

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

KRİTİK DÜŞÜNME GEREKTİREN FİZİK SORULARI VE
BUNLARIN ÖĞRENCİLERİN BAŞARISINA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nuri BALTA

Danışman: Prof. Dr. Selma MOĞOL

ANKARA

Ekim, 2009

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI

Nuri Balta'nın KRİTİK DÜŞÜNME GEREKTİREN FİZİK SORULARI VE BUNLARIN ÖĞRENCİLERİN BAŞARISINA ETKİSİ başlıklı tezi

21.10.2009 tarihinde, jürimiz tarafından Fizik Öğretmenliği Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

<u>Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye(Tez Danışmanı):Prof. Dr. Selma MOĞOL	
Üye: Prof. Dr. Necati YALÇIN	
Üye: Yrd. Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ	

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

21/10/2009

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Tez danışmanlığımı üstlenerek, çalışmalarımın yürütülmesi sırasında yönlendirmeleri ile desteğini esirgemeyen sayın hocam *Prof. Dr. Selma MOĞOL Hoca'ma...*

Tezimin çeşitli aşamalarında sorduğum sorulara cevap vererek bana yol gösteren,

Prof. Dr. Bilal Güneş Hoca'ma...

Teze ait testlerin uygulamasında bana yardımcı olan fizik öğretmenleri *Mustafa Yüksel'e, Selçuk Demirezen'e, Emre Özer'e ve, Ahmet Baloğlu'na...*

Benim hayatta bu günlere gelmemi sağlayan anneme ve babama...

Akademik çalışma süresince bana maddi ve manevi desteğini esirgemeyen çok değerli, eşime...

Bu dönemde derslerine fazla yardımcı olamadığım çocuklarım; *Nuriye'ye, Kemal Faruk'a, Cemal Adil'e ve Muhammed Sami'ye...*

Tez uygulamamı yaptığım Uluğbek Uluslararası okul 10. sınıf öğrencilerine,

Tübitak 'a,

ve dostlarıma teşekkürler.

Nuri Balta

ÖZET

KRİTİK DÜŞÜNME GEREKTİREN FİZİK SORULARI VE BUNLARIN ÖĞRENCİLERİN BAŞARISINA ETKİSİ

Balta, Nuri

Yüksek Lisans, Fizik Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Selma MOĞOL

Ekim- 2009, 83 sayfa

Bu araştırma, lise seviyesinde verilen fizik dersinde kritik düşünme gerektiren fizik (KDGF) sorularının kullanılmasının öğrenci başarısına etkisini incelemek amacı ile yapılmıştır. Bu çalışma, kontrol gruplu ön test-son test modeline uygun yarı deneysel bir çalışmadır.

Üç öğrenci grubu ile yapılan bu araştırma, Özbekistan’da Uluğbek Uluslararası okulda yapılmıştır. 48 öğrenci ile yapılan 6 haftalık çalışma süresinde bir grup deney diğer iki grup kontrol gruplarını oluşturmuştur. Sınıflar random yolla, 10B sınıfı deney, 10A ve 10C sınıfları kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney ve kontrol grupları oluşturulurken; araştırmacı tarafından hazırlanan Fizik Başarı Testinden (FBT) alınan sonuçlar göz önünde bulundurulmuştur.

Araştırmada iki farklı öğretim yöntemi kullanılmıştır. Bunlar; (1) KDGF soruları eşliğinde ders anlatımı ve (2) Geleneksel öğretim yöntemi. Bu çalışma için öncelikle, Newton’un Hareket Kanunları konusu ile ilgili başarı testi ve kritik düşünme gerektiren soruları geliştirildi. Başarı testinin oluşturulmasında, uluslararası okullarda verilen müfredat ve okutulan kitaplar göz önüne alınmıştır.

Başarı testi, 2008- 2009 öğretim yılı sonbahar döneminde Ankara’da üç özel lisede, Newton’un Hareket Kanunları konusunu bilen 70 öğrenciye pilot çalışma olarak uygulandı. Tez danışmanının fikirleri doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapıldı. Deneysel çalışmaya başlamadan önce yapılan FBT’ine verilen cevaplardan, testin güvenilirliği (Cronbach's Alpha =0,876) hesaplandı. Deney ve kontrol grupları, son testten toplanan verilerle karşılaştırıldı. KDGF soruları eşliğinde yürütülen derslerin daha fazla ilgi çektiği ve öğrenci başarısını artırmada etkili olduğu görüldü.

Anahtar kelimeler: Öğrenci Başarısı, Kritik Düşünme Gerektiren Fizik Soruları

ABSTRACT
COUNTERINTUITIVE PHYSICS PROBLEMS AND
EFFECT OF THESE PROBLEMS ON STUDENT SUCCESS

Balta, Nuri

Master Thesis, GAZI UNIVERSITY EDUCATIONAL INSTITUTE

October- 2009, 83 pages

This study has investigated the effects of counterintuitive physics problems (CIP) on physics achievement in an introductory physics course at high school level. In this study, pretest-posttest and quasi experimental design with control group was used.

The research, which three groups of student participated, was performed at Ulugbek International School in Uzbekistan. During the 6-week study with 48 students, one group received the strategy instruction while the other two groups acted as control. The classes were randomly defined as 10B experimental, 10A and 10C control groups. Data collected by Physics Achievement Test (PAT), which is prepared by researcher, was used to determine the strategy and control groups.

In this study two types of teaching method were used. These are; (1) teaching with CIP and (2) Traditional instruction. At the beginning of the research a physics achievement test and counterintuitive physics problems that are related to Newton's Laws were developed. The curriculum and the books that are used in International Schools were taken into account and then the PAT was prepared.

The achievement test was applied to students that were familiar with Newton's Laws. It was a pilot study with 70 students of 10th grade that were attending three different private high schools of Ankara, in fall semester of 2008- 2009 academic year. Through advisor's opinion, necessary corrections were made. Responses from PAT were pilot tested for reliability (Cronbach's Alpha =0,876) prior to the experimental study. Experiment and control groups were compared with the data gathered by survey. The lessons carried out with CIP have been found more interesting and was more effective on physics achievement.

Key words: Student success, Counterintuitive physics problems

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI	i
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
KISALTMALAR LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Fen öğretimi	1
1.2 Fen derslerinde problem çözme	1
1.3 Kritik düşünme	3
1.4 Kritik düşünme gerektiren fizik soruları	4
1.4.1 Kritik düşünme gerektiren soruların özellikleri	5
1.4.2 Kritik düşünme gerektiren soruların hazırlanması	6
1.4.3 Kritik düşünme gerektiren soruların uygulanmasında dikkat edilecek hususlar	8
1.4.4 Kritik düşünme gerektiren soruların faydaları	8
1.5 İlgili literatür	10
1.6 Problem Durumu	13
1.7 Araştırmanın amacı	14
1.8 Araştırmanın gerekçesi ve önemi	14
1.9 Problem cümlesi.....	15
1.10 Alt problemler	15
1.11 Araştırmanın sınırlılıkları	16
1.12 Araştırmanın varsayımları	16

1.13 Tanımlar	17
2. YÖNTEM	18
2.1. Araştırmanın Modeli	18
2.2 Evren ve Örneklem	19
2.3 Verilerin Toplanması	19
2.3.1 Kritik düşünme gerektiren fizik sorularının hazırlanması	20
2.3.2 Kritik düşünme gerektiren fizik sorularının kullanılması	20
2.3.3 Fizik başarı testinin hazırlanması	22
2.4 Verilerin Analizi	25
3. BULGULAR VE YORUMLAR	32
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	42
4.1 sonuç	42
4.2 öneriler	44
KAYNAKÇA	46
EKLER	49
EK-1 KRİTİK DÜŞÜNME GEREKTİREN FİZİK SORULARI	49
EK- 2 BELİRTKE TABLOSU	68
EK-3 BAŞARI TESTİ	69

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2.1	Çalışmada Kullanılan Araştırma Modelinin Şematik Gösterimi	18
Tablo 2.2	Deney Grubu Öğrencilerinin KDGF Soruları Karşısındaki Yanılma Miktarları	21
Tablo 2.3	Başarı Testi Madde Analizi Sonuçları	24
Tablo 2.4	Başarı Testinin Pilot Uygulamasının İstatistikleri	25
Tablo 2.5	Grupların Ön Test Sonuçlarına Göre Aldıkları Notlar	26
Tablo 2.6	Grupların Son Test Sonuçlarına Göre Aldıkları Notlar	29
Tablo 3.1	Farklı Liselerde okuyan öğrencilerin KDGF soruları karşısında yanılma yüzdeleri	32
Tablo 3.2	Grupların Ön Test ANOVA Analiz Sonuçları	33
Tablo 3.3	Birinci Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Puanları Analiz Sonuçları	34
Tablo 3.4	İkinci Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Puanları Analiz Sonuçları	35
Tablo 3.5	Deney Grubunun Ön Test ve Son Test Puanları Analiz Sonuçları	36
Tablo 3.6	Grupların Son Test ANOVA Analiz Sonuçları	37
Tablo 3.7	1. Kontrol Grubu ve Deney Grubuna Uygulanan Son Testlerden Elde Edilen Puanların Karşılaştırılması	38
Tablo 3.8	2. Kontrol Grubu ve Deney Grubuna Uygulanan Son Testlerden Elde Edilen Puanların Karşılaştırılması	39
Tablo 3.9	1. Kontrol Grubu ve 2. Kontrol Grubuna Uygulanan Son Testlerden Elde Edilen Puanların Karşılaştırılması	39
Tablo 3.10	Farklı Milliyetlerdeki Öğrencilerin Ön Test Son Test Not Ortalamaları	41
Tablo 4.1	Anadolu, Fen ve Uluğbek Uluslararası Okul Öğrencilerinin Dört Sorudaki Yanılma Yüzdelерinin Karşılaştırılması	43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Birinci Kontrol Grubuna Ait Ön Test Puanlarının Grafiği	27
Şekil 2.2 Deney Grubuna Ait Ön Test Puanlarının Grafiği	27
Şekil 2.3 İkinci Kontrol Grubuna Ait Ön Test Puanlarının Grafiği	28
Şekil 2.4 Birinci Kontrol Grubuna Ait Son Test Puanlarının Grafiği	30
Şekil 2.5 Deney Grubuna Ait Son Test Puanlarının Grafiği	30
Şekil 2.6 İkinci Kontrol Grubuna Ait Son Test Puanlarının Grafiği	31

KISALTMALAR LİSTESİ

FBT: Fizik başarı testi

KDGFS: Kritik düşünme gerektiren fizik soruları

1. GİRİŞ

1.1. Fen Öğretimi

İnsanoğlu doğuştan gelen bir merak ile donatılmıştır. Bu sayede evrendeki örnekleri yakalama ve gözlenmiş düzenliliklerden temel kanunları keşfetme yeteneğine sahiptir. Evreni sorgulama, keşfetme ve onun gizli düzenliliklerini bulma ve ifade etme etkinliklerine fen denir (Soylu, 1999).

Fen öğretimi, fen ve teknoloji hakkında öğrencinin kişisel hayatında öğrenme ve kullanmaya ihtiyacı olduğunu öğrenerek başlar. Fen öğretimi doğal merakla katlanıp, teknolojiyi anlama ve kullanma becerisini geliştirmelidir. Gerçekte fen öğrenmek demek araştırma yol ve yöntemlerini öğrenmek demektir. Fen öğrenmek, fennin içeriğini öğrenmek ile birlikte, bilginin nasıl elde edildiği, verilerin nasıl toplandığı, nasıl biraya getirildiği ve aralarındaki ilişkilerin nasıl yorumlandığını bilmek demektir.

Fen Bilimleri okutan öğretmenlerin, geleceğin araştırmacı ve bilim adamı olmaya aday öğrencileri yetiştirirken, fen bilimlerinin sosyal hayatımızdaki önemini hesaba katarak, eğitim ve öğretimlerine yön vermeleri gerekir. Fen Bilimleri konuları, insanların yargılarını etkilediği ve hayatı olumlu yönde değiştirerek, problemlerin çözümüne hizmet ettiği oranda önem kazanır.

1.2. Fen Derslerinde Problem Çözme

Problem çözme Harren (1996) tarafından, belli veya gerçek bir engelin üstesinden gelmenin, bir amaca ulaşmanın süreci olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle, bir işi tamamlamak ya da bir amaca ulaşmak için kullanılan fiziksel ve zihinsel stratejilerin tümüdür. Bir problemi çözmek birçok aktiviteyi içerir. Bazı durumlarda, bu aktivite tek olabilir. Harren, genel bir problem çözme modelinin şu dört basamaktan oluştuğunu belirtmiştir:

- Problemi anlama

- Problemi tanımlama
- Çözüm için bir plan uygulama
- Doğrulama

Fen derslerinde problem çözme vazgeçemeyeceğimiz uygulamalardan biridir. Öğretmenler konuyu anlattıktan sonra konunun anlaşılabilirliğini kontrol etmek veya anlaşılabilirliğini artırmak amacı ile soru çözerler. Genelde her konuya ait bir formül olur ve öğrenciler formülü nasıl kullanacaklarını öğrenene kadar öğretmenler soru çözümlerine devam ederler. Verilen ev ödevlerinde de öğrenciler formülün uygulamasına yönelik soru çözmeye devam ederler. Bu yöntemde öğrencinin kendisinden konuya bir katkı yoktur, her şeyi öğretmenin anlatması ve çözmesi ile öğrenir. Çoğunlukla dersi ciddi takip eden öğrenciler de sadece öğretmeni tasdik ederler. Öğrenciler soruları çözerken veya ödevlerini yaparken formülü uygun bir şekilde kullanarak, bir çözüm kalıbı (algoritma) ezberleyerek, kritik düşünmeden, dikkatsiz bir şekilde problemi çözmeye çalışırlar.

Fen biliminin öğretim ve öğreniminde problem çözme egzersizleri, geleneksel metodoloji kurallarındandır. Öğrenciler, çoğunlukla “uygun” bir formül haline getirilmiş, sıklıkla aynı düzende sunulan, sayısal verili bu egzersizleri “şaka”dan ibaret, başka bir şey olmadığını eleştirirler. Rakamların yeri çok az değiştirilir ve problem çözülür. Sonuç olarak, öğrenciler kritik düşünce gerektirmeyen ve matematiksel bir boşluk doldurma egzersizinin kısa cevabını arayan dikkatsiz bir metodoloji geliştirirler (Campanario,1998).

Harvard Üniversitesinden Eric Mazur (1997) yaptığı bir araştırmada öğrencilere iki soru soruyor. Biri, normal bilinen formüllerle çözülebilen (bir algoritma uygulayarak) klasik bir soru, diğeri kritik düşünme gerektiren bir soru. Birinci sorunun ikincisinden daha zor olduğu ise kesin. Mazur’un yaptığı çalışmada öğrencilerin %75’inin birinci soruya doğru cevap vermelerine karşın, ikinci soruya öğrencilerin %40’ı doğru cevap vermiştir. Peki, bu nasıl oluyor? Nasıl oluyor da öğrenciler basit olan soruyu daha az oranla cevaplıyorlar? Yine Nakhleh ve Mitchell (1993), öğrencilerin aynı içeriğe sahip, kavramsal içerikli problemlerle, algoritmik problemlere karşı başarı durumlarını karşılaştırmışlar ve çalışma sonunda, algoritmik problemlerde yüksek başarı elde ederken kavram içerikli sorularda düşük başarı gözlemlemişlerdir.

Bu da öğrencilerin soruda geçen fiziksel kavramları anlamadıklarını ve kullanamadıklarını göstermektedir.

Mazur, Nakhleh ve Mitchell'in yaptığı bu çalışmalar gösteriyor ki, eğer öğrenciler konuları ve kavramları iyi öğrenip formülleri nasıl kullanacaklarını öğrenirlerse zor soruları dahi çözebilirler. Peki ‘’ne güzel işte öğrenciler problemleri çözebiliyorlar’’ mı diyeceğiz. Fen derslerini anlatmadaki temel amacımız öğrencilerin karşılaştıkları bir probleme daha önce öğrendikleri formül kalıplarını yerleştirip bir sonuca varmalarını mı sağlamaktır? Elbette hayır. Öyleyse fizik eğitim yöntemlerimizde problemler var.

Bu araştırmada, derslerde uygulanan ve başarı elde edilen, öğrencilerin fizik problemlerine farklı yaklaşımlarını sağlayan bir çalışma öneriliyor: Kritik düşünme gerektiren fizik soruları (counterintuitive problems) eşliğinde ders işlenişi.

