveti uyguluyor sonra bırakıyor, kuvveti uygulamaya devam etmiş oluyor mu?

Öğrenci-6: Hayır. Kuvvet kalkıyor ama etkisiyle hızı devam ediyor.

Öğrenci-7: Biraz ilerler sonra durur.

Araştırmacı: Duruncaya kadar hangi kuvvetler etki eder?

Öğrenci-7: Aşağıya doğru, zemine uygulanan bir mg kuvveti vardır. Başka da yoktur.



Bu soruya 6 öğrenci yatay zeminde durmakta olan cisim harekete geçirildiği için, bu cisme sürtünme kuvveti ve yerçekimi kuvvetinin etki edeceğini belirtmiştir. Ayrıca bu öğrenciler cismin hareketine neden olan bir F kuvvetin varlığından da söz etmişlerdir. Bu kuvvetlerden hangisinin büyük olacağı sorusuna ise F kuvvetinin sürtünme kuvvetinden daha büyük olması gerektiğini dile getirmişlerdir. Sadece bir öğrenci ise, cisim yatay zeminde sadece mg kuvveti var ve biraz ilerler sonra durur şeklinde cevap vermiştir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu bölümde çalışmadan elde edilen bulguların yorumu yapılarak, daha önce bu konu üzerine yapılmış olan araştırmaların bulguları ışığında tartışma yapılmıştır. Ayrıca, bu çalışmanın bulguları ve araştırma süreci dikkate alınarak, daha sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutabilecek önerilerde bulunulmuştur.

Sonuç ve Tartışma

Çalışmanın bulguları öğrencilerin kuvvet ve hareket konuları ile ilgili olarak çok sayıda ve oldukça yaygın kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Bu konularda Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı öğrencileri arasında yaygınlık düzeyi %10 ve üzerinde olan 40 farklı kavram yanlışısı tespit edilmiştir. Bulgulardan bu yanlışların önemli bir kısmının (22) yaygınlık düzeyinin %30'un üzerinde olduğu görülmektedir. Tespit edilen diğer yanlışların yaygınlık düzeyi ise %12 ile %30 arasında değişmektedir.

Öğrencilerin önemli bir kısmı, serbest düşme sırasında ağır cisimlerin yere daha hızlı bir şekilde düşeceklerini düşünmektedirler. Bu anlayışa sahip olan öğrencilerin bir kısmı düşen maddelerin ağırlıkları ile düşme sürelerinin ters orantılı olduğunu, bir kısmı da ağır cisimlerin daha kısa sürede düşeceğini ancak ağırlık ile düşme süresi arasında bir oranın olmadığını belirtmektedirler. Kuvvet ve hareket konuları ile ilgili olarak daha önce farklı seviyelerdeki öğrencilerde yapılan araştırmalarda, aynı yanlışın yaygın bir şekilde bulunduğu tespit edilmiştir (Gunstone, 1987; Temizkan, 2003). Bu yanlışların nedenlerini ortaya koymak amacı ile yapılan mülakatlarda öğrenciler, ağırlığın düşme süresi açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir. Böyle bir yanlışın nedenin günlük deneyimler olduğu söylenebilir. Günlük yaşamdaki deneyimlerde cismin boyutlarına bağlı olarak hava direnci anlamlı hale gelebilmektedir. Oysa sürtünmesiz bir ortamda cisimlerin boyutları ve ağırlıkları ne olursa olsun belli bir yükseklikten bırakılan iki cisim yere aynı anda düşer. Ancak öğrenciler bu şekilde sürtünmesiz bir ortam hayal edemedikleri için günlük yaşamlarındaki deneyimlerinden hareketle, ağır olan cisimlerin daha önce yere düşeceklerini düşünmektedirler. Serbest düşme durumlarında cismin boyutları, ağırlığının yanında yeterince küçük ise hava direnci ihmal edilecek kadar önemsiz hale gelmektedir. Başka bir ifade ile cisimlerin ağırlıklarına oranla boyutları arttıkça havanın direnci de artmaktadır. Örneğin metal bir bilye ile bir A4 kâğıdının belirli bir yükseklikten serbest düşmeye bırakılmaları halinde,

bilye kâğıttan daha önce yere düşmektedir. Ancak kâğıdın buruşturulmak suretiyle boyutunun küçültülmesi ile yere düşme süresinin kısaldığı ve bilye ile hemen hemen aynı sürede yere düştüğü bilinmektedir. Bu durum konunun anlaşılması ve mevcut yanlışlığın giderilmesi açısından kullanılabilecek iyi bir örnek olarak düşünülebilir. Diğer taraftan bazı öğrenciler ağırlığı fazla olan cisimlere etki eden yerçekimi kuvveti fazla olduğu için, ağır cisimlerin yere daha kısa sürede düştüklerini düşünerek yanlışlığa sahip olabilmektedirler. Bu durum Newton'un ikinci yasasının öğrenciler tarafından iyi kavranamadığını göstermektedir. Oysa cisimlere etki eden yerçekimi ivmesi aynı olduğu için cisimler yere aynı sürede düşerler. Bazı öğrencilerin ise yine serbest düşme ile ilgili olarak, “cisimler düşerken yere yaklaştıkça etkiyen yerçekimi kuvveti artar” şeklinde bir anlayışa sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu düşünce tarzı kuvvetin hız ile doğru orantılı olduğu şeklindeki Aristo mantığı ile örtüşmektedir. Bu anlayışı çürüten Newton'un ikinci yasasının, öğrenciler tarafından yeterli düzeyde kavranamadığı görülmektedir.

Ayrıca, bu anlayışa sahip olan öğrencilerin düşey olarak yukarıya doğru fırlatılan bir cisme, maksimum yüksekliğe çıkıncaya kadar geçen sürede yerçekimi kuvvetinin etki etmediğini düşündükleri anlaşılmaktadır. Diğer taraftan bazı öğrencilerin, cisimlere yerçekimi kuvveti ile birlikte aşağıya doğru havanın basınç kuvvetinin de etki ettiğini düşündükleri anlaşılmaktadır. Yani öğrenciler atmosfer basıncının sadece aşağıya doğru etki ettiğini düşündükleri söylenebilir. Ancak gerçekte atmosfer basıncı her yönde etki etmektedir. Bazı öğrenciler de yatay bir zeminde sabit hızla hareket eden bir cisme etki eden yatay kuvvetin yerçekimi kuvvetine eşit olduğunu düşünmektedirler. Bu şekilde düşünen öğrencilerin genellikle hareketi yatay ve düşey doğrultularda ayrı ayrı analiz etmeleri gerektiğini bilmedikleri söylenebilir. Oysa cismin yataydaki hareketi incelenirken yalnızca cisme etki eden yatay kuvvetler dikkate alınmalıdır. Aynı durum düşey doğrultudaki hareket için de geçerlidir. Bazı öğrenciler de hareketin olabilmesi için yatay kuvvetin sürtünme kuvvetinden büyük olması gerektiği anlayışına sahiptirler. Bu anlayış kuvvet olmazsa hareket de olmaz şeklindeki Aristo fiziği görüşünün, öğrencilerde de bulunduğunu göstermektedir. Bu durum Aristo fiziğinin bu yanlış anlayışını ortadan kaldıran, Newton'un birinci yasasının öğrenciler tarafından içselleştirilemediğini ima etmektedir. Temizkan (2003) tarafından yapılan çalışmada da, lise düzeyindeki öğrencilerin hareket yönünde cisme etkiyen net bir kuvvetin olmasının zorunlu olduğunu düşündükleri rapor edilmektedir.