1.3. Kritik Düşünme

Kritik düşünme en genel anlamıyla ‘‘kişinin beynini kullanma sanatı’’ olarak ifade edilebilir (Cankoy, 2009). Yaşamı kolaylaştıracak şekilde davranma ya da karşılaşılan problemleri kısa yoldan çözmeye, kritik düşünmenin başka bir tarifidir. Kritik düşünebilmek için zihinsel süreçler denetlenip, akıl yürütme yolları öğrenilmelidir. Kritik düşünme her yönlü düşünmeyi, bazen de karşıt düşünmeyi gerektirir.

Kritik düşünme, kendi düşünme süreçlerimizin bilincinde olarak, başkalarının düşünme süreçlerini göz önünde tutarak, öğrendiklerimizi uygulayarak, kendimizi ve çevremizde yer alan olayları anlamayı amaç edinen aktif, organize zihinsel süreçtir. Kritik düşünme yolu ile etkili alternatifler geliştirebilir ve en uygun çözüm yolu seçilebilir.

Eğitimde kritik düşünme; bilginin analiz edilip işlenmesi, deney ve gözlemlerle toplanan bilginin kritiğe tabi tutulması sonucu eğitimin sağlanmasıdır. Cankoy (2009), eğitimde kritik düşünmeye aşağıdaki açıklama ile dikkat çekiyor:

Genelde eğitim, özelde okul ortamlarına baktığımız zaman günümüzde özellikle ülkemizde öğrencilerin kritik düşünceye sahip bireyler olarak yetişmeleri konusunda çok başarılı olmadığımızı görmekteyiz. Bu durumun sağlıklı meyvelerini çeşitli ortamlarda zaman zaman görmekteyiz.

Bu konuya parmak basmamızın nedeni elbette ki olayın öneminden ileri gelmektedir. Çünkü bugün kritik düşünme yetisini kazanamayan bir ilkokul öğrencisi ileride iyi bir doktor, avukat, mimar ya da işçi olamayacaktır. Bir hastalığın teşhisinden tutun da bir duvarın düzgün bir

şekilde boyanmasına kadar her alanda kritik düşünmeye ihtiyaç duyulmaktadır.

1.4. Kritik Düşünme Gerektiren Fizik Soruları

İnsanlar bir hata yaptıklarında genelde onu bir daha yapmamaya gayret ederler. Aynı hataya düşmemek için dikkatli davranırlar. Aslında kazanılan tecrübelerin bir kısmı düşülen bu hataların birikimidir. Yolda arabanızla yanlışlıkla ters yöne ya da çıkmaz bir sokağa girdiğinizi düşünün. Bir daha bu hatayı yapar mısınız? Oraya tekrar yolunuz düştüğünde çok dikkatli davranmaz mısınız?

Fizikteki birçok kavram beklenenden farklı manalar içermektedir. Bundan dolayı yeni kavramlar, eski bilgiler ile çeliştiklerinde çoğunlukla reddedilmektedirler. (Champagne, Gunstone, ve Klopfer, 1985). Örneğin; öğrenciler, kütleleri farklı olmasına rağmen bütün cisimlerin aynı ivme ile yere doğru hareket ettiklerini zor kabulleniyorlar. Hatta ileri seviye fizik dersi alan öğrenciler bile bu konuyu zor buluyorlar. Çünkü dünyanın, büyük olan cisme daha fazla kuvvet uyguladığını bu yüzden kütlesi küçük olan cisme göre daha hızlı düşmesi gerektiğine inanıyorlar. Balta ve Moğol birlikte hazırladıkları bazı KDGF sorularını (counterintuitive problems) lise ve üniversitede okuyan öğrencilere uyguladıklarında eğitim seviyesinden bağımsız olarak öğrencilerin benzer hatalar yaptıklarını tespit etmişler.

Öğretmenler derslerinde öğrencilere ters gelebilecek kavramları öğretmeye kalkıştıklarında öğrencilerin, beklediklerine uygun olmayan bu kavramları kabul etmedikleri görülmüştür. Hewson and Hewson (1984), öğrencilerin bilimsel bilgileri dört farklı şekilde ele aldıklarını tespit etmişler. Eğer bilgi öğrencilere ters gelmiyorsa, öğrenci bu bilgiyi var olan bilgi dağarcığına yerleştirerek özümser. Fakat eğer öğrenilen konu öğrenciye ters geliyorsa; öğrenci bilgiyi ret edebilir, bilgiyi ezberleyebilir ya da var olan kavramsal çerçevesini değiştirerek kabul eder. Bu tezin de üzerinde durduğu konu, öğrencinin var olan kavramsal çerçevesini değiştirerek yeni bilgiyi kalıcı bir şekilde özümsemesi için bir öneri sunmaktır.

Geleneksel problem çözme metodunda öğrenciler, kritik düşünmeden soru gövdesinde verilen değerleri, uygun formüller içine yerleştirerek sonuca ulaşmaya çalışıyorlar. KDGF soruları şeklinde ifade edilen sorularda ise; öğrenciler probleme yukarıda ifade ettiğimiz şekilde yaklaştıkları takdirde, beklenenin tam tersi bir sonuç ile karşılaşılıyorlar. Diğer bir ifade ile sorunun cevabı öğrencilerin beklediğinin tersi

çıkılmaktadır. Bu sorular ile öğrenciler ileride düşecekleri hatalara baştan düşmüş oluyorlar.

Tekrar edecek olursak bu problem çözme tekniğinde, sınıfta çözeceğimiz problemin cevabı öğrencinin beklediğinin dışında çıkar. Ya da öğrenci klasik problem çözme yöntemi kullanarak yanlış cevap bulur. Tabi burada şu belirtilmelidir ki öğretmenler birçok durumda geleneksel problem çözme yöntemini kullanmak mecburiyetinde kalmaktadırlar. Fakat burada verilmek istenen şey, öğrenciye problemleri nasıl ele alacağını göstermek ve bazı durumlarda sonucun beklenenin dışında çıkabileceğini göstermektir.

1.4.1 Kritik Düşünme Gerektiren Soruların Özellikleri

1. Çözüm yapmadan cevaplandığında çoğunlukla yanlış cevap bulunur.
2. Püf noktaları vardır.
3. Günlük tecrübelerimize zıt sonuçları vardır.
4. Hakkında hemen bir tahmin yapılabilen sorulardır. Fakat bu tahminler çoğunlukla yanlış olur.
5. Kavram içerikli sorulardır.
6. Bu sorular öğrencileri çok miktarda matematik ifadelerle boğmazlar.
7. Günlük tecrübelerden farklı manalar içeren sorulardır
8. Daha önce karşılaşılmamış soru tipleridir.

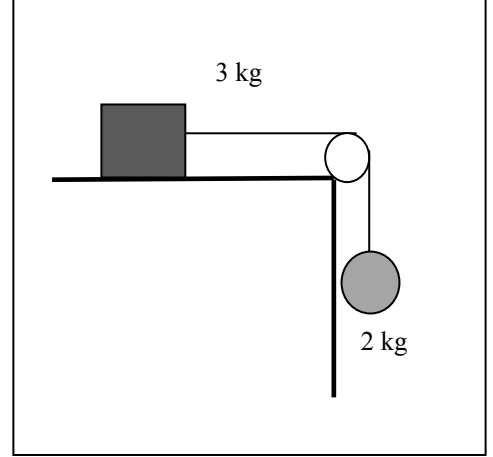
Everett ve Pennathur (2007) kritik düşünme gerektiren aktivitelerin özelliklerini şu şekilde sıralıyorlar:

1. *Tahmin bazlı:* Öğrenciler bir tahmin yapmalı ve bu tahminlerin çoğu doğru olmamalı.
2. *Kavram bazlı:* Basit diyagramlar ve teknikler kullanılarak çözülmeli. Öğrenciler matematiğe boğulmamalı, öğrenciler sadece hesap yapmayı düşünmemeli.
3. *Karmaşık olmamalı:* Çözüm bir şeyin ne kadar çok var olduğuna bağlı olmamalı. Örneğin çözüm, dönme kinetik enerjisinin öteleme kinetik enerjisinden büyük olup olmamasının bir fonksiyonu olmamalı.
4. *Görsel bazlı:* Çözümler deney, video veya bir simülasyon ile gösterilmeli.

1.4.2. Kritik Düşünme Gerektiren Soruların Hazırlanması

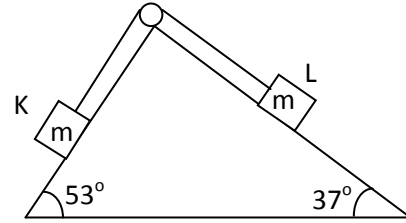
Bu türden problemlerin hazırlanması için iki genel yol izlenebilir.

Birincisi, ders esnasında öğrencilerden gelen soruların değerlendirilmesidir. Kritik düşüneyemeyen öğrenciler konunun anlatımı esnasında bunu zaman zaman belli ediyorlar. Örneğin yandaki şekil üzerinden sınıf içinde tartışma yapıyorsunuz. Tartışmanın bir yerinde sınıftan bir öğrenci, kritik düşüneyemeyenlerin tercümanı olarak hemen şu soruyu soruyor: *Hocam 2kg kütleli cisim 3kg kütleli cismi nasıl hareket ettirebilir?* Bu tür bir soru ile



karşılaşan öğretmen işin ciddiyetini kavrar. Öğrencilerin fizik sorularına nasıl yaklaştıklarını, kavram yanlışlarını, konu hakkındaki ön bilgilerinin farkına varır. Esasen bu tür soruların sorulması öğretmen için bulunmaz bir fırsattır. Böyle bir soru hemen öğretmen tarafından bir KDGF sorusu haline dönüştürölüp sınıf içi tartışma ortamından, öğrencilerin kavram yanlışlarını yok etmeye kadar birçok konuda kullanılabilir.

İkincisi, test sorularında uygun değişiklikler yapılmasıdır. Örneğin yandaki soruda (Şahan ve diğerleri, 2007) çözüme ulaşmak için; önce, K ve L cisimlerinin ağırlıklarının düzlemlere paralel bileşenlerini bulmak gerekir. Daha sonra bu iki bileşenin farkı alınıp toplam kütleye bölünürse sistemin ivmesi bulunabilir. Görüldüğü gibi böyle bir sorunun öğrenciler



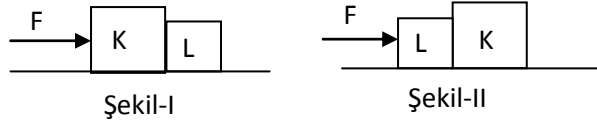
Sürtünmelerin önemsenmediği 5 kg kütleli K ve L cisimleri şekildeki gibi bir ip ve makara yardımı ile bağlanıyor.

Cisimler serbest bırakıldığında ivmeleri kaç m/s^2 olur? ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\sin 53^\circ = 0,8$; $g = 10 \text{ N/kg}$)

tarafından çözülebilmesi için yeterince fizik ve matematik bilgisine ihtiyaç vardır. Fakat bu problemde hafif değişiklik yapılarak, konu anlatımı esnasında öğrencilere bir KDGF sorusu olarak sorulabilir.

Örneğin yukarıdaki sorunun metni şu şekilde hazırlanabilir: *Şekildeki eşit kütleli K ve L cisimleri sürtünmesiz sistem üzerinde serbest bırakıldıklarında hareket ederler mi etmezler mi?* Öğretmenlerin böyle bir soruyu hafife almamaları gerekir. Çünkü hem Newton'un Hareket Kanunları konusunu yeni öğrenmeye başlayan öğrenciler hem de formül ezberleyerek soru çözmeye çalışan öğrenciler böyle bir soru karşısında çoğunlukla yanılacaklardır. Birçok öğrenci, her iki taraftaki kütleler eşit olduğundan sistemin hareket etmeyeceğini düşünecektir.

Bazen test sorularında herhangi bir değişiklik yapmaya gerek yoktur. Çünkü test kitaplarında zaman zaman KDGF sorularına rastlamak mümkündür. Aşağıdaki soru (Aksoy ve diğerleri, 2006) buna güzel bir örnektir.



Sürtünmesiz yatay zeminde K ve L cisimleri Şekil-I deki gibi etkiyen F kuvveti ile hareket etmektedir.

Cisimler Şekil - II deki gibi kendi aralarında yer değiştirilerek F kuvveti uygulandığında cisimlerin birbirine uyguladığı etki tepki kuvveti için ne söylenebilir? (K nin kütlesi L ninkinden büyüktür.)

- A) Artar B) Azalır C) Değişmez
D) Önce azalır, sonra artar E) Sıfır olur

Bu soruda görünen cevap her iki durumda da etki ve tepki kuvvetlerinin aynı olduğudur. Gerçekte ise, birinci şekilde tepki kuvveti daha az bir kütleyle, ikinci şekilde daha fazla kütleyle ivmelendirilmektedir. Her iki şekilde de ivmeler eşit olduğuna göre ikinci durumda tepki kuvveti daha fazla olacaktır.

KDGF sorularının hazırlanması ile ilgili Campanario (1998) kendi tecrübelerini şu şekilde aktarıyor.

”Bu yeni metot ile kullanılabilecek geleneksel fizik problemlerinin değişik kaynakları vardır. Sıradan ders kitaplarında bazı problemleri buldum ve onları bu metodun amaçlarına göre değiştirdim. Üniversitede birinci sınıf öğrencilerine temel fizik öğretirken diğerlerini icat ettim. Burada verilenlere benzer problemleri yazmak veya bulmak zor olmamasına rağmen biraz hayal gücü ve emek gerekmektedir. Pek çok geleneksel problemin amacı değiştirilerek beklenenin dışında sonuç verebilecek şekilde yeniden ifade edilebilir. Örneğin, kütle veya başlangıç hızları gibi sonucu etkilemeyen durumlar beklenenin dışında cevaba sahip problemlere mükemmel bir şekilde uymaktadır.”

1.4.3. Kritik Düşünme Gerektiren Soruların Uygulanmasında Dikkat Edilecek Hususlar

Yapılan araştırmalar (Balta ve Moğol, 2008) göstermektedir ki KDGF soruları kullanılırken dikkat edilmesi gereken çok önemli bir konu vardır. Öğrenciler bu sorulara çoğunlukla yanlış cevap verdiklerinden zamanla cesaretleri kırılabilir, öz güvenlerini kaybedebilirler. Bu yüzden;

1. KDGF soruları üst üste değil ara ara sorulmalı
2. Öğrenciler sık sık uyarılmalı, birçok öğrencinin bu tür sorularda kolaylıkla yanılabilecekleri anlatılmalı.
3. KDGF soruları sorulduktan sonra önce öğrencilerin kendi aralarında tartışmalarına izin verilmeli daha sonra cevapları açıklanmalı.

1.4.4. Kritik Düşünme Gerektiren Soruların Faydaları

Kritik düşünme gerektiren problemler, öğrenciyi problemi çözmeden önce düşünmeye sevk eder. Öğrencinin ezbere çözüme gitmesini engeller. Böylece öğrenci, bildikleriyle, bulduğu sonuç arasındaki ayrıcalığın farkına varır. Bu tür problemlerin her konunun içinde kullanılması öğrencinin her zaman tetikte olmasını sağlar. Bu sorular eşliğinde konuları öğrenen öğrenciler, kavram yanlışlarını giderir. Bu sorular derste kullanıldığında sınıfta tartışma ortamının doğmasına sebep olur.

Öğrencilerin beklentilerini zorlayan sonuçlar veren veya öğrencilerin bazı standart hataları yaparak onları yanlış bir sonuca götüren sınıf içi problemlerinin kullanımı önemsenmelidir. Çünkü beklenenin dışında (counterintuitive) çözümü olan problemler öğrencileri alelacele sonuca gitmeden önce düşünmeye zorlar. Çok geçmeden, sahip oldukları fikirler ve problem çözümünde buldukları sonuç arasındaki uçurumun farkına varırlar.

Öğrenciler bu sorulara, her hangi bir soruya yaklaşıyor gibi yaklaşabilirler. Fakat bu soruların cevaplarını öğrendiklerinde ve sonucun beklediklerinden ya da bulduklarından çok farklı çıktığını gördüklerinde, tabir doğru ise ''şok'' oluyorlar. Bu sorular ile öğrenciler uyarılıyorlar, bir çeşit uyarıcı alıyorlar. Bu sorularla karşılaşan öğrenciler ezbere çözüme gitme yollarını terk edip, kritik düşünmeye başlıyorlar. Öğrenciler özellikle fizik kavramlarını daha oturaklı bir şekilde öğreniyorlar. Bu da biz öğretmen ve eğitimcilerin ulaşmak istediği hedefler arasındadır.

Özellikle örnek problemleri, beklenenin dışında çözümlerle birleştirmek öğrenciler arasında yaygın olan bazı kavramsal hatalara meydan okumaktadır. Beklenenin dışındaki sonuç, başlangıçtaki yetersiz analizi ve üstün körü yaklaşımı ortaya çıkaracaktır. ''Deneyimime göre (Campanario,1998) bu yeni yöntem sistemli bir şekilde üç veya dört hafta kullanıldığı zaman, öğrenciler kendilerinde baştan beri var olan hızlı cevap verme eğilimini, durumun gerektirdiği daha derin fizik analizi ile değiştirmektedir. Çok geçmeden kendi kavram yanlışlarına göre cevap vermekten kaçınıp onun yerine doğru fizik kanun ve prensiplerini kullanmaya çalışırlar. ''

Kritik düşünme gerektiren sorular sadece öğrencilerin derse karşı dikkatlerini arttırmaz, aynı zamanda öğrencilerin düşünme alışkanlıklarını ve pratikliklerini değiştirmelerine yardımcı olur. Böylece öğrencilerin daha iyi birer düşünür, kâşif ve sorgulayıcı olmalarına öncülük eder (Gordon, 1991).

Lesser (1995), istatistik konusundaki müfredatın, kritik düşünme gerektiren sorularla zenginleştirilmesi, öğrencilerin pasif alıcılar değil aksine aktif alıcılar olduğunu savunan yapısalcı pedagojisini desteklediği hususunda, ortak bir zemin olduğuna inanıyor.

1.5. İlgili Literatür

Hunt (2007), uygulamalı mekanik üzerine yapılan 5. Avustralasya Kongresinde, dinamik ve titreşim konularında, kritik düşünme gerektiren problemler üzerine yaptığı çalışmada bu tür soruların özellikleri üzerinde durmuş ve bu konularda kritik düşünme gerektiren özellik taşıyan bilimsel gösteriler yapmıştır.

Lesser (1995), istatistik konusundaki kritik düşünme gerektiren problemlerin öğrencileri motive ettiğini, morallerini bozmadıklarını bulmuş.

Mekanik ve titreşim konularında, kritik düşünme gerektiren sorular eşliğinde ders anlatımını sınıf içi bir aktivite olarak gören Everett ve Pennathur (2007) başka çalışmalardan da istifade ederek bu sorular ile mühendislik bölümündeki öğrencilere ders anlatmışlar ve bu aktivitelerin kullanılması ile ilgili sekiz prensip öneriyorlar.

1. Aktiviteler daha büyük bir çalışmanın parçası yapılmalı
2. Öğrenen problemi sahiplenmeli
3. Gerçekçi olunmalı
4. Problemi, gerçek yaşantılardan sentezlenmiş gibi sunmalı
5. Öğrenciler çözüm sürecinin içinde olmalı
6. Ortamı destekleyici ve uğraştırıcı hale getirilmeli
7. Öğrencilere fikirlerini ölçme cesareti verilmeli
8. Öğrencilere öğrenme sürecinde içerik hakkında yorum yapmalarına izin verilmeli.

Everett ve Elsa (2006), öğrencilerinin sınav notlarını yükseltmek için derslerini kritik düşünme gerektiren bilimsel gösteriler eşliğinde anlatmışlar. Bu gösterileri öğrencilere sunarken aşağıdaki adımları takip etmişler.

1. Öğrencileri gruplara ayırıp bilimsel gösterinin sonucunun nasıl olacağını öğrencilere sormuşlar. Öğrencilerden verdikleri cevap için bir açıklama getirmelerini istemişler.
2. Öğrencilerin gösteri hakkındaki fikirleri alındıktan sonra deneyi yapmışlar ve sonuç genelde öğrencilerin beklediğinden farklı çıkmış.
3. Gösteriden sonra öğrencileri, öngörülerini yeniden değerlendirmelerini ve tartışmalarını istemişler.
4. Son olarak da kendileri olaya bilimsel bir açıklama getirmişler.

Javier ve Constantine (2008) Teksas üniversitesinde yaptıkları çalışmada; basit, kritik düşünme gerektiren, soruşturmaya dayalı problemlerin çözümünün öğrencilerin kavram yanlışlarını azalttığını ve kavramların öğrenciler tarafından oturaklı bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olduğunu bulmuşlar.

Hynd, Mcnish, Qian, Keith ve Lay (1994), Fen bilimlerine ait metinlerin sınıf içindeki etkilerini araştırmışlar. Kavrama, motivasyon ve sosyoekonomik durumun metinlerden öğrenilen kavramsal değişimlere nasıl etki ettiğini araştırmışlar. Fen bilimlerine ait metinlerin öğrencilerin kavramsal değişimlerini etkilememesine rağmen öğretim işinin merkezinde bulunduğunu tespit etmişler. Araştırmacılar şu sonuca varmışlar: Fiziğin mesleki amaçlara bağlılığı, öğrencileri kritik düşünme gerektiren kavramları öğrenme isteğindeki en önemli faktör olmalıdır.

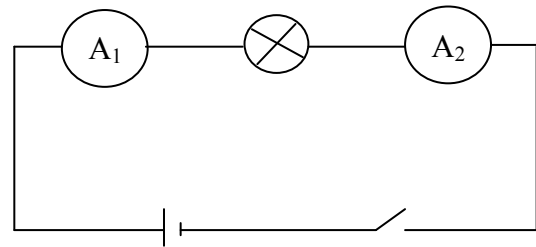
Guzzetti, Williams, Skeels, ve Wu (1998), metin yapısının öğrencilerin kavramsal değişimlerine etkisini araştırmışlar. Sonuçta öğrencilerin alternatif kavramalarını değiştirmek, ön kavramlarına bilimsel destek bulmak, fikirlerini tartışabilecek dili elde etmek ve yeni kavramları elde etmek için kritik düşünme sağlayan metinleri kullandıklarını tespit etmişler. Bu tür metinlerin kavram kargaşasına yol açmadığını ve bireylerden çok gruplar üzerinde daha etki olduğunu tespit etmişler.

Gordon (1991), sınıftaki kritik düşünme gerektiren anların (durumların) genel mantığa ve pratik eylemlere ters düştüğünü (kritik düşünme gerektirdiğini) ve öğrencilerin araştırma, düşünme ve muhakeme etme ihtiyacını geliştiren matematiğe yardım etmede kullanılabileceğini belirtmiştir.

Fizikteki birçok kavramın kritik düşünme gerektirdiğini öne süren Planinic, Krsnik, Pecina ve Susac (2005), öğrencilerde kavram değişiminin meydana gelmesi için yapılması gerekenleri anlatıyor ve aşağıdaki kritik düşünme gerektiren soru üzerinde değerlendirmelerini yapıyorlar.

Soru: Elektrik akımı devrede harcanır mı?

İki ampermetre, bir pil, bir anahtar ve bir lambadan oluşan şekildeki elektrik devresi oluşturuluyor. Anahtar kapatılmadan önce öğrencilerin ampermetrelerin göstereceği değerler hakkındaki tahminleri soruluyor.



Öğrenciler genelde bir ampermetrenin diğerinden daha fazla değer göstereceğini tahmin

ederler. Çünkü bir miktar akımın lambada kullanıldığını dolayısıyla ikinci ampermetrenin daha az değer göstereceğini düşünürler. Öğrencilerin tahminleri alındıktan sonra anahtar kapatılıp iki ampermetrede de okunan değer aynı olduğu öğrencilere gösterilir.

Campanario (1998), The Physics Teacher dergisinde yazdığı makalede, sonuçları öğrencilerin beklentilerinin dışında olan problemlerin tanıtımını yapıyor, bu tür sorulara örnekler veriyor ve bu soruların kullanılmasını öneriyor.

Balta ve Moğol (2008), VIII Fen Bilimleri Kongresine sundukları çalışmada, kritik düşünme gerektiren fizik sorularını tanıtmış ve bunların uygulamaları üzerine bir çalışma yapmışlar. Bu çalışmanın geniş özeti aşağıda verilmiştir.

Bu çalışma, doğru çözüme ulaşabilmek için kritik düşünme gerektiren fizik sorularına dikkat çekmek ve öğretmenleri, derslerde bu tip soruları çözmeye teşvik etmek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla öğrencilerin kritik düşünmeden çözdüklerinde, çoğunlukla beklenenin tam tersi veya beklenenden çok farklı cevaplar buldukları soru örnekleri hazırlandı. Bu çeşit soruların gerçek cevapları, öğrencilerin verdikleri cevapların neredeyse tam tersi olduğu soru çeşitleridir. Kısaca bu sorularda öğrenciler, tabir doğru ise "ters köşe" olmaktadır. Hazırlanan bu soru türlerinden on tanesi klasik bir sınav uygulaması şeklinde öğrencilere soruldu. Öğrencilerin çözüm yapmaları veya verdikleri cevapların nedenlerini yazmaları istendi. *Bu sorular ile öğrencilerin bilgi düzeylerini değil, verdikleri cevaplar ile gerçek cevapların hangi oranda birbirinin tam tersi ya da birbirinden çok farklı oldukları görülmeye çalışıldı.*

Soruların farklı eğitim düzeylerinde bulunan öğrenciler üzerindeki sonuçlarının görebilmesi için, 11 tanesi Fen Lisesi, 25 tanesi Anadolu Lisesi ve 43 tanesi lisans öğrencisi olmak üzere toplam 79 öğrenciye uygulandı. Bu öğrencilerin 30 tanesi bayan 49 tanesi ise erkek öğrencidir. Uygulanan sorular değerlendirildiğinde, daha önceki tecrübelerle paralel sonuçlarla karşılaşıldı. Anadolu Lisesi öğrencileri 10 sorunun ortalama 5,5 sorusuna, Fen Lisesi öğrencileri 2 sorusuna, lisans öğrencileri ise 5,8 sorusuna gerçek cevapların tam tersi ya da gerçek cevaptan çok farklı cevap verdiler. Şu bir defa daha belirtilmelidir ki bu sonuçlar sadece öğrencilerin "ters köşe" oldukları soru sayılarıdır. Öğrencilerin yanlış cevap verdikleri diğer cevapları değerlendirmeye alınmadı.

Görüldüğü gibi Fen Lisesi öğrencileri farklarını ortaya koyarak 10 soruda sadece ortalama 2 tanesinde "ters köşe" oldular. Fen Lisesi öğrencilerinin özelliklerinden bazıları; problemlere daha bilimsel yaklaşımları, daha kritik düşünceleri ve ezbere çözüme gitmemeleridir. Anadolu Lisesi öğrencileri ve lisans öğrencileri birbirlerine yakın sayıda soru ile ters köşe oldular. Öğrencilere yöneltilen sorular lise seviyesinde olmalarına karşın, lisans öğrencilerinin de bu sorularda "ters köşe" olmaları gösteriyor ki bu tür sorularda öğrenciler kolaylıkla tuzağa düşebiliyorlar. Ayrıca tamamı erkek olan Fen Lisesi öğrencilerini hesaba katmadığımızda, kız öğrencilerin ortalama 5,8 soru ve erkek öğrencilerin ortalama 5,6 soru ile "ters köşe" oldukları görüldü. Bu sonuç da yine öğrencilerin cinsiyet farklılığı göstermeden soruları dikkatsizce çözdüklerini göstermektedir. Öğrencilere yöneltilen 10 soru içerisinde örnek bir soru aşağıdadır. Bu soruda toplamda öğrencilerin %86'sı "ters köşe" olmuştur.

Bir terazinin üstünde duran adam, ağırlığını P olarak ölçüyor. Aynı adam ikinci bir defa, terazinin üstüne aniden a ivmesi ile oturarak ağırlığını P' olarak ölçüyor. P' değeriyle P arasında nasıl bir ilişki vardır?

Görünen cevap: P' daha büyüktür.

Gerçek cevap: P' daha küçüktür. Newton'un II kanunu bu probleme uygulandığında; P' nün, P den daha küçük olduğu bulunur.

Ne yazık ki bilinen fizik soru tiplerini çok rahatlıkla çözebilmelerine karşın, bu çalışma için hazırlanan soru türlerinde öğrencilerin çoğunluğunun, soruları beklenenden çok farklı cevaplar ile cevapladıkları görüldü. Hazırlanan bu soru örneklerinin çok zor olmamalarına karşın; öğrencilerin kritik düşünmeden, acele ile, çözüm yapmadan, soru gövdesinde verilen değerleri, tek taraflı düşünüp uygun formüller içerisine yerleştirerek çözüme gitmeye çalıştıkları görüldü.

Bu tür "ters köşe" problemlerinin derslerde kullanılması; öğrenciyi, problemi çözmeden önce, problemi bir bütün olarak düşünmeye sevk eder ve ezbere çözüme gitme ihtimalini engeller. Böylece öğrenci, bildikleriyle bulduğu sonuç arasındaki ayrıcalığın farkına varır. Bu tür problemlerin, her konunun içinde kullanılmasının öğrencinin her zaman tetikte olmasını sağlayacağı düşünülüyor.

1.6. Problem Durumu

Fen bilimleri ve teknoloji karşılıklı olarak, ülkelerin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu gün çok iyi bilinmektedir ki fen ve teknoloji iç içedir. Fen bilimlerinin gelişmesi teknolojiyi, teknolojinin gelişmesi de fen bilimlerini desteklemektedir. Fen bilimlerinin günün şartlarına ve ihtiyaçlarına göre öğretildiği ülkelerde teknolojik kalkınma daha kolay olmaktadır. Bu nedenle kalkınmak isteyen ülkeler, iyi bir fen eğitimi için özel çaba içerisinde. Bu amaçla, yeni fen eğitimi programlarını geliştirip uygulamaya, öğretmenlerin niteliğini yükseltmeye, eğitim kurumlarını teknik ve teknolojik araç-gereçlerle donatmaya çalışmaktadırlar.

Fen eğitimi içinde ayrı bir öneme sahip olan fizik, ne yazık ki öğrencilerin en çok zorlandıkları derstir. Çünkü yeterince soyut kavram ve matematik içeren fizikte, öğrencilerin başarısını etkileyen birçok faktör vardır. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, öğrencilerin fizik konularında başarılarını etkileyen bazı faktörler şunlardır: Matematik kabiliyetleri, cinsiyetleri, bilinçsel gelişme seviyeleri, problem çözme becerileri, kavram yanılgıları ve ön kavramlar şeklindedir (Clement, 1982; Eryılmaz, 1992; Eryılmaz, 1996). Bunlara ek olarak öğrencilerin ön yargıları, bilinçaltlarına yerleştirdikleri yanlış anlayışlar ve beklentileri de fizik konularını öğrenmelerine etki etmektedir. (Eryılmaz, 2002) Bu nedenle öğretmenlerin sınıflarında etkili ve verimli bir fizik eğitimi gerçekleştirebilmeleri için bu faktörleri göz önünde bulundurmaları, yeni öğrenme ve öğretme yaklaşımlarını bilmeleri ve derslerinde bu yaklaşımlara yer vermeleri gerekir.

Fizik eğitiminin en önemli amaçlarından birisi, öğrencilerin konu ve kavramları kalıcı bir şekilde öğrenip yakın ve uzak gelecekte tekrar kullanabilmeleridir. Görsel

materyallerle dersler zenginleştirildiğinde öğrenilenler öğrencinin zihninde uzun süre yer etmektedir. Fakat her dersi görsel hale getirme hem ekonomik açıdan hem de zaman açısından mümkün değildir. Kaldı ki böyle bir şey mümkün olsa bile soyut olan her fizik konusunu görsellerle desteklemek zordur. Sonuçta öğrencilerin başarılı olup olmaması, öğrenilenlerin kalıcı olup olmaması, fizik öğretiminde öğrenciler ve öğretmenler için önemli bir konudur. Öğrencilere kazandırılacak fizik kavramlarının anlamlı ve kalıcı olması için, yeni metot ve tekniklere ihtiyaç vardır.

Fizik öğretiminde problem çözmenin yeri ve önemi büyüktür. Genelde soru çözümü ile öğrencilerin konuları daha iyi kavramaları hedeflenmektedir. Burada önemli olan hangi soruların anlatılanları daha iyi anlamada etkili olduğudur. Öğrencileri kritik düşünmeye sevk edecek soru tipleri derslerin anlaşılabilirliğinde etkili midir? İşte araştırılması gereken konulardan birisi budur.

1.7. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı; kritik düşünme gerektiren fizik sorularının derslerde kullanılması sonucunda, öğrencilerin başarısında meydana gelebilecek değişiklikleri araştırmaktır.