Etki tepki kuvvet çiftleri ile ilgili olarak, çalışma kapsamında öğrencilerin; “farklı kütleli iki cismin merkezi çarpışması esnasında büyük kütleli cisim daha büyük kuvvet uygular, bir cismin başka bir cismi iterek hareket ettirmesi durumunda aktif olan (iten), pasif

olan (itilen) cisme daha büyük kuvvet uygular” şeklinde, bilimsel olarak yanlış anlayışlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrenciler iki cismin çarpışması halinde, kütlelerine bağlı olarak birbirlerine kuvvet uygulayacaklarını ve kütle arttıkça uygulanan kuvvetin de artacağını düşünmektedirler. Bu durum öğrencilerin günlük yaşamlarından elde ettikleri deneyimler neticesinde ortaya çıkan bir kavram yanılığı olabilir. Oysa bilimsel olarak Newton’un etki-tepki yasasına göre çarpışma sırasında cisimlerin kütleleri ne olursa olsun, birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerin büyüklükleri eşit olmaktadır. Bu bilgi sağduyuya ters düşen bir bilgi olarak değerlendirilebilir. Yanılığın temel sebebi bu şekilde açıklanabilir. Öğrenciler genellikle günlük yaşamda bu konu ile ilgili olarak karşılaştıkları durumları, cisimlerin çarpışma sonrasında gördükleri zarara göre değerlendirmekte ve fazla zarar gören cismin daha büyük bir kuvvete maruz kaldığını düşünmektedirler. Örneğin büyük bir kamyon ile küçük bir otomobilin çarpışması halinde, otomobil daha fazla zarar gördüğü için kamyonun otomobile uyguladığı kuvvetin daha büyük olduğunu düşünmektedirler (Halloun & Hestenes, 1985; Hestenes & Halloun, 1995; Koponen & Huttunen, 2013; Savinainen & Scott, 2002; Temizkan, 2003). Çalışmada araştırma grubu kapsamındaki öğrencilerin önemli bir kısmı, bir cisme dairesel hareket yaptıran şartların ortadan kalkması durumunda cisim dairesel hareketini sürdürme eğiliminde olduğunu düşünmektedir. Bu yanılığın Aristoteles sonrasında bazı bilim adamlarının hareketi açıklamak için ortaya attıkları impetus kavramı ile açıklanabilir. Buna göre öğrenciler, cismin dairesel hareket yapmasına neden olan etkinin, cisme dairesel hareket etkisini aktardığını düşünmektedirler. Bu şekilde düşünen öğrencilerde, dairesel hareketi oluşturan etkinin ortadan kaldırılması durumunda cismin dairesel harekete devam edeceği şeklinde, bilimsel olarak doğru olmayan bir anlayış ortaya çıkmaktadır (Demirçalı, 2006). Dairesel hareketle ilgili olarak öğrencilerde ayrıca, “bir cisme dairesel hareket yaptıran şartların ortadan kalkması durumunda, cisim merkez kaç kuvvetinin etkisi ile merkezden dışarıya doğru savrulur” şeklinde bir yanlış anlayış da bulunmaktadır. Gerçekte merkez kaç kuvveti diye bir kuvvet olmayıp, bazı hareket problemlerinin çözümü için uydurulmuş bir kuvvettir. Uydurulmuş olan bu kuvvet, burada ifade edildiği gibi çeşitli yanılığlara sebep olmaktadır.

Yukarıda tartışılan kavram yanılıklarının dışında impetus kavramının neden olduğu, başlangıçtaki impetusun kaybedilmesi/kazanılması, kademeli/gecikmeli olarak impetusun oluşması, impetusun azalması ve darbe ile impetus sağlanması gibi yanılıklar da öğrenciler arasında oldukça yaygın bir şekilde bulunmaktadır.

Araştırma grubu kapsamındaki öğrencilerde hareket etkilerinin birleştirilmesi ile ilgili olarak önemli anlama güçlüklerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerde bu konuda,

“cisme etki eden son kuvvet cismin hareketini belirler” şeklinde önemli bir yanlışın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu anlayışa sahip olan öğrenciler; sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit bir hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanması ardından, cisim ilk hızından bağımsız olarak sadece anlık olarak sonradan etki eden bu kuvvetin kazandırdığı hız yönünde hareket edeceğini düşünmektedirler.

Öğrencilerin sahip oldukları bir başka yaygın yanlış da hızların toplanması ile ilgilidir. Öğrenciler, sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit hızla hareket eden cismin hareketine dik ve yatay düzleme paralel bir kuvvetin anlık olarak uygulanmasından sonra, cismin yeni hızının iki hızın aritmetik olarak toplamına eşit olacağını düşünmektedirler. Yani öğrenciler, hızı vektörel değil de, skaler bir büyüklük olarak dikkate almaktadırlar. Öğrenciler genellikle skaler büyüklüklerle işlemler (cebirsal işlemler) yaptıkları için vektörel büyüklüklerle yapılması gereken geometrik işlemleri de, skaler büyüklüklerle yapılan işlemler gibi düşünmektedirler. Bu durum ilgili konuda önemli yanlışlara neden olabilmektedir. Oysa vektörel işlemler skaler işlemlerden oldukça farklı olup, derslerde bu farkın iyice vurgulanması gerekmektedir (Küçüközer, 2009). Diğer taraftan hareket ile ilgili olarak anlama güçlüğüne bulunduğu başka bir konu da, konum ve hızın birbirine karıştırılmasıdır. Örneğin; öğrenciler, doğrusal bir yol boyunca aynı yönde hareket eden iki farklı aracın anlık olarak yan yana geldikleri durumda, bu araçların hızlarının birbirine eşit olacağını düşünmektedirler. Gerçekte böyle bir durumda, iki cismin hızı farklı da olabilmektedir. Bu nedenle derslerde hareket konusuna girilince, hareketin temelini teşkil eden konum, hız, ivme ve yer değiştirme gibi temel kavramların ayrıntılı bir şekilde açıklanarak, aralarındaki farkın irdelenmesi oldukça faydalı olacaktır.