1.8. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Günümüzde fen eğitiminin en önemli hedeflerinden birisi anlatılanların öğrenciler tarafından kavranıp, kalıcı olmasıdır. Fizik konularının öğrencilere kavratılması için birçok yöntem ve araştırma yapılmıştır. Bu yöntemlerle belki konular öğrencilere daha çabuk ve kısa yoldan öğretilir. Fakat bunun yanında anlatılan konuların hemen unutulmaması, kalıcı olması için yöntemler geliştirmeliyiz. Bu konuda eğitim araştırmacılarına ve öğretmenlere büyük görevler düşmektedir.

Öğrenme-öğretmen sürecinin etkili olmasını sağlamak amacıyla birçok öğretim yöntem ve tekniği geliştirilmiştir. Başarılı bir öğretim için öğretmenlerin bu yöntemler arasında kendilerine, öğrencilerine konu alanlarına ve kazandırmak istedikleri davranışlara göre en uygun olanını seçmeleri önem kazanmaktadır (Fidan ve Erden, 1994).

Çevremizde, ''okulda öğrendiklerimin hiç birini hatırlamıyorum'' diyen insan sayısı az değildir. Görsel materyallerle derslerin hazırlanıp öğrencilere sunulması çok önemlidir. Bu yöntemle öğretilenler ciddi düzeylerde kalıcı olmaktadır. Fakat şunu unutmamalıyız ki fen derslerinde her şeyi görsel hale dönüştüremiyoruz. Soyut kavramlar çok fazladır. Kritik düşünme gerektiren fizik soruları ile özellikle soyut kavramlar bir nevi görsel hale getirilebilir. Derslerinin anlaşılabilirliğini artırmak için; uygulanması kolay, dersi zevkli hale getiren, maliyeti olmayan bir metot kullanılmış olur. Böylece dersler, uygulanan yeni öğretim metotları ve görsel materyallerle zenginleştirilerek daha iyi ve hızlı kavranmasının yanında daha kalıcı olur.

Derslerde konular anlatılırken, öğrencilerin o konu ile ilişkili yolda mesafe almaları sağlanır. Bu yolun da çıkmazları ve ters yönleri vardır. İşte kritik düşünme gerektiren fizik soruları şeklinde tabir edilen sorular ile öğrencilerin doğru yolda ilerlemeleri sağlanabilir.

Bu araştırma 2008-2009 eğitim öğretim döneminde Özbekistan'ın başkenti Taşkent'te 'Uluğbek Uluslararası Okul' isimli okulda okuyan Özbek ve diğer milletlerden öğrenciler üzerinde yapıldı. Bu vesile ile birçok farklı millettten öğrencilerin sorulara yaklaşımı, eğitim düzeyleri ve ne kadar kritik düşünebildikleri araştırıldı.

1.9. Problem cümlesi

Kritik düşünme gerektiren fizik soruları öğrencilerin başarısını artırmada kullanılabilir mi?

1.10. Alt Problemler

1. Özbekistan Taşkent'te bulunan Uluğbek Uluslararası Okul'da okuyan 10. sınıf öğrencilerinin KDGF sorularını cevaplamadaki yanılma düzeyleri nedir?
2. Newton'un Hareket Kanunları konusunda KDGF soruları ile öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak öğretim yapılan kontrol grupları öğrencileri, Newton'un Hareket Kanunları konusunda ön bilgiler yönünden denk midir?

3. Birinci kontrol grubunun ön test ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. İkinci kontrol grubunun ön test ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Deney grubunun ön test ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
6. Newton'un Hareket Kanunları konusunda KDGF soruları ile öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak öğretim yapılan kontrol grupları öğrencilerinin, son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
7. Uluslar arası okulda okuyan Türk ve Özbek öğrencilerin Newton'un Hareket Kanunları konusundaki başarıları arasında fark var mıdır?

1.11. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Araştırma, Newton'un Hareket Kanunları konusu ile sınırlıdır.
- Araştırma, Özbekistan'da bulunan Taşkent Uluğbek Uluslararası Okul'da okuyan lise 10. sınıf öğrencileriyle sınırlıdır.

1.12. Araştırmanın Varsayımları

- Araştırma esnasında söz konusu gruplara uygulanan başarı testinin geçerli ve güvenilir olduğu varsayılacaktır.
- Ön testin geçerli ve güvenilir olduğunu tespit amacı ile, testin uygulandığı ÖSS'ye hazırlanan son sınıf öğrencilerinin her biri, önceden lise müfredatı dahilinde Newton'un Hareket Kanunları konusunu öğrenmiş oldukları varsayılacaktır.
- Araştırmanın kuramsal çerçevesini oluşturmak için taranan kaynaklar, güvenilir ve yeterli bilgi vermektedir.
- Yapılan çalışmada, belirlenen deney ve kontrol gruplarının eğitim ve öğretim bakımından homojen yapıda ve eşit özelliklerde oldukları varsayılacaktır.

- Kontrol ve deney gruplarının uygulama süresinde, aynı fiziki şartlar altında oldukları varsayılacaktır.
- Kontrol ve deney gruplarının, uygulama süresi boyunca, birbirini etkilemedikleri varsayılacaktır.

1.13. Tanımlar

Problem: Düşünülp konuşulmaya, bir sonuca bağlanmaya değer ya da gerekliliği olan, bilimsel yöntemlerle cevabı bulunması gereken soru, sorun ya da durum (Ünsal,2006).

Problem çözme: Problemlerin; kavramlardan yola çıkarak düzenli ve mantıklı bir şekilde cevaba dönüşmesini sağlayan bilimsel araştırma metotlarının bütüncül bir yaklaşımla ele alındığı öğretim yöntemi (Ünsal,2006).

Kritik düşünme gerektiren fizik soruları (KDGF soruları): Cevapları öğrencilerin tahmin ettiklerinin tam tersi ya da beklediklerinden çok farklı çıktığı soru çeşitleridir.

2. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırma modeli, katılımcıların seçimi, veri toplama araçları, verilerin toplanması, uygulama, verilerin çözümlenmesinde ve yorumunda yararlanılan istatistiksel yöntem ve tekniklere yer verilmiştir.

2. 1. Araştırma Modeli

Fizik dersi öğretiminde, KDGF soruları eşliğinde ders yapılan deney grubu ile geleneksel yöntem uygulanan kontrol grupları arasında, başarı puanları yönündeki farklılıkları ortaya koymayı amaçlayan bu araştırmada kontrol gruplu ön test-son test modeline uygun deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Buna göre, araştırmada öğretmen faktörünü azaltmak için iki kontrol grubu ve bir deney grubu yansız atama ile oluşturulmuş ve her üç gruba da öğretimden önce ön test ve öğretimden sonra son test uygulanmış ve gerekli ölçümler yapılmıştır. Çalışmada kullanılan araştırma modelinin şematik gösterimi Tablo 2.1 de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Çalışmada Kullanılan Araştırma Modelinin Şematik Gösterimi

GRUPLAR	ÖĞR. SAY.	YANSIZLIK	ÖNTEST	YÖNTEM	SON TEST
10A	15	R	Q ₁	Y	Q ₂
10B	18			X	
10C	15			Y	

10A: Kontrol grubu

10B: Deney grubu

10C: Kontrol grubu

R: Grupların oluşturulmasındaki yansızlık (random)

Q1: Kontrol ve Deney grupları için ön test

X: KDGF soruları yöntemi

Y: Geleneksel yöntem

Q2: Kontrol ve Deney grupları için son test

2. 2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evreni “Dünyadaki uluslararası okullarda öğrenim gören sayısal 10. sınıf öğrencileri” dir. *(Dünyanın değişik yerlerinde bulunan bu okullarda ortak müfredat uygulanmaktadır) Evrenin büyüklüğü nedeniyle tümüne ulaşmak ve deneme uygulamasını yaparak veri elde etmek güç olduğundan örneklem alma yoluna gidilmiştir.

Araştırmanın örneklemini ise Uluğbek Uluslararası Okul’da okuyan 10. sınıf öğrencilerinden rastgele seçilen deney ve kontrol grupları oluşturmaktadır.

2. 3. Verilerin Toplanması

Kritik düşünme gerektiren fizik sorularının öğrencilerin başarısına etkisini görebilmek için Newton’un Hareket Kanunları konusu ile ilgili KDGF soruları hazırlandı. Kontrol gruplarına geleneksel yöntemle ders anlatılırken, deney grubuna KDGF soruları eşliğinde ders anlatıldı. Araştırmada ölçme aracı olarak kullanılmak üzere fizik başarı testi oluşturuldu. Hazırlanan bu ölçme aracının pilot uygulama ile geçerlilik ve güvenilirliği test edildi, bunun yanında madde analizi yapılarak soruların güçlük ve ayırt edicilik değerleri incelendi. Ölçme maddeleri ilgili alan uzmanlarının görüşleri alınarak başarı testi yeniden düzenlendi.

2.3.1. KDGF Sorularının Hazırlanması

36 sorudan oluşan ve Ek-1 de verilen sorulardan üç tanesi ‘The Physics Teacher’ dergisinin 36.ncı sayısında yayımlanan ‘Using Counterintuitive Problems in Teaching Physics’ isimli makaleden alınma, geri kalanlar ise araştırmacı tarafından daha önce dinamik konusunun anlatıldığı dönemlerde yer yer not edilen sorulardan oluşmaktadır. KDGF sorularının cevap şıkları sorunun çeşidine bağlı olarak iki ya da üç tane olarak hazırlandı.

2.3.2. KDGF Sorularının Kullanılması

Deney grubu öğrencilerine, dersin işlenişi esnasında sırası geldikçe kritik düşünme gerektiren sorular soruldu. Sadece Newton’un birinci hareket kanunu konusu ile ilgili sorular Newton’un birinci hareket kanunu konusu anlatıldığında, sadece etki tepki ile ilgili sorular ise bu konu anlatıldığında öğrencilere soruldu. Newton’un Hareket Kanunları konusunun tamamını ilgilendiren sorular ise konu sonlarında öğrencilere yöneltildi. Örneğin Ek-1’de verilen 4 numaralı soru hem Newton’un birinci hareket kanunu, hem de sürtünme kuvveti içermektedir. Bu soru sürtünme konusu anlatıldıktan sonra öğrencilere soruldu.

Ders esnasında soru tahtaya yazıldıktan sonra öğrencilerden cevap olarak düşündükleri şık için parmak kaldırmaları söylendi. Her soruda kaç öğrencinin kritik düşünebildiği ve kaçının kritik düşünemediği sayıldı. (Tablo 2.2) Öğrencilerin parmak kaldırırken başarılı öğrencilerden etkilenmemeleri ve düşündükleri cevabı özgürce vermeleri teşvik edildi. Bu tür sorularda yanılmanın normal olduğu, başarılı olmak ile ilişkili olmadığı öğrencilere anlatıldı. Çünkü birçok başarılı öğrenci bu tür sorularla karşılaştıklarında kritik düşünemediklerinden yanlış cevap verdikleri diğer öğrenciler tarafından da gözlemlendi. Ders esnasında öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevaplar ile ilgili sonuçlar Tablo 2.2 verilmiştir.

Tablo 2.2. Deney Grubu Öğrencilerinin KDGF Soruları Karşısındaki Yanılma Miktarları

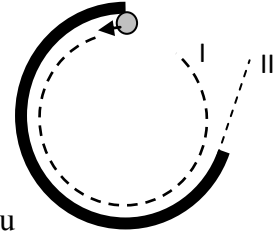
Soru no	Yanılan öğrenci sayısı	Doğru cevap veren öğrenci sayısı	Fikri olmayan öğrenci sayısı	Dersteki öğrenci sayısı	Yanılan öğrenci yüzdesi
1	11	3	3	17	64,7
2	10	7	0	17	58,8
3	17	0	0	17	100,0
4	10	4	4	18	55,6
5	7	7	2	16	43,8
6	11	5	0	16	68,8
7	8	3	5	16	50,0
8	8	6	3	17	47,1
9	6	5	4	15	40,0
10	10	3	2	15	66,7
11	6	5	2	13	46,2
12	13	3	1	17	76,5
13	9	6	2	17	52,9
14	8	3	3	14	57,1
15	9	3	2	15	60,0
16	16	0	2	18	88,9
17	13	3	3	18	72,2
18	6	4	4	14	42,9
19	12	4	2	18	66,7
20	11	3	4	18	61,1
21	10	6	1	17	58,8
22	16	2	0	18	88,9
23	9	5	4	18	50,0
24	13	3	1	17	76,5
25	13	3	1	17	76,5
26	9	7	2	18	50,0
27	11	1	3	14	78,6
28	11	7	0	18	61,1
29	8	4	2	14	57,1
30	13	1	3	17	76,5
31	11	1	5	17	64,7
32	7	6	4	17	41,2
33	8	4	3	15	53,3
34	11	0	3	14	78,6
35	13	2	2	17	76,5
36	12	2	0	14	85,7
Ortalama					63,7

Tablo 2.2 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin % 63,7'si KDGF soruları karşısında yanıldıkları görülmektedir. Dersteki öğrencilerin tamamının yanıldığı 3.nolu soru yan taraftadır. Bu soru birçok öğretmen tarafından, öğrencilerin ne kadar çok kritik düşünebildiklerini test etmek amacıyla zaman zaman kullanılmaktadır.

Soruların doğru cevapları derste, sorudan hemen sonra açıklanmıştır. Bu şekilde yapılan bir eğitimin, öğrencilerin fizik başarılarını nasıl etkilediğini bundan sonra yapılan analizlerde görülmektedir.

Bir cisim, sürtünmesi ihmal edilen sabit bir çemberin içine şekildeki gibi fırlatılıyor.

Cisim çemberi terk ettiğinde hangi yolu takip eder?



- a. I nolu yolu
- b. II nolu yolu

2.3.3. Başarı Testinin Hazırlanması

Başarı testi için, uluslararası okulun müfredatına uygun, 34 çoktan seçmeli maddeden oluşan, Newton'un Hareket Kanunları ünitesini kapsayan, konulara göre dengeli dağıtılmış, bir ön deneme testi geliştirildi. Bu testin ön test ve son test olarak uygulanması ile deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi ve sonrası düzeylerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Testin hazırlanması sürecinde aşağıdaki noktalar göz önünde bulundurulmuştur:

- Soruların uygulanacak örneklemin seviyesine uygun olmasına dikkat edilmiştir. Uluslararası okullarda öğrenim gören öğrencilerin anlama ve kavrama özellikleri dikkate alınmıştır.
- Soruların kapsam geçerliliğine dikkat edilmiştir. Bu amaçla işlenecek konunun hedef davranışlarının ve geliştirilecek testin sorularının hangi hedef davranışı ölçtüğünü gösteren bir belirtke tablosu hazırlanmıştır. Soruların dağılımı Ek-2'deki belirtke tablosunda verilmiştir.

Test soruları hazırlandıktan sonraki aşama olan uygulama aşamasına geçildi. Bunun için Newton'un Hareket kanunları konusunu bilen bir öğrenci grubu araştırıldı.

Türkiye’de ÖSS’ye hazırlanan öğrencilerin Newton’un Hareket Kanunları konusunu bildikleri varsayıldı ve testin Türkiye’de uygulanmasına karar verildi. Hazırlanan ön testin pilot uygulaması Ankara’da üç farklı okulda okuyan 70 adet 11. sınıf öğrenci üzerinde yapıldı. Böyle davranmanın iki sebebi vardır:

- Birincisi, Kasım ayı içerisinde Newton’un Hareket Kanunlarını bilen 10. Sınıf öğrencisi bulunmaması,
- İkincisi, Uluslararası okulda okuyan 11. Sınıf öğrencilerinin Türkiye’deki gibi sürekli ÖSS benzeri bir sınav hazırlığı içerisinde bulunmamasından dolayı bu konuyu unutmuş olmalarıdır.

Test soruları uygulandıktan sonra geçerlilik ve güvenilirlik aşamasına geçildi. Testten elde edilen veriler SPSS 16 programı kullanılarak analiz edildi. Test sonuçlarına göre 34 sorudan testin güvenilirliğini arttırmak için, iki madde yapılan başarı testinden çıkarıldı. Elde edilen maddelerden oluşan testin güvenilirlik katsayısı 0,876 olarak hesaplanmıştır. Testin geçerliliği ise uzaman görüşü alınarak sağlanmıştır. Testin güçlük ve ayırtıcılık indisleri Tablo 2.3 de verilmiştir.

Testin pilot uygulamalarının amacı, her bir maddenin madde güçlüğü ve ayırt ediciliğini, seçeneklerin uygunluğunu belirlemektir. Madde analiz tablosunda yer alan test puanları, pilot uygulamaya katılan 70 öğrencinin her biri için, doğru cevap için 1, boş cevap ya da yanlış cevap için 0 puan verilip bunların toplanması ile elde edilmiştir. Testin oluşturulmasında dikkate alınan kriterler aşağıda verilmiştir:

- Bir maddenin güçlüğü 0,6-0,9 arasında ve ayırt ediciliği 0,2’den büyük olduğunda bu madde testte kullanılabilecek tipik bir maddedir. Bu şartları sağlamayan maddeler testten çıkartıldı.
- Ayırt ediciliği 0,2 den fazla olan maddeler testte kullanıldı. Ayırtıcılığı 0,4 ten daha büyük olan maddeler çok iyi nitelikte olduğundan maddelerin ayırtıcılığının 0,4 dolayında olmasına özen gösterildi.

Tablo 2.3. Başarı Testi Madde Analizi Sonuçları

(Burada p, madde güçlüğü; r, madde ayırt ediciliğini göstermektedir)

Sor. No	p	r	Sor. No	p	r	Sor. No	p	r
1	0,54	0,21	12	0,75	0,50	23	0,82	0,36
2	0,82	0,36	13	0,64	0,29	24	0,57	0,57
3	0,82	0,21	14	0,61	0,36	25	0,79	0,29
4	0,46	0,64	15	0,71	0,43	26	0,68	0,64
5	0,54	0,36	16	0,75	0,36	27	0,79	0,29
6	0,71	0,29	17	0,64	0,71	28	0,89	0,21
7	0,89	0,21	18	0,68	0,21	29	0,57	0,57
8	0,39	0,50	19	0,89	0,21	30	0,82	0,36
9	0,61	0,36	20	0,89	0,21	31	0,54	0,50
10	0,79	0,29	21	0,86	0,29	32	0,79	0,43
11	0,86	0,29	22	0,61	0,21			
Ortalama							0,71	0,36

Tablo 2.3'te verilen test maddelerinin ortalama güçlüğü 0,71 ve ayırt ediciliği 0,36'dır. Testte kullanılan maddeler içinde 7., 19., 20. ve 28. maddeler en zor olanlardır. Testteki soru sayısı fazla olduğundan bu maddelerin testte kalmasına izin verildi. Ek-3'de verilen başarı testinin kavram içerikli sorulardan oluşması ve pilot uygulamanın yapıldığı 11. sınıf öğrencileri, Ekim ayında ÖSS çalışmalarına daha yeni başladıklarından, sorular bu öğrencilere beklenenden daha zor gelmiş olabilir.

Bu bulgular, başarı testinin (Ek-3) Uluslararası okullarda eğitim gören 10. Sınıf öğrencileri üzerinde, başarı düzeylerini belirlemek amacıyla geçerli ve güvenilir olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Başarı testine ait genel istatistikler tablo 2.4 te verilmiştir.

Tablo 2.4. Başarı Testinin Pilot Uygulamasının İstatistikleri

n	α	$\bar{x}$	SD
32	,876	22,60	6,237

2. 4. Verilerin Analizi

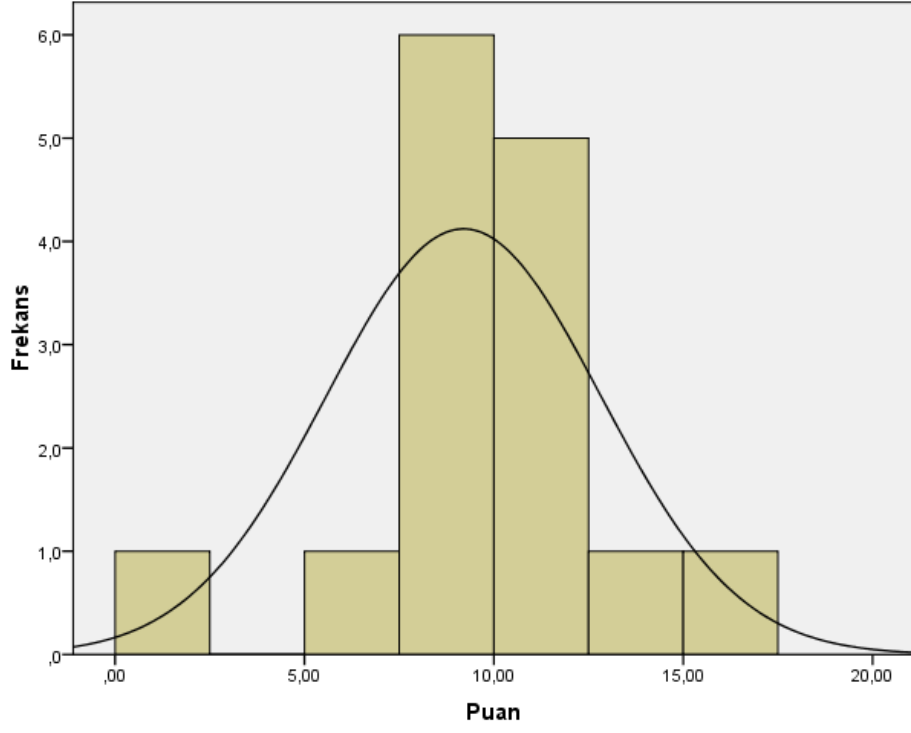
Tüm verilerin hesaplanması SPSS-16 programı ile yapılmıştır. Araştırmada anlamlılık düzeyi %95 alınmıştır. Yapılan ölçümlere %5 hata karışabileceği kabul edilmiştir. Tezin amacı ve alt problemleri doğrultusunda çeşitli analizler yapılmıştır. Yapılan 32 soruluk ön test (Ek-3) sonuçlarına göre grupların aldıkları notlar Tablo 2.5 te verilmiştir.

Tablo 2.5. Grupların Ön Test Sonuçlarına Göre Aldıkları Notlar

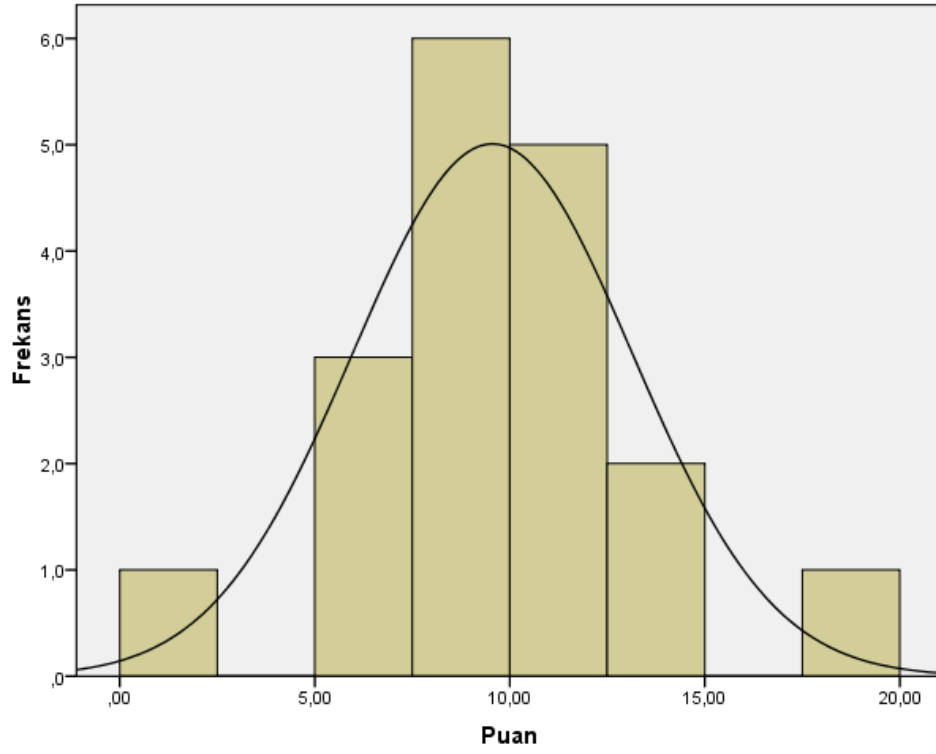
(Notlar 32 puan üzerinden verilmiştir)

Öğrenci No	1. Kontrol Grubu	Deney Grubu	2. Kontrol Grubu
1	9	8	14
2	11	14	13
3	16	9	10
4	14	11	7
5	8	7	13
6	9	10	15
7	8	8	9
8	12	11	6
9	10	18	10
10	10	8	3
11	8	8	9
12	8	14	7
13	10	12	8
14	6	7	10
15	8	2	11
16		8	
17		11	
18		6	
Ortalama	9,8	9,6	9,7

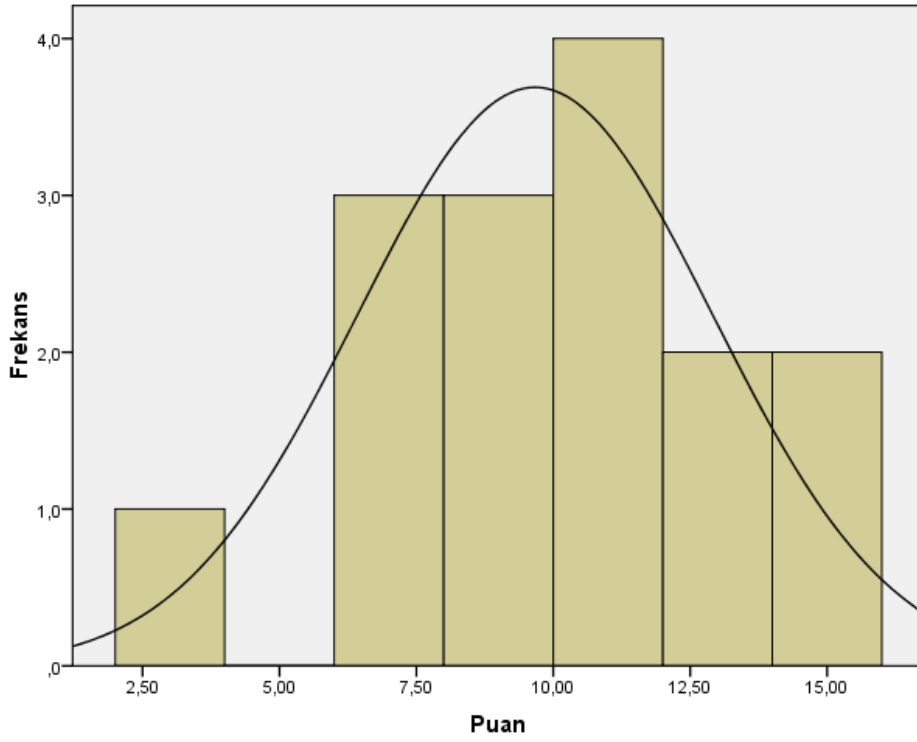
Grupların aldıkları ön test notlarının analizleri aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



Şekil 2.1 Birinci Kontrol Grubuna Ait Ön Test Puanlarının grafiği



Şekil 2.2 Deney Grubuna Ait Ön Test Puanlarının grafiği



Şekil 2.3 İkinci Kontrol Grubuna Ait Ön Test Puanlarının grafiği

Şekil 2.1, 2.2 ve 2.3 te grupların aldıkları notların normal dağılıma sahip oldukları görülmektedir.

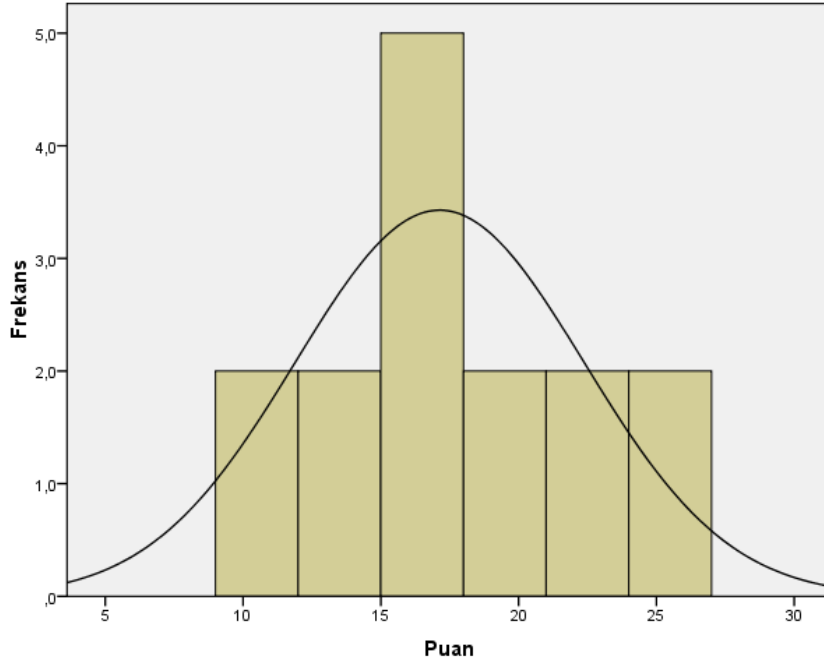
Grupların Newton'un Hareket Kanunları konusunda ön bilgilerinin, yapılan analizler sonucunda eşit olduğu kabul edildikten sonra, 10B sınıfı rastgele deney grubu olarak atandı. 10A ve 10C sınıflarına geleneksel yöntemle, 10B sınıfına ise KDGF soruları eşliğinde Newton'un Hareket Kanunları konusu anlatıldı. 6 haftalık eğitim sonunda başarı testi gruplara son test olarak uygulandı. Grupların 32 üzerinden aldıkları son test puanları Tablo 2.6 da verilmiştir.

Tablo 2.6. Grupların Son Test Sonuçlarına Göre Aldıkları Notlar

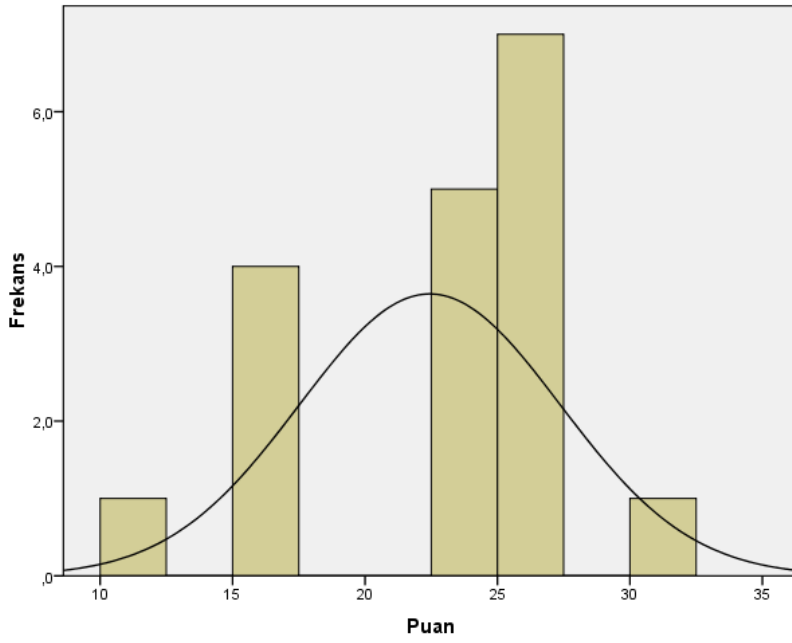
(Notlar 32 puan üzerinden verilmiştir)

Öğrenci No	1. Kontrol Grubu	Deney Grubu	2. Kontrol Grubu
1	21	15	27
2	12	24	13
3	16	11	16
4	21	23	12
5	9	17	16
6	26	26	16
7	17	23	28
8	20	25	16
9	26	30	16
10	9	25	17
11	18	26	13
12	12	24	8
13	17	27	20
14	16	17	15
15	17	25	14
16		25	
17		17	
18		24	
Ortalama	17,1	22,4	16,5

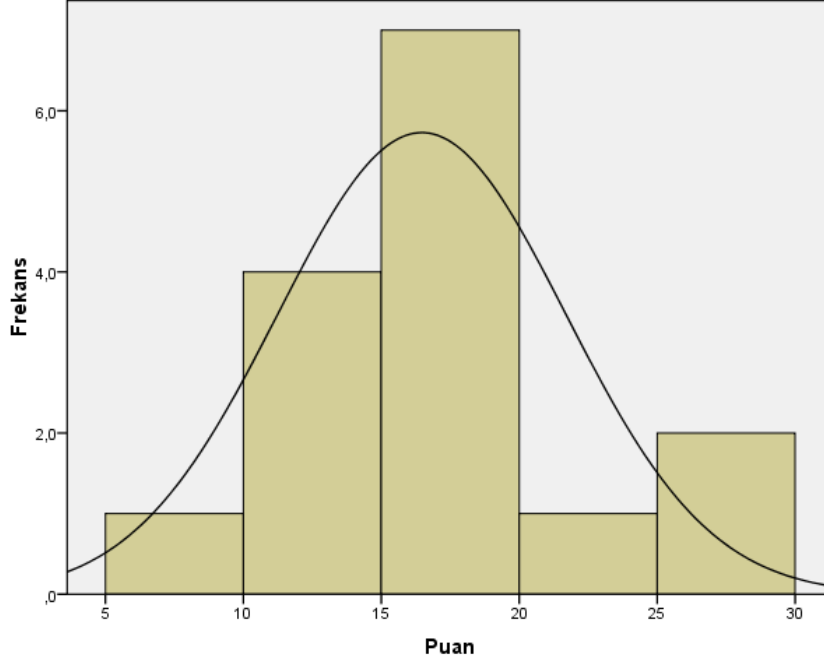
Grupların aldıkları son test notlarının analizleri aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



Şekil 2.4 Birinci Kontrol Grubuna Ait Son Test Puanlarının grafiği



Şekil 2.5 Deney Grubuna Ait Son Test Puanlarının grafiği



Şekil 6.6 İkinci Kontrol Grubuna Ait Son Test Puanlarının grafiği

3. BULGULAR VE YORUMLAR

Birinci alt problem: Özbekistan Taşkent'te bulunan Uluğbek Uluslararası Okul'da okuyan 10. sınıf öğrencilerinin KDGF sorularını cevaplamadaki yanılma düzeyleri nedir?