Bu çalışmada öğrencilerde görülen önemli bir yanlış da “kütle cisimleri durdurur” şeklindedir. Bazı öğrenciler; yatay ve sürtünmeli bir zeminde sabit V_0 hızıyla hareket eden bir cisme uygulanan yatay kuvvetin kaldırılması durumunda, cisim hemen duracağını, bazı öğrenciler ise cisim belli bir süre sabit hızla hareket etmeye devam edip, sonra yavaşlayarak duracağını düşünmektedirler. Bu durum Newton’un birinci ve ikinci yasasının öğrenciler tarafından iyi kavranamadığını ortaya koymaktadır. Oysa gerçekte cisimler eylemsizlikleri nedeniyle hareket durumlarını koruma eğilimi sergilerler ve yatay kuvvet ortadan kaldırılınca, cisim eylemsizliği nedeniyle hareketini sürdürmek ister. Ancak, hareket yönüne zıt sürtünme kuvveti nedeniyle, cismin yavaşlayarak bir müddet sonra duracaktır. Yani, hareketi yavaşlatan ve cismi durduran etken kütle değil, sürtünme kuvvetidir.

Ayrıca bu çalışmada öğrencilerde “engeller kuvvet uygulamaz” şeklinde yaygın bir yanlışın olduğu da tespit edilmiştir. Bu yanlışla sahip olan öğrenciler, yatay bir zeminde hareketsiz olarak duran bir cisme, yalnızca aşağıya doğru yer çekimi kuvvetinin etki edeceğini düşünmektedirler. Yani bu yanlışla sahip öğrenciler, cismin dengede kalabilmesi için yatay zeminin de cisme, cismin ağırlığına eşit ve zıt yönlü bir kuvvet uygulayacağını ihmal etmektedirler.

Bu çalışma sonucunda yeni bir kavram yanlışla tespit edilememiş olup, bulunan yanlışlar literatürde daha önce belirlenen kavram yanlışları ile örtüşmektedir.

Öneriler

Bu kısımda araştırma süreci ve elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak araştırmacılara, eğitimcilere ve programcılara yönelik aşağıda sıralanan önerilerde bulunulmuştur:

- 1- Programlar geliştirilirken ya da güncellenirken, programcılarının kavram yanlışlarına yönelik bu tür çalışmaları incelemeleri yoluyla, öğrencilerin kavram yanlışlarını ve öğrenme güçlüklerini dikkate almaları, programların daha işlevsel olmasını sağlayacaktır.
- 2- Öğretmenlerin derslerini planlarken yine bu yanlışları dikkate almaları, öğrencilerin konuları kavramsal ve ilişkisel olarak öğrenebilmeleri açısından oldukça önemlidir.
- 3- Öğretmen adayları ile fiziğin diğer konularında da bu tür yanlış çalışmalarının yapılması, adayların farkındalık kazanmaları ve kendilerini geliştirmeleri açısından önemli görülmektedir.
- 4- Kavram yanlışlarının oluşumunu en aza indirebilmek için uygun öğretim materyalleri (gösteri deneyleri, simülasyonlar, videolar gibi) geliştirilerek öğretim ortamlarında kullanılmalıdır.
- 5- Öğrencilerin günlük yaşamlarından yola çıkarak, oluşturdukları kavram yanlışlarının giderilebilmesi için konu günlük yaşamdan bolca örnekler verilerek işlenmelidir.
- 6- Fizik derslerinde genellikle matematiksel problemlerin çözümüne ağırlık verilmektedir. Oysa derslerde sayısal problemlerin çözümünden önce hayatla ilişkilendirilerek, konunun kavramsal yönünün irdelenmesi ve bu yolla öğrencilerin kavramları zihinlerinde canlandırabilmeleri sağlanmaya çalışılmalıdır.
- 7- Newton'un hareket yasaları ile ilgili olarak öğrencilerde mevcut olan kavram yanlışlarının giderilerek kavramsal öğrenmenin gerçekleştirilmesi, fizik alanındaki daha ileri kavramların anlamlı ve doğru bir şekilde öğrenilebilmesi açısından oldukça önemlidir.

- 8- Öğretim ortamlarında yanlışların oluşumunun engellenebilmesi için, kavramların öğretiminde deneyler yardımıyla öğrencilere birinci elden deneyimler kazandırılmalıdır.
- 9- Laboratuvarlarda yapılan deneyler tasarlanırken, öğrencilerde tespit edilen yanlışlar göz önünde bulundurulmalı ve soyut içerikli kavramların kavranabilmesi ve yanlışların en aza indirilebilmesi amaçlanmalıdır.
- 10- Öğrencilerin mevcut bilgilerini ve varsa kavram yanlışlarını ortaya çıkarabilecek nitelikte sorulardan oluşan testlerin, konuların öğretiminden önce öğrencilere uygulanması gerekir.
- 11- Öğretim sürecinde öğrenciler aktif hale getirilerek, varsa yanlışlarının sınıf ortamlarında ders sırasında ortaya çıkarılması ve dersin buna göre yapılandırılması gerekir.

KAYNAKÇA

- Al-Hassani, S. T. S., Woodcock, E., & Saoud, R. (2006). *1001 inventions: Muslim heritage in our world* (2nd ed.). Manchester, UK: Foundation for Science Technology and Civilisation.
- Atasoy, Ş., & Akdeniz, A. R. (2007). Newton'un hareket kanunları konusunda kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik bir testin geliştirilmesi ve uygulanması. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 45-59.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., & Turgut, F. (1997). *Kimya öğretimi: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi hizmet öncesi öğretmen eğitimi*. Ankara, Türkiye: Yükseköğretim Kurulu (YÖK).
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Aykutlu, I., & Şen, A. (2011). Using analogies in determining and overcoming high school students' misconceptions about electric current. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 221-250.
- Azar, A., & Çepni, S. (1999). Fizik öğretmenlerinin kullandıkları öğretim etkinliklerinin mesleki deneyime göre değişimi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(16), 24-33.
- Bani-Salameh, H. N. (2016). How persistent are the misconceptions about force and motion held by college students? *Physics Education*, 52(014003), 1-7.
- Bayraktar, Ş. (2009). Misconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 273-291.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives. The Classification of educational goals, Handbook I: Cognitive domain*. Michigan, USA: David McKay.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878.
- Boo, H. K. (1998). Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.
- Büyükkaragöz, S., & Çivi, C. (1999). *Genel öğretim metotları* (9. baskı). Konya: Öz Eğitim Yayınları.
- Büyükkasap, E., Düzgün, B., & Ertuğrul, M. (2001). Lise öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramları. *Milli Eğitim Dergisi*, 149, 32-35.
- Büyükkasap, E., Düzgün, B., Ertuğrul, M., & Samancı, O. (1998). Bilgisayar destekli fen öğretiminin kavram yanlışları üzerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 6(2), 59-66.
- Büyükkasap, E., & Samancı, O. (1998). İlköğretim öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 4(5), 109-120.
- Büyüköztürk, S., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2015). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (19. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Ceylan, E. (2004). *Effect of instruction using conceptual change strategies on students' conceptions of chemical reactions and energy* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 153141)