KDGF soruları eşliğinde deney grubuna ders verildi. Ders esnasında öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevaplar ile ilgili sonuçlar tablo 2.2 verilmiştir. Tablo 2.2 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin % 63,7'si KDGF soruları karşısında yanıldıkları görülmektedir. Bu soruların doğru cevapları derste, sorudan hemen sonra açıklanmıştır. Bu şekilde yapılan bir eğitimin öğrencilerin fizik başarılarını nasıl etkilediği bundan sonraki bulgu ve yorumlarda görülmektedir.

Fen Lisesi, Anadolu Lisesi ve Uluslar arası okulda okuyan öğrencilerin KDGF sorularını cevaplama yüzdeleri arasında bir karşılaştırma yapabilmek için bu alt probleme başvuruldu.

Balta ve Moğol (2008), Fen Lisesi ve Anadolu Lisesinde okuyan öğrencilere uyguladıkları 11 soruluk KDGF soruları testinden öğrencilerin yanılma yüzdeleri tablo 3.1 de verilmiştir. Bu tablo oluşturulurken Balta ve Moğol'un (2008), VIII Fen Bilimleri Kongresine sundukları çalışmanın verilerinden istifade edilmiştir.

Tablo 3.1. Farklı Liselerde Okuyan Öğrencilerin KDGF Soruları Karşısında Yanılma Yüzdeleri

Fen Lisesi öğrencileri	Anadolu Lisesi öğrencileri	Uluslar arası okul öğrencileri
18,2	49,5	63,7

Tablo 3.1de görüldüğü gibi Fen Lisesi öğrencileri KDGF sorularında en az yanılmaya uğrayan öğrencilerdir. Bu da Fen Lisesi öğrencilerinin gerektiğinde kritik düşünebildiklerinin bir göstergesidir.

İkinci alt problem: Newton'un Hareket Kanunları konusunda KDGF soruları ile öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak öğretim yapılan kontrol grupları öğrencileri Newton'un Hareket Kanunları konusunda ön bilgiler yönünden denk midir?

Bu alt problemi araştırmak için aşağıdaki hipotez kuruldu.

H_0 : Deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Deney ve kontrol gruplarının başarılarını gözlemlemek için öncelikle grupların denklilikleri araştırıldı. Bu amaçla, grupların ön testten aldıkları notlar için yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonuçları Tablo 3.2 de verilmiştir.

Tablo 3.2. Grupların Ön Test ANOVA Analiz Sonuçları

Gruplar	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
1. kontrol	15	9,20	3,63	2	,074	,93
Deney	18	9,56	3,56			
2. kontrol	15	9,67	3,24			
Toplam	48	9,48	3,43			

* $p < 0.05$

Tablo 3.2 deki ANOVA analiz sonuçlarına göre $0,93 > 0,05$ olduğundan yani SPSS ile hesaplanan $p = 0,93$ değeri problemde verilen önem düzeyi $0,05$ 'ten büyük olduğundan H_0 reddedilemiyor. Üç sınıfın ön test ortalamaları arasında %5 önem düzeyine göre fark olmadığına karar verilir. Bu kararın doğruluğuna %95 güvenilebilir.

Görüldüğü gibi parametrik sına istatistiğine göre grupların ön test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur. Buna göre grupların uygulama öncesi denk oldukları kararına varılabilir.

Üçüncü alt problem: Birinci kontrol grubunun ön test ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Bu alt problemi araştırmak için aşağıdaki hipotez kuruldu.

H_0 : Birinci kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Konuların geleneksel yöntemle anlatıldığı 1. kontrol grubunun (10A sınıfı) ön test ve son test bulguları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını anlamak için yapılan bağımlı gruplar t testi sonuçları Tablo 3.3 de verilmiştir.

Tablo 3.3. Birinci Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Puanları Analiz Sonuçları

	$\bar{x}$	n	SD	t	df	p	η^2
Ön test	9,80	15	2,60	-5,15	14	,00	0,65
Son test	17,13	15	5,24				

*p < 0.05

Tablo 3.3 e göre $0,00 < 0,05$ olduğundan yani 14 serbestlik derecesine ve 0,05 önem düzeyine göre SPSS ile hesaplanan $p = 0,00$ değeri problemde verilen önem düzeyi 0,05'ten küçük olduğundan H_0 reddedilecek ve H_1 kabul edilecektir. Sonuç olarak %95 güvenirlikle birinci kontrol grubunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu kabul edilecektir.

Buradaki η^2 , etki büyüklüğü olup değerinin hesaplanması için aşağıdaki formül kullanıldı. (Büyüköztürk, 2005)

$$\eta^2 = \frac{t^2}{t^2 + df}$$

$\eta^2 < 0,01$ ise, etki yok

$0,01 \leq \eta^2 < 0,06$ ise, etki küçük

$0,06 \leq \eta^2 < 0,14$ ise, orta etki

$\eta^2 \geq 0,14$ ise, etki büyük

Tablo 3.3 deki $\eta^2 = 0,65$ değerine göre son testteki değişkenliğin %65'i 1. kontrol grubundaki işlem tarafından açıklanmaktadır. Diğer %35'i ise bilinmeyen değişkenler tarafından açıklanmaktadır.

Dördüncü alt Problem: İkinci kontrol grubunun ön test ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Bu alt problemi araştırmak için aşağıdaki hipotez kuruldu.

H_0 : İkinci kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Konuların geleneksel yöntemle anlatıldığı 2. kontrol grubunun (10C sınıfı) ön test ve son test bulguları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını anlamak için yapılan bağımlı gruplar t testi sonuçları Tablo 3.4 de verilmiştir.

Tablo 3.4. İkinci Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Puanları Analiz

Sonuçları						
	$\bar{x}$	<i>N</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Ön test	9,67	15	3,24	-4,73	14	,00
Son test	16,47	15	5,22			

*p < 0.05

Tablo 3.4 e göre $0,00 < 0,05$ olduğundan yani 14 serbestlik derecesine ve 0,05 önem düzeyine göre SPSS ile hesaplanan $p = 0,00$ değeri problemde verilen önem düzeyi 0,05'ten küçük olduğundan H_0 reddedilecek ve H_1 kabul edilecektir. Sonuç

olarak %95 güvenirlikle ikinci kontrol grubunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu kabul edilecektir.

Tablo 3.4 deki $\eta^2 = 0,62$ değerine göre son testteki değişkenliğin %62'si 2. kontrol grubundaki işlem tarafından açıklanmaktadır. Diğer %38'i ise bilinmeyen değişkenler tarafından açıklanmaktadır.

Beşinci alt problem: Deney grubunun ön test ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Bu alt problemi araştırmak için aşağıdaki hipotez kuruldu.

H_0 : Deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Konuların KDGF soruları eşliğinde anlatıldığı deney grubunun (10B sınıfı) ön test ve son test bulguları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını anlamak için yapılan bağımlı gruplar t testi sonuçları Tablo 3.5 de verilmiştir.

Tablo 3.5. Deney Grubunun Ön Test ve Son Test Puanları Analiz Sonuçları

	$\bar{x}$	n	SD	t	df	p	η^2
Ön test	9,56	18	3,59	-10,70	17	,00	0,87
Son test	22,44	18	4,93				

* $p < 0.05$

Tablo 3.5 de $0,00 < 0,05$ olduğundan yani 17 serbestlik derecesine ve 0,05 önem düzeyine göre SPSS ile hesaplanan $p = 0,00$ değeri problemde verilen önem düzeyi 0,05'ten küçük olduğundan H_0 reddedilecek ve H_1 kabul edilecektir. Sonuç olarak %95 güvenirlikle deney grubunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında fark olduğu kabul edilecektir.

Tablo 3.5 deki $\eta^2 = 0,87$ değerine göre son testteki değişkenliğin %87'si deney grubundaki işlem tarafından açıklanmaktadır. Diğer %13'ü ise bilinmeyen değişkenler tarafından açıklanmaktadır.

Altıncı alt problem: Newton'un Hareket Kanunları konusunda KDGF soruları ile öğretim yapılan deney grubu örgencileri ile geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak öğretim yapılan kontrol grupları öğrencilerinin, son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Bu alt problemi araştırmak için aşağıdaki hipotez kuruldu.

H_0 : Deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Tablo 3.3, 3.4 ve 3.5 de görüldüğü iki kontrol ve bir deney grubundaki öğrenciler, son testte daha başarılı olmuşlar. Şimdi konuların geleneksel yöntemle anlatıldığı iki kontrol grubu ile konuların KDGF soruları eşliğinde anlatıldığı deney grubundaki öğrencilerin son test başarıları arasında anlamlı bir fark olup olmadığına bakalım. Bunun için yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonuçları Tablo 3.6 da verilmiştir.

Tablo 3.6. Grupların Son Test ANOVA Analiz Sonuçları

Gruplar	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
1. kontrol	15	17,13	5,24	2	6,91	,002
Deney	18	22,44	4,95			
2. kontrol	15	16,47	5,22			
Toplam	48	18,92	5,72			

*p < 0.05

Tablo 3.6 daki ANOVA çizelgesine göre $0,002 < 0,05$ olduğundan yani SPSS ile hesaplanan $p = 0,002$ değeri problemde verilen önem düzeyi 0,05'ten küçük olduğundan

H_0 reddediliyor. Üç sınıfın son test ortalamaları arasında %5 önem düzeyine göre fark olduğuna karar verilir. Bu kararın doğruluğuna %95 güvenilebilir.

Bu farkın hangi grubun lehine olduğunu belirlemek için ikişer gruplar için bağımsız gruplar t testi analizleri yapılacaktır.

Tablo 3.7. 1.Kontrol Grubu ve Deney Grubuna Uygulanan Son Testlerden Elde Edilen Puanların Karşılaştırılması

	$\bar{x}$	n	SD	t	df	p	η^2
1.Kontrol Grubu	17,13	15	5,24	-2,99	31	,005	0,22
Deney Grubu	22,44	18	4,93				

* $p < 0.05$

1. kontrol ve deney gruplarının son test başarı puanlarının bağımsız gruplar t testi ile karşılaştırılmasında elde edilen sonuca göre; 1. kontrol grubunun ortalaması 17,13 iken, deney grubunun ortalamasının 22,44 olduğu görülmektedir. p olasılık değeri ise 0,005 olarak bulunmuştur. Buna göre $p < 0,05$ olduğundan KDGF soruları eşliğinde Newton'un Hareket Kanunları konusunun deney grubuna anlatılması, öğrenci başarısını geleneksel metoda göre daha çok artırmıştır sonucu çıkartılabilir.

Tablo 3.8. 2.Kontrol Grubu ve Deney Grubuna Uygulanan Son Testlerden Elde Edilen Puanların Karşılaştırılması

	$\bar{x}$	n	SD	t	df	p	η^2
2.Kontrol Grubu	16,47	15	5,22	-3,38	31	,002	0,27
Deney Grubu	22,44	18	4,93				

*p < 0.05

2. kontrol ve deney gruplarının son test başarı puanlarının bağımsız gruplar t testi ile karşılaştırılmasında elde edilen sonuca göre; 2. kontrol grubunun ortalaması 16,47 iken, deney grubunun ortalamasının 22,44 olduğu görülmektedir. p olasılık değeri ise 0,002 olarak bulunmuştur. Buna göre $p < 0,05$ olduğundan KDGF soruları eşliğinde Newton'un Hareket Kanunları konusunun deney grubuna anlatılması, öğrenci başarısını geleneksel metoda göre daha çok artırmıştır sonucu çıkartılabilir.

Tablo 3.9. 1.Kontrol Grubu ve 2. Kontrol Grubuna Uygulanan Son Testlerden Elde Edilen Puanların Karşılaştırılması

	$\bar{x}$	n	SD	t	df	p	η^2
1.Kontrol Grubu	17,13	15	5,24	,35	28	,73	0,004
2.Kontrol Grubu	16,47	15	5,22				

*p < 0.05

Tablo 3.9 da görüldüğü gibi 1. kontrol ve 2. kontrol gruplarının son test başarı puanlarının bağımsız gruplar t testi ile karşılaştırılmasında elde edilen sonuca göre; $0,35 > p$ olduğu görülüyor. Buna göre Newton'un Hareket Kanunları konusunun geleneksel yöntemle kontrol gruplarına anlatılması, gruplar arasında başarı yönünde bir farka sebep olmadığı sonucu çıkartılabilir.

Yedinci alt problem: Uluslar arası okulda okuyan Türk ve Özbek öğrencilerin Newton'un Hareket Kanunları konusundaki başarıları arasında fark var mıdır?

Bu alt problemi araştırmak için aşağıdaki hipotez kuruldu.

H_0 : Uluslar arası okulda okuyan Türk ve Özbek öğrencilerin Newton'un Hareket Kanunları konusundaki başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Değişik ülke öğrencilerinin ön test ve son test ortalamaları arasında fark olup olmadığını görebilmek için, yeterince sayıda olan Türk ve Özbek öğrenciler arasında bir karşılaştırma yapılmasına karar verildi. Bunun için Tablo 3.10 oluşturuldu.

Tablo 3.10. Farklı Milliyetlerdeki Öğrencilerin Ön Test Son Test Not Ortalamaları (Puanlar 32 üzerinden verilmiştir)

Milliyet	10A (Kontrol grubu)				10B (Deney grubu)				10C (Kontrol grubu)			
	Öğr. Say.	Ön test Ort.	Son test Ort.	Artış	Öğr. Say.	Ön test Ort.	Son test Ort.	Artış	Öğr. Say.	Ön test Ort.	Son test Ort.	Artış
Özbek (yerli)	10	8,8	16,4	7,6	10	9,1	20,3	11,2	6	11	17,7	6,7
Türk	3	13	19,3	6,3	4	8,3	24,5	16,2	5	9,2	12,4	3,2
G. Kore	1	10	9	-1	1	11	24	13	2	8,5	24	15,5
Tatar	1	10	26	16	1	2	25	23	0			
Pakistan	0				1	18	30	12	0			
Afgan	0				1	14	24	10	0			
İsrail	0				0				1	6	16	10
Tacik	0				0				1	10	15	5

Tablo 3.10 da görüldüğü gibi kontrol gruplarındaki Özbek öğrencilerin ön test-son test puan ortalamaları arasındaki fark Türk öğrencilerden daha fazla olmasına karşın, deney grubunda Türk öğrencilerinki daha fazladır. Bu sonuçlara göre farklı milletlerdeki öğrencilerin başarılarını karşılaştırmak sağlıklı olmayacaktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Sonuç

Bu çalışmada, deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanan son test ile elde edilen verilerin parametrik testler ile analiz edilmesi sonucunda, KDGF soruları eşliğinde öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile geleneksel yöntem ile öğrenim gören kontrol grupları öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Yapılan bütün analizler göz önüne alındığında KDGF soruları derslerde kullanılabilir ve bu sorular eşliğinde ders anlatımı öğrenci başarısını artırabilir şeklinde bir sonuca varılabilir.

Araştırmanın problemine ilişkin veriler ön test ve son test uygulamalarından elde edilmiştir. Toplanan verilere ait istatistiksel analizlerin sonucunda elde edilen bulgulardan ulaşılan sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Özbekistan Taşkent'te bulunan Uluğbek Uluslararası Okul'da okuyan 10. sınıf öğrencilerinin KDGF sorularını cevaplamadaki yanılma düzeyleri % 63,7 bulunmuştur.