- Champagne, A. B., Klopfer, L. E., & Anderson, J. H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48(12), 1074-1079.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.
- Coştu, B., Ayas, A., & Ünal, S. (2007). Kavram yanlışları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Coştu, B., Karataş, F. Ö., & Ayas, A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının kullanılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 33-48.
- Coştu, B., Ünal, S., & Ayas, A. (2007). Günlük yaşamdaki olayların fen bilimleri öğretiminde kullanılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 197-207.
- Çepni, S. (1997). Fizik öğretmen adaylarının temel terimlerdeki yanlışlarının akademik başarılarına etkileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 38, 26-28.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, F. (1997). *Fizik öğretimi: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi hizmet öncesi öğretmen eğitimi*. Ankara, Türkiye: Yükseköğretim Kurulu (YÖK).
- Çepni, S., & Keleş, E. (2006). Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 269-291.
- Çıbık, A. S., Bayram, S., & Bezci, K. (2015). Ortaöğretim öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal anlama düzeylerinin ve tutumlarının incelenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 5(3), 291-312.
- Çopur, T. (2008). *Öğrencilerin Newton'un hareket kanunlarındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde işbirlikli öğrenmenin etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 219057)
- Dekkers, P. J., & Thijs, G. D. (1998). Making productive use of students' initial conceptions in developing the concept of force. *Science education*, 82(1), 31-51.
- Demirçalı, S. (2006). *Üniversite öğrencilerinin kuvvet ve hareket kavramlarını algılamaları üzerine bir çalışma* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 181713)
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The Sage handbook of qualitative research* (3th ed.). USA: Sage.
- Dilber, R. (2006). *Fizik öğretiminde analogi kullanımının ve kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarının giderilmesine ve öğrenci başarısına etkisinin araştırılması* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 181511)
- Dönmez Usta, N., & Kasap, G. (2013). 2000-2012 yılları arasında Türkiye'de kuvvet ve hareket konusuna yönelik yapılan çalışmalar. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 76-91.
- Dönmez, Y. (2011). *Sınıf öğretmen adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 294164)
- Eryılmaz, A. (1992). *Students preconceptions in introductory mechanics*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Gökalp, M. S. (2011). *The effect of webquest based instruction on ninth grade students' achievement in and attitude towards force and motion* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 286267)

- Gönen, S. (2008). A study on student teachers' misconceptions and scientifically acceptable conceptions about mass and gravity. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 70-81.
- Gunstone, R. F. (1987). Student understanding in mechanics: A large population survey. *American Journal of Physics*, 55(8), 691-696.
- Günaydın, G. (2010). 6. Sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 274851)
- Günbatar, S., & Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Güneş, B. (2017a). *Doğru bilinen yanlışlardan, yanlış bilinen doğrulara: Fizikte Kavram yanlışları*. Ankara: Palme.
- Güneş, B. (2017b, 17 Aralık). Fizikte kavram yanlışları. <http://w3.gazi.edu.tr/~bgunes/files/kavramyanilgilari/kavramyanilgilari.html> adresinden edinilmiştir.
- Halloun, I., Hake, R., Mosca, E., & Hestenes, D. (1995). Force concept inventory [Multiple-choice test]. Retrieved from <http://modeling.asu.edu/R&E/Research.html>
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory: A response to March 1995 critique by Huffman and Heller. *The physics teacher*, 33(8), 502-502.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher*, 30(3), 141-158.
- Ishimoto, M. (2010). Preconceptions of Japanese students surveyed using the Force and Motion Conceptual Evaluation. In Paosawatyanong B. & Wattanakaswich P. (Eds.), *American Institute of Physics Conference Proceedings 1263*. (pp. 147-150) doi: 10.1063/1.3479854
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2003). Investigating Greek students' ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, 33(3), 375-392.
- Karaçam, S. (2009). Öğrencilerin kuvvet ve hareket konularındaki kavramsal anlamalarının ve soru çözümünde kullandıkları bilişsel ve üstbilişsel stratejilerin soru tipleri dikkate alınarak incelenmesi (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 278367)
- Koponen, I. T., & Huttunen, L. (2013). Concept development in learning physics: the case of electric current and voltage revisited. *Science & Education*, 22(9), 2227-2254.
- Koray, C., & Bal, Ş. (2002). Fen öğretiminde kavram yanlışları ve kavramsal değişim stratejisi. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 83-90.
- Krause, S., Kelly, J., Corkins, J., Tasooji, A., & Purzer, S. (2009). Using students' previous experience and prior knowledge to facilitate conceptual change in an introductory materials course. In *Frontiers in Education Conference, 39th IEEE*. doi: 10.1109/FIE.2009.5350761
- Kurt, Ş., & Akdeniz, A. R. (2004). Farklı düzeylerdeki öğrencilerde kuvvet kavramı ile ilgili yanlışlar. E. S. Yalçın (Ed.), *XII. Eğitim Bilimleri Kongresi içinde* (s. 1931-1950). Ankara

- Kuru, İ., & Güneş, B. (2005). Lise 2. sınıf öğrencilerinin kuvvet konusundaki kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(2), 1-17.
- Küçüközer, A. (2009). Vektörler hakkında öğrencilerin alternatif fikirleri. *E-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences*, 4(1), 84-98.
- Lark, A. (2007). *Student misconceptions in Newtonian mechanics* (Master's thesis). Retrieved from <https://etd.ohiolink.edu/bgsu1174931800>.
- Marioni, C. (1989). Aspects of students' understanding in classroom settings (Age 10-17): case study on motion and inertia. *Physics Education*, 24(5), 273-277.
- Mazur, E. (1996). *Peer instruction: A User's manual*. New Jersey, USA: Addison-Wesley.
- MEB. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji programı (6-8. Sınıf)*. Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2017). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Nuhoğlu, H. (2008). Evaluation of the secondary school pupils' view about force and motion. *Journal of the Faculty of Education*, 9(16), 123-140.
- Okuşlug, M., & Demir, C. (2016). Fen bilimleri öğretmenlerinin fizik konularında kullandığı strateji/yöntem ve tekniklerin incelenmesi. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5, 282-295.
- Osborne, R. J., & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science education*, 67(4), 489-508.
- Özden, Y. (2000). *Öğrenme ve öğretme* (4. Baskı). Ankara, Türkiye: Önder Matbaası.
- Sadanand, N., & Kess, J. (1990). Concepts in force and motion. *The physics teacher*, 28(8), 530-533.
- Savinainen, A., & Scott, P. (2002). Using the Force Concept Inventory to monitor student learning and to plan teaching. *Physics Education*, 37(1), 53-58.
- Soner, N. (2006). *Lisans öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışları* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, Türkiye.
- Stepans, J. (1996). *Targeting students' science misconceptions: physical science concepts using the conceptual change model* (2nd Ed.). Florida, USA: Idea Factory Inc.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 140-147.
- Temizkan, D. (2003). *The effect of gender on different categories of students' misconceptions about force and motion* (Yüksek lisans tezi). Retrieved from <http://library.metu.edu.tr> (IV.SEM .03-8).
- Terry, C., Jones, G., & Hurford, W. (1985). Children's conceptual understanding of forces and equilibrium. *Physics Education*, 20(4), 162-165.
- Thornton, R. K., & Sokoloff, D. R. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: The force and motion conceptual evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula. *American Journal of Physics*, 66(4), 338-352.
- TTKB. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı (6, 7, 8. Sınıflar)*. Ankara, Türkiye: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı

- Turgut, Ü., Alptekin, T., & Altun, S. (2007). Ortaöğretim II. sınıf öğrencilerinin Newton'un I ve III. hareket kanunları ile ilgili kavram yanlışları. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 164-178.
- Turgut, Ü., Alptekin, T., & Şimşek, D. (2007). Ortaöğretim II. sınıf öğrencilerinin Newton'un II. hareket kanunu ile ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(3), 172-186.
- Uysal, E., & Eryılmaz, A. (2002). Newton'un 1. ve 3. hareket yasalarıyla ilgili günlük hayattan basit malzemelerle deneyler. M. Aksu (Ed.), *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi* içinde (s. 137). Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Vigoureux, J.-M. (2008). *Newton'un elmaları*. İstanbul: Alkım Yayınevi.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.
- Yeşiloğlu, Ö. (2015). *Lise düzeyinde elektrikle ilgili kavramların öğretimi üzerine akran öğretimi (peer instruction) yönteminin etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 418258)
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5. baskı). Ankara: Seçkin.
- Yıldız, A., & Büyükkasap, E. (2006). Fizik öğrencilerinin, kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışları ve öğretim elemanlarının bu konudaki tahminleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 268-277.
- Yürük, N., & Çakır Sıla, Ö. (2000). Lise öğrencilerinde oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda görülen kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 185-191.
- Zhou, S., Zhang, C., & Xiao, H. (2015). Students' understanding on Newton's third law in identifying the reaction force in gravity interactions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(3), 589-599.

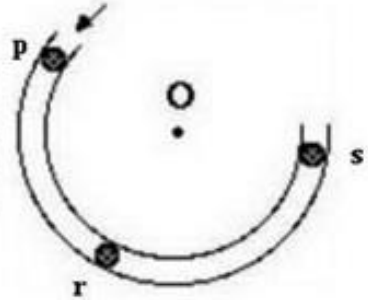
EKLER

EK 1. UYGULANAN KUVVET VE HAREKET KAVRAM TESTİ

- 1) Aynı büyüklükte, birinin ağırlığı diğerinin iki katı olan iki metal top, bir evin çatı katından aynı anda ve aynı yükseklikten serbest bırakılıyor. Topların yere düşme süresi için ne söylenilebilir?
- (A) Ağır top, hafif topun yarı süresinde yere ulaşır.
(B) Hafif top, ağır topun yarı süresinde yere ulaşır.
(C) Yaklaşık aynı zamanda yere ulaşırlar.
(D) Ağır top, hafif topun kesin yarı süresinde değil ama daha önce yere ulaşır.
(E) Hafif top, ağır topun kesin yarı süresinde değil ama daha önce yere ulaşır.
- 2) Büyük bir kamyon ile ufak bir araba merkezi çarpışma yapıyor. Çarpışma sırasında,
- (A) Kamyon arabaya, arabanın kamyona uyguladığı kuvvetten daha fazla kuvvet uygular.
(B) Araba kamyona, kamyonun arabaya uyguladığı kuvvetten daha fazla kuvvet uygular.
(C) Birbirlerine herhangi bir kuvvet uygulamazlar, araba kamyonun önüne çıktığından dolayı parçalanır.
(D) Kamyon arabaya kuvvet uygular, araba kamyona kuvvet uygulamaz.
(E) Araba kamyona, kamyon arabaya aynı büyüklükte kuvvet uygular.

SONRAKİ İKİ SORUYU (3 ve 4) CEVAPLANDIRIRKEN AŞAĞIDAKİ AÇIKLAMAYI VE ŞEKLİ KULLANINIZ.

Yandaki şekil "O" merkezli çemberin bir parçası biçimindeki sürtünmesiz bir tüpü göstermektedir. Tüp, sürtünmesiz yatay bir masa üzerine sabitlenmiştir. Masaya yukarıdan bakılmaktadır. Hava tarafından uygulanan kuvvetler önemsizdir. Bir top yüksek hızla "p" ucundan tüp içine fırlatılır ve "s" ucundan dışarı çıkar.



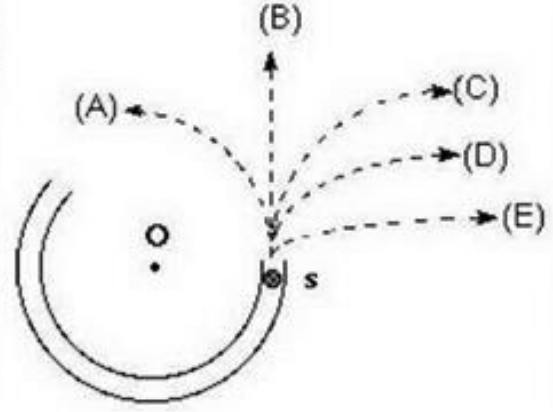
- 3) Top "r" noktasındayken, aşağıdaki sabit kuvvetleri dikkate alınız.

- 1) Aşağı doğru yerçekimi kuvveti
- 2) "r" den "O" ya doğru tüpün uyguladığı kuvvet
- 3) Topun hareketi doğrultusunda bir kuvvet
- 4) "O" dan "r" ye doğru bir kuvvet

Yukarıdaki kuvvetlerden hangisi(hangileri) top "r" noktasındayken sürtünmesiz tüp içindeki topa etkimektedir?

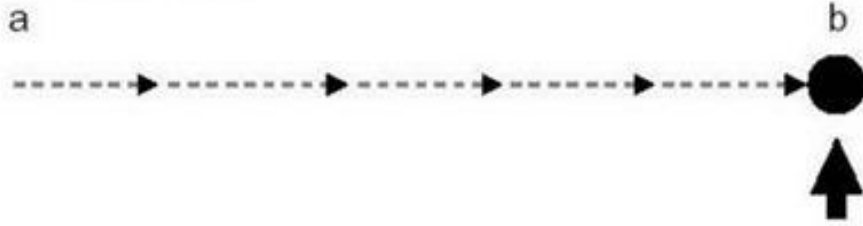
- (A) Yalnız 1 (B) 1 ve 2 (C) 1 ve 3 (D) 1, 2 ve 3
(E) 1, 3 ve 4

- 4) Sağdaki şekilde top "s" ucunda tüpten çıkıp sürtünmesiz masa üzerinde hareket ederken, hangi yolu izler?

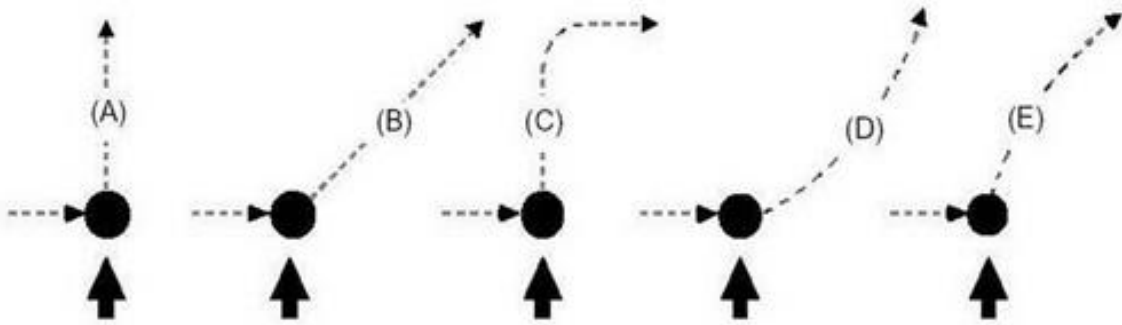


SONRAKİ DÖRT SORUYU (5'DEN 8'E KADAR) CEVAPLANDIRIRKEN AŞAĞIDAKİ AÇIKLAMAYI VE ŞEKLİ KULLANINIZ.