Bu sonuç Balta ve Moğal (2008) tarafından yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında, öğrencilerin okul ve milliyet gözetmeden KDGF soruları karşısında yanılacakları görülmüştür.

Benzer şekilde kritik düşünme gerektiren bilimsel gösterileri üç dönem boyunca sınıflarında kullanan Everett ve Elsa (2005), öğrencilerin başarı oranlarını her dönem için sırasıyla %, 60.9 % 73.7ve %. 60.7şeklinde hesaplamışlar.

Ayrıca Eric Mazur da 1997 yılında yaptığı bir araştırmada kritik düşünme gerektiren bir soruda öğrencilerin %60'nın yanıldığını tespit etmiştir.

Ek-1'de verilen KDGF sorularından 21, 22, 23 ve 25 nolu sorular daha önce Balta ve Moğol (2008), tarafından Ankara'da bulunan özel bir Anadolu Lisesi ve Fen Lisesi öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. Bu araştırmanın sonuçları ile Balta ve

Moğol'un sonuçlarını karşılaştırmak için aşağıdaki tablo oluşturuldu. Tablo 4.1'de 21, 22, 23 ve 25 nolu sorularda öğrencilerin KDGF soruları karşısında yanılma yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 4.1. Anadolu, Fen ve Uluğbek Uluslararası Okul Öğrencilerinin Dört Sorudaki Yanılma Yüzdelelerinin Karşılaştırılması

Soru No	21	22	23	25
Anadolu Lisesi	76	84	24	72
Fen Lisesi	18	82	9	27
Uluğbek Uluslararası Okul	59	89	50	77

Tablo 4.1 incelendiğinde Uluğbek Uluslararası Okulda okuyan deney grubu öğrencileri 21, 22, 23 ve 25 nolu sorularda Anadolu ve Fen Lisesi öğrencilerinden daha fazla yanıldıkları görülmektedir.

2. Newton'un Hareket Kanunları konusunda KDGF soruları ile öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak öğretim yapılan kontrol grupları öğrencileri Newton'un Hareket Kanunları konusunda ön bilgiler yönünden denk oldukları görülmüştür.

Bu verilere dayanarak KDGF sorularının öğrenci başarısına etkisi gözlemlmek için yapılacak araştırmada kullanılacak grupların uygun gruplar olduğuna karar verilebilir.

3. Birinci kontrol grubunun ön test ve son test başarı puan ortalamaları arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur.

4. İkinci kontrol grubunun ön test ve son test başarı puan ortalamaları arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur.

5. Deney grubunun ön test ve son test başarı puan ortalamaları arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur.

6. Newton'un Hareket Kanunları konusunda KDGF soruları ile öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak öğretim yapılan kontrol grupları öğrencilerinin, son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

Bu farkın hangi grubun lehine olduğunu belirlemek için yapılan bağımsız gruplar t testi sonuçlarına göre, deney grubunun diğer gruplardan daha başarılı olduğu görülmüştür. Buna göre KDGF soruları öğrenci başarısını artırmada kullanılabilir şeklinde bir sonuç çıkartılabilir.

7. Uluslar arası okulda okuyan Türk ve Özbek öğrencilerin Newton'un Hareket Kanunları konusundaki başarıları arasında herhangi bir fark görülmemiştir.

4. 2. Öneriler

Yapılan bu araştırmaya ek olarak aşağıdaki araştırma öneriler yapılabilir.

1. Kritik düşünme gerektiren sorular ile sınıf içi aktiviteler hazırlanabilir. Örneğin öğrenciler gruplara ayrıştırılıp kritik düşünme gerektiren sorular üzerinde tartışma yaptırılabilir.
2. Kritik düşünme gerektiren sorular içinden deney içerikli olanlar için, deney düzeneği hazırlanıp sorunun anlaşılabilirliği artırılabilir. Örneğin; *eşit kütleli ve eşit sıcaklıktaki suların içine, eşit kütleli fakat biri tek parça diğeri ufalanmış buz atıldığında, hangi suyun sıcaklığı daha hızlı düşer?* şeklinde sorulan bir soru için kritik düşünemeyenler, buzların sadece kütlelerinin eşit olmasına odaklanıp yüzey alanını göz ardı ederek iki suyun sıcaklıklarının aynı hızda azalacağını düşünecekler. Bu soru için çok rahatlıkla bir deney düzeneği hazırlanabilir ve sınıf içi bir aktivite olarak öğrencilere sunulabilir.
3. KDGF sorularının öğrenilenlerin kalıcılığı üzerine etkileri araştırılabilir.
4. KDGF sorularının kavram yanılgılarını gidermedeki etkileri araştırılabilir.
5. Yabancı kaynaklarda "counterintuitive problems" olarak bilinen soru çeşitleri; sezgiye zıt problemler, sezgiye ters problemler, sonuçları beklenenin dışında çıkan problem tipleri demektir. Bu araştırmada ise bu tür problemler kritik

düşünme gerektiren sorular şeklinde tercüme edildi. Bu tür sorulara daha uygun başka isimler de bulunabilir.

6. Kritik düşünme gerektiren sorular yanında kritik düşünme gerektiren deney ve bilimsel gösteri düzenekleri hazırlanıp ders anlatılabilir. Örneğin kütle merkezi konusu anlatılırken, meşhur bir bilimsel gösteri olan çift koninin yukarı doğru yuvarlanması ile ilgili sınıfta bir aktivite yapılabilir. Çift koninin yukarı yuvarlanması üzerine öğrencilere kritik düşünme gerektiren birçok soru sorulabilir.
7. Ek-1’de örnekleri verilen KDGF soruları çoğaltılabilir. Diğer konulardan da bu tür sorular araştırılıp üretilebilir. Böylece öğretmenlerin istifadesine sunulabilir. Hatta bu tür sorulardan oluşan bir kitap yazılabilir.
8. Diğer fizik öğretmenleri kritik düşünme gerektiren soru çeşitleri eşliğinde ders anlatımını denemeye değer bulabilir. Bu metot ile ilgili teklifleri ve nasıl geliştirilip veya yeniden yapılandırılacağı hakkındaki geri dönüşümlere minnettar olacağım.

KAYNAKÇA

- AKSOY, M., BAL, S., ASLAN, M., TEKİN, T., BALIKÇI, C., GÜNER, U. ve BAHADIR, H., (2006), **Öss Fizik Soru Bankası**, (1.Basım). İzmir: Güvender Yayınları.
- ALVERMANN, D. E., Hynd, C. R., and Qian, G. (1995). Effects of Interactive Discussion and Text Type on Learning Counter-intuitive Science Concepts. **The Journal of Educational Research**, **88**, 154.
- BALTA, N. ve MOĞOL, S. (2008). Kritik Düşünme Gerektiren Fizik Soruları ve Bunların Uygulamaları Üzerine Bir Çalışma, **VIII Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi**, 27-29 Ağustos, Bolu.
- BÜYÜKÖZTÜRK, Ş. (2005). Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı, s-48 (5.Basım). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- CAMPANARIO, J. M. (1998). Using Counterintuitive Problems in Teaching Physics. **The Physics Teacher**. **36**, 439-441
- CANKOY, O. (2009). Kritik Düşünme. Web: www.aoa.edu.tr/cankoy/Kritik%20Düşünme.doc adresinden 19 Temmuz 2009'da alınmıştır.
- CHAMPAGNE, A. B., GUNSTONE, R. F., and KLOPFER, L. E. (1985). Instructional Consequences of Students' Knowledge About Physical Phenomena. In L. H. T. West & A. L. Pines (Eds.), **Cognitive structure and conceptual change** (pp. 61-90). New York: Academic Press.
- CLEMENT, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. **American Journal of Physics**, **50**(1), 66-71.
- ENGLAND, N. and HARRISON D. (2001). **Questions for GCSE Physics**. (5th Ed.) London: Hodder and Stoughton.
- ERYILMAZ, A., (1992). **Students' preconceptions in introductory mechanics**. Unpublished Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- ERYILMAZ, A., (1996). The Effects of Conceptual assignments, conceptual change discussions and a CAI program emphasizing cognitive conflict on students'

achievement and misconceptions in physics. **Dissertation Abstracts International**. 57-04A,1546.

- ERYILMAZ, A. (2002). Effects of Conceptual Assignments and Conceptual Change Discussions on Students' Misconceptions and Achievement Regarding Force and Motion, **Journal of Research in Science Teaching**, **39** (10), 1001- 1015.
- EVERETT, L. J., and ELSA Q. V. (2005). Increasing Success in a Dynamics Course through Multi-Intelligence Methods and Peer Facilitation, **ASEE Conference**, Session 1526, Portland
- EVERETT, L. J., and ELSA Q. V. (2006). Assessment Results Of Multi-Intelligence Methods Used In Dynamics, **ASEE Conference**, Session 1526, Chicago.
- EVERETT, L. J. and PENNATHUR, A. (2007). A Design Process for Conceptually Based, Counterintuitive Problems. **ASEE Annual Conference and Meeting April 1-3, 2007**. Web: <http://www.icee.usm.edu/ICEE/conferences/> adresinden 3 Aralık 2009'da alınmıştır.
- FİDAN, N. ve ERDEN, M. (1994). **Eğitime Giriş**. (5. Basım). Ankara: Meteksan Matbaacılık.
- GORDON, M. (1991). Counterintuitive Instances Encourage Mathematical Thinking. **Mathematics Teacher**, **v84** (7) p511-15
- GUZZETTI B. J., WILLIAMS, W. O., SKEELS, S. A. and WU, S. M. (1998). "Influence of Text Structure on Learning Counterintuitive physics concepts". **Journal of Research in Science Teaching**, **v34**, (7), pp.701-719
- HARREN, J. D. (1996). **The Chemistry Classroom: Formulas For Successful Teaching**, American Chemical Society, Washington, 63.
- HEWSON, P. W., and Hewson, M. G. (1984). The Role of Conceptual Conflict in Conceptual Change and the Design of Science Instruction. **Instructional Science**, **13**, 1-13.
- HUNT, H., (2007). Counterintuitive Problems in Dynamics and Vibration. 5th **Australasian Congress on Applied Mechanics**, Brisbane, Australia.
- HYND, C. R., McNISH, M. M., QIAN, G., KEITH, M. and LAY, K. (1994) Learning Counterintuitive Physics Concepts: The Effects of Text and Educational Environment, **National Reading center**, Reading Research Report No. 16.
- JAVIER A. K., and CONSTANTINE T. (2008, October). **Scalable, Inquiry-Based, Multimodal Modules for Engineering Mechanics Curriculum**. Web:

<http://www.fie-conference.org/fie2008/> adresinden 10 Aralık 2009 tarihinde alınmıştır.

LESSER, L. M. (1995). The Role of Counterintuitive Examples in Statistics Education (Doctoral dissertation, University of Texas at Austin, 1995). **Dissertation Abstracts International**, 55(bA), 3126- A.

MAZUR, E., (1997). Peer Instruction: **A User's Manual**, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

NAKHLEH, M.B. and MITCHELL, R.C. (1993). Concept Learning Versus Problem Solving. There is a difference, **Journal of Chemical Education**, 70, (3), 190.

PLANINIC, KRSNIK, PECINA, and SUSAC. (2005). **Overview and Comparison of Basic Teaching Techniques That Promote Conceptual Change in Students**. Web: www.physik.uni-mainz.de/lehramt/epec/planinic_writeup.pdf adresinden 10 Aralık 2009 tarihinde alınmıştır.

SOYLU, Hüseyin. (1999). **Fen Bilimleri Eğitiminde Yeni Gelişmeler Ders Notları**.

ŞAHAN B, Y., SÜLÜ, M., YAZ, M.A., AKSOY, M., TEKİN, L., AYDIN, S., BAL, S., TEKİN, T., BAHADIR, H. ve ÖZER, A. (2007). **10. Sınıf Hücreleme Yöntemine Göre Fizik**. (1. Basım) İstanbul: Sürat Yayınları

TEKİN, V. N. (2006). **SPSS Uygulamalı İstatistik Teknikleri**. (1. Basım) Ankara: Seçkin Yay.

ÜNSAL, Y. (2006). **Fizik Öğretiminde Bir Öğretim Tekniği Olarak İşbirliğine Dayalı Öğrenme Takımlarıyla Sürdürülen Promlem Çözme Seansları**. Doktora tezi

EKLER

EK-1: KRİTİK DÜŞÜNME GEREKTİREN FİZİK SORULARI (COUNTERINTUITIVE PHYSICS PROBLEMS)

1. Uzay boşluğunda hareket eden bir uzay aracına her hangi bir çekim kuvveti etki etmemektedir.

Araç motorlarını durdurursa bundan sonraki hareketi için ne söylenebilir?

- a. Yavaşlar
- b. Sabit hızla hareketine devam eder

Görünen cevap: Yavaşlar

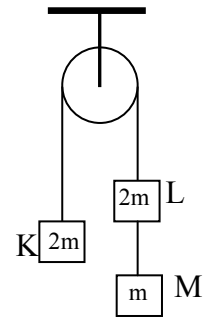
Gerçek cevap: Sabit hızla hareketine devam eder. Araç motorlarını kapatmadan önce belli bir hıza sahiptir. Motorlar kapatıldığında aracın hızını değiştirebilmesi için, araca bir kuvvet etki etmelidir. Böyle bir kuvvet olmadığına göre araç sabit hızla yoluna devam edecektir. Eylemsizlik!

2. Kütleleri sırasıyla $2m$, $2m$ ve m olan K, L ve M cisimleri şekildeki gibi makara yardımı ile birbirine bağlanıp serbest bırakılıyor.

Hareket başladıktan bir süre sonra L ile M arasındaki ip koparsa bundan sonra K'nın hareketi için ne söylenebilir?

Sürtünmeler ihmal edilmiştir)

- a. Yavaşlayarak durur
- b. Sabit hızla hareketine devam eder
- c. Yavaşlayıp durur ve geri döner

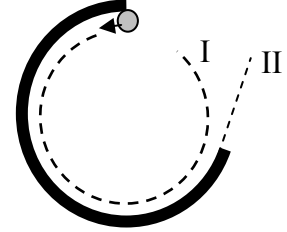


Görünen cevap: Yavaşlayarak durur

Gerçek cevap: Sabit hızla hareketine devam eder. İp kopmadan önce sistem belli bir hıza sahiptir. İp koptuktan sonra sisteme her iki taraftan etki eden kuvvetler eşit olur. Dolayısıyla sisteme etki eden net kuvvet sıfır olur. Öyleyse sistem kazandığı hızla yoluna devam eder. Eylemsizlik!

3. Bir cisim, sürtünmesi ihmal edilen sabit bir çemberin içine şekildeki gibi fırlatılıyor.

Cisim çemberi terk ettiğinde hangi yolu takip eder?

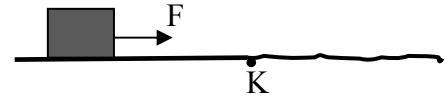


- a. I nolu yolu
- b. II nolu yolu

Görünen cevap: I nolu yolu

Gerçek cevap: II. nolu yolu. Çünkü cisim eylemsizliğinden dolayı çemberi terk ettiği anda hangi yöne doğru hareket ediyorsa o doğrultusunu korur. Eylemsizlik!

4. F kuvveti, ilk hızı sabit olan cisme şekildeki gibi etki ediyor. Cisim, sürtünmeli yüzeyin başladığı K noktasına geldiğinde v hızı kazanıyor.



K noktasından sonra cisme etki eden sürtünme kuvveti F olduğuna göre, cisim sürtünmeli yüzeydeyken hızı için ne söylenebilir?

- a. Azalır
- b. Artar
- c. Değişmez

Görünen cevap: Azalır

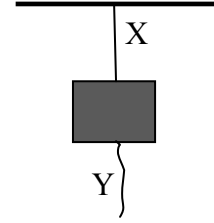
Gerçek cevap: Değişmez. Cisim sürtünmeli yüzeye girdiğinde cisme etki eden net kuvvet sıfır olacaktır. Çünkü uygulanan kuvvet sürtünme kuvvetine eşittir. Bu

durumda cisme etki eden net kuvvet sıfır olduğundan sabit hızla yoluna devam eder. Eylemsizlik!

5. X ipi ile asılı bir kutunun altına şekildeki gibi özdeş Y ipi bağlanmıştır.

Y ipi hızlı bir şekilde aşağı çekildiğinde hangi ip önce kopar?