Aşağıdaki şekilde, sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit V_0 hızıyla düz bir çizgi üzerinde "a" noktasından "b" noktasına doğru kaymakta olan bir Hokey diski görülmektedir. Hava tarafından uygulanan kuvvetler önemsizdir. Diske kuşbakışı bakılmaktadır. Disk "b" noktasına ulaştığı anda kalın ok yönünde hızlı bir vuruşa maruz kalır. Eğer disk "b" noktasında hareketsiz olsaydı, vuruş diski vuruş yönünde V_k hızıyla harekete başlatırdı.



- 5) Vuruştan sonra disk, aşağıdaki yollardan hangisini en yakın izleyecektir?



6) Vurulduktan hemen sonra diskin hızı:

- (A) Vuruşdan önceki " V_0 " hızına eşittir.
- (B) Vuruşdan dolayı kazandığı hız " V_k " ya eşittir ve ilk hız " V_0 " dan bağımsızdır.
- (C) " V_0 " ve " V_k " hızlarının aritmetik toplamına eşittir.
- (D) Ya " V_0 " yada " V_k " hızından daha küçüktür.
- (E) Ya " V_0 " yada " V_k " hızından daha büyüktür, ama bu iki hızın aritmetik toplamından daha küçüktür.

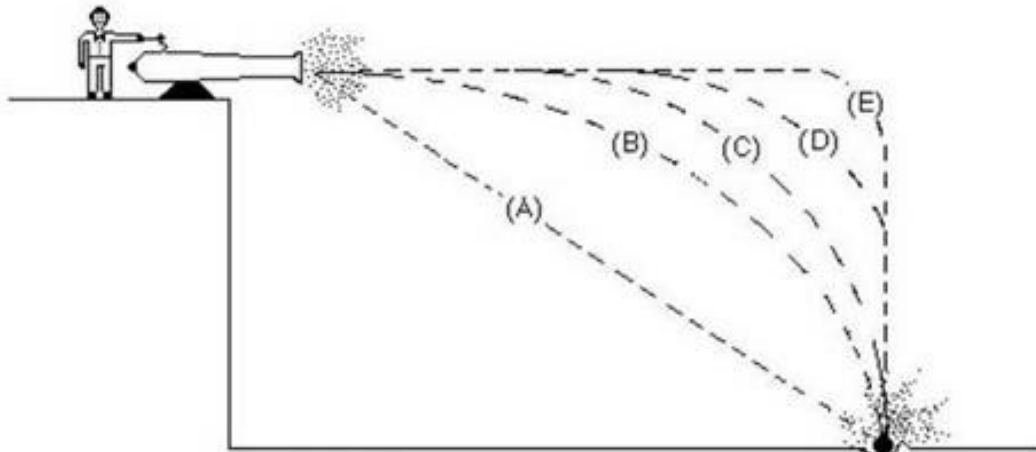
7) Beşinci soruda seçmiş olduğunuz sürtünmesiz yolda, diskin vurulduktan sonraki hızı:

- (A) Sabittir.
- (B) Sürekli artar.
- (C) Sürekli azalır.
- (D) Bir süre için artar ve sonra azalır.
- (E) Bir süre için sabit kalır ve sonra azalır.

8) Beşinci soruda seçmiş olduğunuz sürtünmesiz yolda, vuruşdan sonra diske etkiyen başlıca kuvvet(ler):

- (A) Aşağı doğru yer çekimi kuvvetidir.
- (B) Aşağı doğru yer çekimi kuvveti ve hareket yönünde yatay bir kuvvettir.
- (C) Aşağı doğru yer çekimi kuvveti, yukarıya doğru yüzey tarafından etkiyen bir kuvvet ve hareket yönünde yatay bir kuvvettir.
- (D) Aşağı doğru yer çekimi kuvveti ve yukarıya doğru yüzey tarafından bir kuvvettir.
- (E) Hiçbiridir. (Cisme hiçbir kuvvet etkimez).

9) Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi bir gülle, top tarafından bir uçurumun tepesinden fırlatılıyor. Gülle aşağıdaki yollardan hangisini en yakın izler?



10) Bir çocuk, çelik bir topu, dikey olarak yukarıya doğru fırlatıyor. Topun çocuğun elinden ayrıldıktan sonraki fakat yere değmeden önceki hareketini göz önünde bulundurun ve havanın uyguladığı kuvvetleri ihmal edin. Bu koşullarda, topun üzerine etkiyen kuvvet(ler):

- (A) Aşağıya doğru bir yerçekim kuvveti ile beraber, yukarıya doğru sürekli azalan bir kuvvettir.
- (B) Top, çocuğun elinden çıktıktan sonra tepe noktasına ulaşmaya kadar yukarıya doğru sürekli azalan bir kuvvet; düşerken cisim yere yaklaştıkça sürekli artan yerçekimi kuvvetidir.
- (C) Top, tepe noktasına ulaşana kadar aşağı doğru hemen hemen sabit yerçekimi kuvveti ile beraber yukarıya doğru sürekli azalan bir kuvvet ve düşerken sadece aşağı doğru sabit yerçekimi kuvvetidir.
- (D) Sadece dikey, aşağı doğru, neredeyse sabit yerçekimi kuvvetidir.
- (E) Yukarıdakilerin hiçbiridir. Top, yeryüzü üzerinde, hareketsiz kalma doğal eğiliminden dolayı yere düşer.

SONRAKİ İKİ SORUYU (11 ve 12) CEVAPLANDIRIRKEN AŞAĞIDAKİ AÇIKLAMAYI VE ŞEKLİ KULLANINIZ.

Büyük bir kamyon yolda bozuluyor ve aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir araba kamyonu arkadan iterek tamirciye ulaştırmaya çalışıyor.



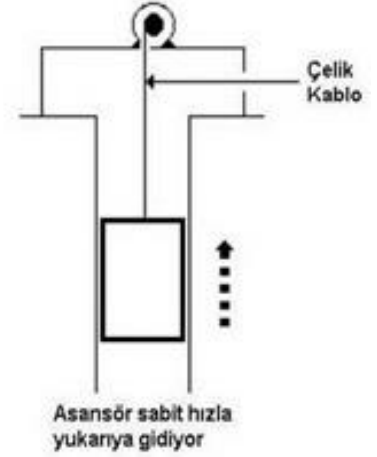
11) Kamyonu iten araba sabit hıza ulaşmak için hızlanırken:

- (A) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet ile kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvet eşittir.
- (B) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha küçüktür.
- (C) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
- (D) Arabanın motoru çalıştığından dolayı, araba kamyonu iter, ancak kamyonun motoru çalışmadığından dolayı kamyon arabaya karşı bir kuvvet uygulayamaz. Kamyon, arabanın yolunda olduğundan dolayı sadece itilir.
- (E) Ne araba ne de kamyon birbirlerine kuvvet uygular. Kamyon, arabanın yolunda olduğundan dolayı sadece itilir.

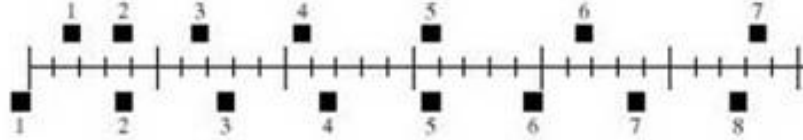
12) Araba sürücüsünün kamyonu itmek istediği sabit hıza ulaşıldıktan sonra:

- (A) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet ile kamyonun arabaya uyguladığı kuvvet eşittir.
- (B) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya uyguladığı kuvvetten daha küçüktür.
- (C) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
- (D) Arabanın motoru çalıştığından dolayı araba kamyonu iter, ancak kamyonun motoru çalışmadığından dolayı kamyon arabaya karşı bir kuvvet uygulayamaz. Kamyon, arabanın yolunda olduğundan dolayı sadece itilir.
- (E) Ne araba ne de kamyon birbirlerine kuvvet uygular. Kamyon, arabanın yolunda olduğundan dolayı sadece itilir.

- 13) Yandaki şekilde görüldüğü gibi bir asansör, çelik halatlarla sabit bir hızla yukarıya doğru çekiliyor. Tüm sürtünme etkileri önemsizdir. Bu durumda asansöre etkiyen kuvvetler için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?



- (A) Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru olan yer çekimi kuvvetinden daha büyüktür.
- (B) Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru etkiyen yer çekimi kuvvetine eşittir.
- (C) Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru etkiyen yerçekimi kuvvetinden daha küçüktür.
- (D) Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru etkiyen yerçekimi kuvvetiyle, aşağı doğru etkiyen hava basınç kuvvetinin toplamından daha büyüktür.
- (E) Yukarıdakilerin hiçbiri. (Asansör çelik halatlar tarafından üzerine yukarı doğru etkiyen bir kuvvetten değil, halatın kısılmasından dolayı yukarı çıkar).
- 14) İki farklı cismin 0,20 saniye aralıklarla konumları aşağıdaki şekilde numaralandırılmış karelerle gösterilmektedir. Cisimler sağa doğru hareket etmektedirler.



Cisimlerin aynı hızda oldukları an var mıdır?

- (A) Hayır (B) Evet, 2. anda (C) Evet, 5. anda (D) Evet, 2.ve 5. anda (E) Evet, 3. ve 4. anlar arasında
- 15) Bir kadın, büyük bir kutu üzerine sabit yatay bir kuvvet uygulamaktadır. Sonuçta, kutu yatay bir zemin boyunca sabit " V_0 " hızı ile hareket ediyor. Kadın tarafından uygulanan sabit yatay kuvvet:
- (A) Kutunun ağırlığıyla aynı büyüklüktedir.
- (B) Kutunun ağırlığından daha büyüktür.
- (C) Kutunun hareketine karşı olan toplam kuvvetle aynı büyüklüktedir.
- (D) Kutunun hareketine karşı koyan toplam kuvvetten daha büyüktür.
- (E) Ya kutunun ağırlığından ya da kutunun hareketine karşı koyan toplam kuvvetten daha büyüktür.

16) Eğer bir önceki sorudaki kadın aynı yatay zemin boyunca kutuyu itmek için uyguladığı sabit yatay kuvveti iki katına çıkartırsa, o zaman kutu:

- (A) Önceki sorudaki " V_0 " hızının iki katı olan sabit bir hızla hareket eder.
- (B) Önceki sorudaki " V_0 " hızından daha büyük sabit bir hızla hareket eder ancak hız tam iki katı büyüklükte değildir.
- (C) Belli bir süre, önceki sorudaki " V_0 " hızından daha büyük ve sabit bir hızla hareket eder, sonra gittikçe artan bir hızla hareket eder.
- (D) Belli bir süre gittikçe artan bir hızla, sonra sabit bir hızla hareket eder.
- (E) Sürekli olarak artan bir hızla hareket eder.

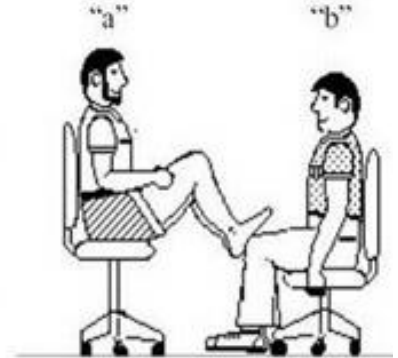
17) 15. sorudaki kadın kutuya yatay kuvvet uygulamayı aniden durdurursa, o zaman kutu :

- (A) Hemen duracaktır.
- (B) Belli bir süre sabit hızla hareket etmeye devam edip, sonra yavaşlayarak duracaktır.
- (C) Hemen yavaşlayarak duracaktır.
- (D) Sabit bir hızla hareket etmeye devam edecektir.
- (E) Bir süre hızını artırıp, sonra yavaşlayıp duracaktır.

18) Sağdaki şekilde, "a" öğrencisi 95 kg ve "b" öğrencisi 77 kg'dır. Benzer özdeş ofis sandalyeleri üzerinde karşılıklı oturmaktadırlar.

"a" öğrencisi, çıplak ayaklarını "b" öğrencisinin dizlerine gördüğü gibi koyar. Sonra "a" öğrencisi, birden ayaklarını ileriye iterek, her iki sandalyenin de hareket etmesini sağlar.

İtme sırasında ve öğrenciler hâlâ birbirlerine değerken:



- (A) Öğrencilerden hiçbiri diğerine kuvvet uygulamaz.
- (B) "a" öğrencisi "b" öğrencisine kuvvet uygular, fakat "b", "a" üzerine hiç kuvvet uygulamaz.
- (C) Her iki öğrenci de birbirine kuvvet uygular, fakat "b" daha fazla kuvvet uygular.
- (D) Her iki öğrenci de birbirine kuvvet uygular, fakat "a" daha fazla kuvvet uygular.
- (E) Her iki öğrenci de birbirine eşit büyüklükte kuvvet uygular.

19) Boş bir ofis sandalyesi, bir zeminde hareketsiz durmaktadır. Aşağıdaki kuvvetleri dikkate alınız:

1. Aşağı doğru yer çekimi kuvveti.
2. Zemin tarafından uygulanan yukarı doğru bir kuvvet.
3. Hava basıncı tarafından uygulanan aşağı doğru net kuvvet.

Ofis sandalyesine hangi kuvvet(ler) etkimektedir?

- (A) Yalnız 1 (B) 1 ve 2 (C) 2 ve 3 (D) 1, 2 ve 3
(E) Hiçbiri (Sandalye hareketsiz olduğundan üzerine hiçbir kuvvet etki etmemektedir).

20) Çok kuvvetli esen rüzgara rağmen, bir tenis oyuncusu raketiyle tenis topuna vuruyor ve top ağın üzerinden geçerek rakibin sahasına düşüyor. Aşağıdaki kuvvetleri dikkate alınız:

1. Aşağı doğru yer çekimi kuvveti.
2. "Vurmayla" oluşan kuvvet.
3. Hava tarafından uygulanan kuvvet.

Yukarıdaki kuvvetlerden hangisi(hangileri) tenis topunun raketle temasını kaybettikten sonra ve yere değmeden önce tenis topu üzerine etki etmektedir?

- (A) Yalnız 1 (B) 1 ve 2 (C) 1 ve 3 (D) 2 ve 3 (E) 1, 2 ve 3

Uygulanan Kuvvet ve Hareket Başarı Testi Cevap Anahtarı

1) C	6) E	11) A	16) E
2) E	7) A	12) A	17) C
3) B	8) D	13) B	18) E
4) B	9) B	14) E	19) B
5) B	10) D	15) C	20) C

EK 2. YARI YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT SORULARI

MÜLAKAT FORMU

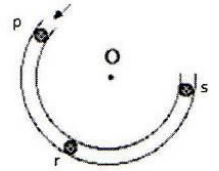
1-Yeryüzüne yakın bir yükseklikten; aynı büyüklükte, birinin ağırlığı diğerinin iki katı olan iki metal top aynı anda serbest bırakılıyor. Topların yere düşme sürelerini karşılaştırabilir misin?

2-Bir kamyon küçük bir arabaya çarpıyor. Çarpma sırasında kamyon ve araba birbirine kuvvet uygular mı?

3-Büyük bir kamyon yolda bozuluyor ve bir otomobil kamyonu arkadan iterek tamirciye ulaştırmaya çalışıyor. Kamyonu iten otomobil sabit hıza ulaşmak için hızlanırken otomobil ve kamyon birbirine kuvvet uygular mı?

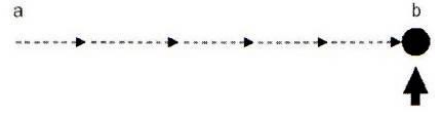
-Sabit hıza ulaşıldıktan sonra araçlar birbirine kuvvet uygular mı?

4-Yatay bir masa üzerine sabitlenmiş şekilde gösterildiği gibi çember biçimindeki sürtünmesiz bir tüp içerisine "p" noktasından bir bilye fırlatılıyor. Bilye r noktasında iken bilyeye etkiyen kuvvetleri çizerek gösteriniz. (Masaya yukarıdan bakılmaktadır.)



5-Bir önceki soruda bilye "s" noktasında tüpten çıktıktan sonra nasıl bir yol izler? Çizerek gösteriniz.

6-Sürtünmesiz yatay bir zeminde sabit bir V_0 hızı ile “a” noktasından “b” noktasına doğrusal bir yol boyunca kayan bir hokey diskine “b” noktasında ok yönünde ani bir vuruş yapılıyor. Bu durumda diskin vuruştan sonra izleyeceği yolu çizerek gösteriniz. (Diske yukarıdan bakılmaktadır.)

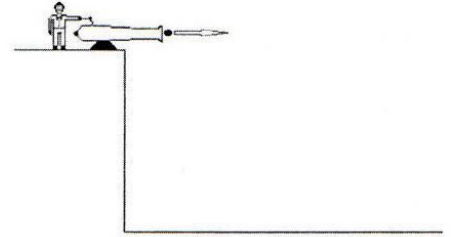


-Vuruşun diske kazandıracığı hız V_k olursa, vuruştan sonra diskin hızının büyüklüğünü V_k ve V_0 ile karşılaştırınız.

-Vuruştan sonra diskin hızı hakkında ne söylenebilir?

-Vuruştan sonra diske etkiyen kuvvetleri şekil çizerek gösteriniz.

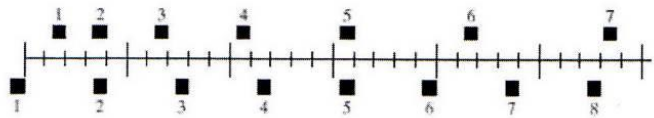
7-Şekilde görüldüğü gibi bir mermi top tarafından yatay bir hızla fırlatılıyor. Merminin izleyeceği yolu çizerek gösteriniz.



8-Bir çocuk, çelik bir bilyeyi, dikey olarak yukarıya doğru fırlatıyor. Bilyenin çocuğun elinden ayrıldıktan sonra yere ulaşmaya kadar yukarı çıkarken ve aşağı inerken bilyenin üzerine etkiyen kuvvet(ler) şekil çizerek gösteriniz. (Havanın uyguladığı kuvvetleri ihmal ediniz.)

9-Sürtünmesiz ortamda yukarıya doğru bir halat ile sabit hızla çekilen bir asansöre etkiyen kuvvetler nelerdir? Bu kuvvetlerin büyüklükleri hakkında ne söylenebilir?

10-Şekilde sağa doğru hareket eden iki cismin eşit zaman aralıklarında konumları gösterilmektedir. Buna göre, 2 ve 5 anlarında cisimlerin hızları hakkında ne söylenebilir?



11-Yatay bir zemin üzerinde bulunan bir cisme yatay bir kuvvet uygulandığında cisim sabit bir V_0 hızı ile hareket ediyor. Bu hareket sırasında cisme etkiyen kuvvetler nelerdir? Şekil çizerek gösteriniz.

-Bu kuvvetlerin büyüklüğü hakkında ne söylenebilir?

-Uygulanan kuvvet iki katına çıkarılırsa cismin hızı ne olur?

-Kuvvetin aniden ortadan kaldırılması halinde cisim nasıl hareket eder?

12-Sürtünmesiz bir buz pistinde, ağırlıkları birbirinden farklı iki patenciden ağır olan diğerini itiyor. İtme sırasında patenciler birbirine kuvvet uygular mı? Bu kuvvetlerin büyüklükleri hakkında ne söylenebilir?

13-Yatay bir zeminde hareketsiz olarak duran bir cisme etkiyen kuvvetleri çizerek gösteriniz.

14-Yatay ve sürtünmeli bir zeminde, durmakta olan bir cisme yatay olarak bir kuvvet uygulanarak sonra kuvvet ortadan kaldırılıyor. Bu cisme duruncaya kadar etki eden kuvvetleri şekil çizerek gösteriniz.

ÖZGEÇMİŞ

Derya Şimşek, 1968 yılında Aydın'da doğdu. İlk ve orta ve lise eğitimini Aydın'da tamamladı. 1985 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı'ndan mezun oldu. 1992 yılında Erzurum'da Fen Bilgisi Öğretmeni olarak göreve başladı. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde Fizik Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen öğretmen olarak görevine devam etmektedir. Derya Şimşek evli ve iki çocuk annesidir.