- a. X
b. Y



Görünen cevap: X

Gerçek cevap: Y. Bu sorunun deneyini herkes kolaylıkla yaparak sonucu görebilir. Bu soru cisimlerin eylemsizliğini çok açık şekilde gösteren bir sorudur. İp yavaş çekilirse, Y ipindeki gerilme ve asılı kütlenin ağırlığı birlikte etki ederek X ipini kopartırlar. Fakat Y ipi hızlı çekildiğinde asılı kütle eylemsizlik gösterip uygulanan kuvvetin X ipine iletilmesine engel olur. Ya da Y ipinde meydana gelen gerilme X ipine ulaşmadan Y kopar.

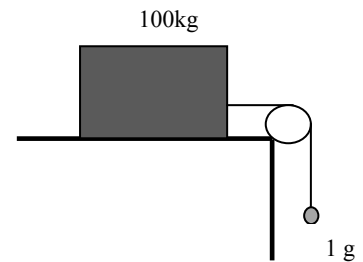
Aslında bu sorudan eylemsizliğin başka bir özelliğini daha öğreniyoruz. Cisimler hızlı etkilere hızlı tepki gösterirler. Ya da sert etkilere sert tepki gösterirler. Suya yüksekten düşen bir cismin betona çakılmış gibi zarar göstermesi de eylemsizliğin bu yönü ile ilgilidir.

Bu gösteri www.fizikogretmeni.com adresinde bilimsel gösteriler kısmında seyredilebilir.

6. Sürtünmezsiz bir masa üzerindeki 100 kg'lık bir cisme, ip bağlanıp masanın kenarındaki makaradan geçirilip ucuna 1 gramlık bir cisim asılıyor.

Sistem serbest bırakıldığında 100 kg'lık cismin hareketi için ne söylenebilir?

- a. Hareket eder
b. Hareket etmez

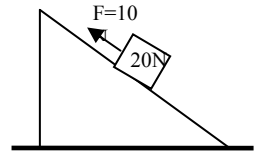


Görünen cevap: Hareket etmez

Gerçek cevap: Hareket eder. 1 gramlık kütle ip-te bir gerilme oluşturacaktır. Bu gerilme 100 kg'lık kütleye olduğu gibi etki eder. 100 kg'lık cismin ağırlığı masa tarafından dengelendiğine göre ve sürtünme olmadığına göre ip gerilmesi bu kütle-yi sağ tarafa hareket ettirecektir. Sistemin ivmesi çok çok küçük olsa da bir hareket görülecektir.

7. Sürtünmesiz eğik düzlem üzerindeki 20N'luk cisme şekildeki gibi 10N'luk bir kuvvet etki ediyor.

Bu kuvvet cisme yukarı doğru bir ivme kazandırabilir mi?

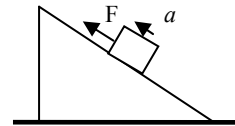


- a. Evet
- b. Hayır

Görünen cevap: Hayır

Gerçek cevap: Evet. 20N'luk cismin ağırlığının hepsi 10N'luk kuvvete zıt olsaydı cevap hayır olurdu. Fakat 20N'luk cismin ağırlığının eğik düzleme paralel bileşenine bağlı olarak cisim, yukarı ve aşağı yönde ivmeli hareket yapabilir veya dengede kalabilir.

8. Sürtünmesiz eğik düzlem üzerindeki cisme şekildeki gibi F kuvveti etki ettiğinde cisim yukarı doğru a ivmesi kazanıyor.



Kuvvet zıt yönde uygulanırsa cismin yeni ivmesi ne kadar olur?

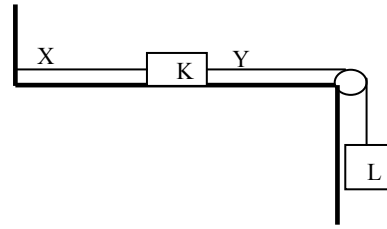
- a. 2a
- b. 2a'dan fazla
- c. 2a'dan az

Görünen cevap: 2a

Gerçek cevap: 2a'dan fazla. Şekildeki cisme etki eden net kuvvet F kuvveti ile cismin yatay düzleme paralel bileşeninin farkına eşittir. F kuvveti yön değiştirdiğinde cisme etki eden net kuvvet bu iki kuvvetin toplamına eşit olur. Öyleyse $F - mgsin\alpha$ net kuvveti cisme a ivmesi kazandırır $F + mgsin\alpha$ net kuvveti cisme 2a'dan fazla ivme kazandırır.

9. K ve L cisimleri şekildeki gibi birbirine bağlanıyor.

X ipi kesilip sistem serbest bırakılırsa Y ipindeki gerilme ilk duruma göre nasıl değişir?
(Sürtünmeler ihmal edilmiştir)

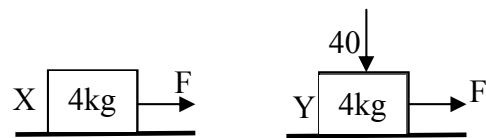


- a. Değişmez
- b. Artar
- c. Azalır

Görünen cevap: Artar

Gerçek cevap: Azalır. X ipi kopmadan önce Y ipindeki gerilme L cismini dengeleyecek kadardır. İp koptuktan sonra K ve L beraber harekete başlar. Y ipindeki yeni gerilme L'yi dengeleyecek kadar olmadığından, L aşağı hareket eder.

10. Sürtünmesiz yatay düzlem üzerindeki 4 kg'lık özdeş X ve Y cisimlerine şekildeki gibi F kuvvetleri etki ediyor.



Y cismine fazladan 40N'luk kuvvet şekildeki gibi etki ettiğine göre cisimlerin ivmeleri arasındaki ilişki hangisidir?

- a. Eşittir
- b. a_x daha büyüktür
- c. a_y daha büyüktür

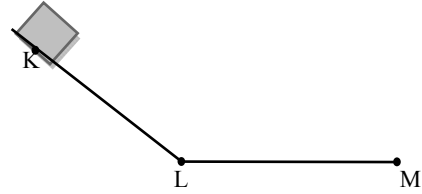
Görünen cevap: a_x daha büyüktür

Gerçek cevap: Eşittir. Sütüme olsaydı Y cismine etki eden 40 N'luk kuvvet, sürtünme kuvvetinin artmasına sebep verecekti ve Y'ye etki eden net kuvveti azaltacaktı. Fakat sürtünme olmadığından Y cismine etki eden 40 N'luk kuvvetin cismin hareketine bir etkisi yoktur.

11. Sürtünmesiz eğik düzlemin K noktasından serbest bırakılan cisim KL arasını t_1 , LM arasını t_2 sürede alıyor.

Buna göre t_1 ve t_2 arasındaki ilişki hangisidir? (KL=LM)

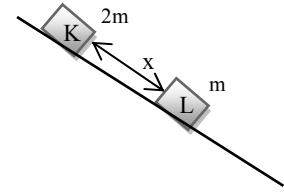
- a. $t_1 = t_2$
- b. $t_1 < t_2$
- c. $t_1 > t_2$



Görünen cevap: $t_1 < t_2$

Gerçek cevap: $t_1 > t_2$. Cisim KL arasında hızlanan, LM arasında ise sabit hızlı hareket yapacaktır. Acele bir düşünce ile KL arasında cisim hızlandığından buradaki sürenin daha kısa olacağı söylenebilir. Fakat cisim L noktasında en büyük hızına ulaşır ve bundan sonraki yolu en büyük hız ile alır. KL arasında cisim sıfırdan başlayıp en büyük hıza ulaşır. Yani ortalama hız $V_{\max}/2$ olur. Ama LM arasındaki hız $V_{\max}$ olur. Yollar eşit olduğundan LM arasını daha kısa sürede alır.

12. Aralarında x mesafesi olan $2m$ ve m kütleli K ve L cisimleri sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde şekildeki gibi serbest bırakılıyor.



Cisimler hareket halindeyken x nasıl değişir?

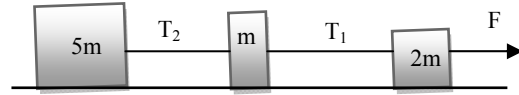
- a. Değişmez
- b. Artar
- c. Azalır

Görünen cevap: Azalır.

Gerçek cevap: Değişmez. Sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde hareket eden bütün cisimler kütlelerinden bağımsız olarak $g \sin \alpha$ ivmesi ile hareket ederler. $2m$ ve m kütleleri aynı ivme ile hareket edeceklerine göre aralarındaki mesafe değişmez

13. Bir birine iple bağlı şekildeki cisimler sürtünmesi ihmal edilen yatay düzlemde F kuvveti ile çekiliyor.

Buna göre T_1 ve T_2 arasındaki ilişki hangisidir?

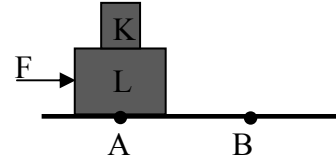


- a. $T_1 = T_2$
- b. $T_1 < T_2$
- c. $T_1 > T_2$

Görünen cevap: $T_1 < T_2$

Gerçek cevap: $T_1 > T_2$. T_2 , $5m$ kütlelerini T_1 ise m kütlelerini çektiği için T_2 daha büyüktür denilse hata olur. Doğru olan şudur: T_2 , $5m$ kütlelerini T_1 ise $5m+m=6m$ kütlelerini çekmektedir. Bundan dolayı T_1 daha büyük olur.

14. Sürtünmesiz K ve L cisimleri şekildeki gibi üst üste konuluyor.



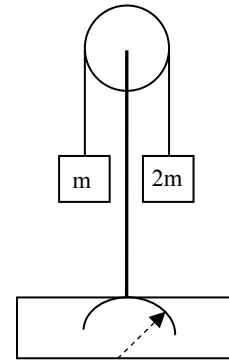
Altındaki cisim F kuvveti ile itildiğinde K cismi hangi noktaya düşebilir?

- a. A noktasına
- b. B noktasına
- c. Düşmez

Görünen cevap: Düşmez

Gerçek cevap: A noktasına. F kuvveti sadece L cismine uygulanmaktadır. K cismine yatay doğrultuda herhangi bir kuvvet etki etmemektedir. Bu durumda L, K'nın altından kayarak yoluna devam eder. K, hemen altındaki A noktasına düşer.

15. Şekildeki makara sistemi bir tartı aletinin üzerine konuluyor.



Sistem serbest bırakıldığında tartı aleti hangi değeri gösterir?

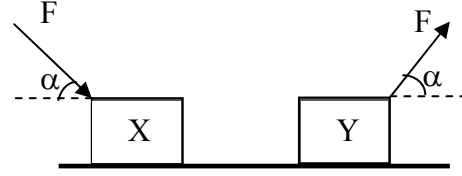
- a. $3mg$
- b. $3mg$ 'den az
- c. $3mg$ 'den fazla

Görünen cevap: $3mg$

Gerçek cevap: $3mg$ 'den az. m ve 2m kütlesi terazinin üzerine konulursa, terazi $3mg$ gösterir. Kütleler şekildeki gibi serbest bırakıldıklarında hareket halinde olduklarından ağırlıklarının tamamı teraziye etki etmez. İpte bir gerilme meydana gelir. İpteki bu gerilme makaraya etki ederek terazinin $3mg$ 'den az bir değer göstermesini sağlayacaktır.

16. F kuvveti özdeş cisimlere şekildeki gibi uygulanıyor.

Cisimler sürtünmeli yüzeyde bulunduklarına göre cisimlerin ivmeleri arasındaki ilişki hangisidir?

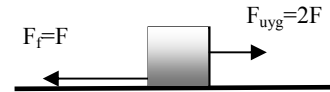


- a. Eşittir
- b. a_X büyüktür
- c. a_Y büyüktür

Görünen cevap: Eşittir.

Gerçek cevap: a_Y büyüktür. X ve Y cisimlerine uygulanan kuvvetlerin yatay bileşenleri eşittir. Cisimlerin kütleleri eşit olduğundan ivmeleri eşit denilebilir. Fakat X'e etki eden sürtünme kuvveti Y'ye göre daha fazladır. Bu durumda X'e etki eden net kuvvet daha az olacaktır. Dolayısıyla X'in ivmesi küçük olacaktır.

17. Sürtünme kuvvetinin $F_s = F$ olduğu bir yüzeyde cisme $F_{uyg} = 2F$ kuvveti uygulandığında cisim a ivmesi kazanıyor.



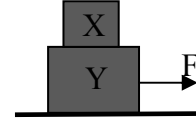
Cismin ivmesini 2a'ya çıkartmak için hangi kuvvet uygulanmalıdır?

- a. 3F
- b. 4F

Görünen cevap: 4F.

Gerçek cevap: 3F. Cismin ivmesi a olduğunda etki eden net kuvvet F dir. Cisme 3F kuvveti uygulandığında net kuvvet 2F olacaktır. Yani cisme etki eden net kuvvet iki katına çıkacağından cismin ivmesi 2a olacaktır.

18. Üst üste konulan X ve Y cisimlerine şekildeki gibi F kuvveti uygulandığında beraber hareket ediyorlar.



X cismini hareket ettiren kuvvet hangisidir?

- a. F kuvveti
- b. Sürtünme kuvveti

Görünen cevap: F kuvveti.

Gerçek cevap: Sürtünme kuvveti. Cisimlerin serbest cisim diyagramlarını çizdiğimizde Y cismine ileri doğru F kuvveti ve geriye doğru sürtünme kuvveti etki edecektir. X cismine ise ileri doğru sadece sürtünme kuvveti etki edecektir. Dolayısıyla X cisminin Y ile beraber hareket etmesini sağlayan kuvvet sürtünme kuvvetidir.

19. Sürtünme kuvvetinin F olduğu yüzeyde hareket eden cisme şekildeki gibi F kuvveti etki ediyor.



F kuvveti kaldırıldığı anda cismin bundan sonraki hareketi için ne söylenebilir?

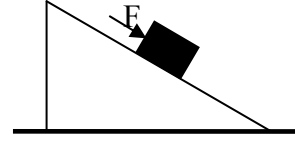
- a. Cisim hemen durur
- b. Biraz hareket ettikten sonra durur.

Görünen cevap: Cisim hemen durur.

Gerçek cevap: Biraz hareket ettikten sonra durur. Sürtünmeli yüzeyde cismi hareket ettiren kuvvet F kuvvetidir. Bu kuvvet kaldırılmadan önce cisim hareket halinde olduğundan bir hızı vardır. F kuvveti kaldırıldığında, sürtünme kuvveti cismi yavaşlatarak durduracaktır.

20. Sürtünmeli eğik düzlem üzerinde bulunan cisme şekildeki gibi F kuvveti etki ettiğinde cisim sabit hızla hareket ediyor.

Buna göre F kuvveti ile sürtünme kuvveti arasındaki ilişki hangisidir?



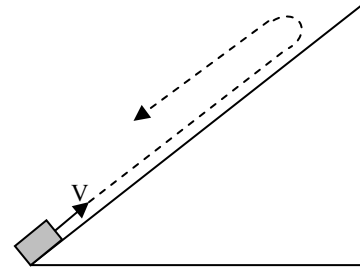
- a. Eşittir
- b. Sürtünme kuvveti büyüktür
- c. F kuvveti büyüktür

Görünen cevap: Eşittir

Gerçek cevap: Sürtünme kuvveti büyüktür. Cisim sabit hızla hareket ettiğine göre hareket doğrultusundaki kuvvetlerin toplamı sıfırdır. F ile cismin eğik düzleme paralel bileşeni aynı yönde, sürtünme kuvveti ise zıt yöndedir. Sürtünme kuvveti bu iki kuvvetin toplamına eşittir.

21. Sürtünmeli eğik düzlem üzerinden şekildeki gibi bir cisim yukarı V hızı ile atıldığında belli bir yüksekliğe çıkıp atıldığı noktaya geri geliyor.

Buna göre cismin iniş ve çıkış süreleri arasındaki ilişki nedir?



- a. $t_{\text{çıkış}} = t_{\text{iniş}}$
- b. $t_{\text{çıkış}} < t_{\text{iniş}}$
- c. $t_{\text{çıkış}} > t_{\text{iniş}}$

Görünen cevap: $t_{\text{çıkış}} = t_{\text{iniş}}$

Gerçek cevap: İniş süresi çıkış süresinden daha fazla olacaktır. Cisim yukarı çıkarken hem ağırlığın eğik düzleme paralel bileşeni hem de sürtünme kuvveti hareket yönüne zıt yönde cisme etki edecekler. Cisim aşağı indiğinde ise sadece sürtünme

kuvveti cismin hareket yönüne zıt yönde etki edecektir. Öyleyse cismin yukarı doğru yavaşlama ivmesi, aşağı doğru hızlanma ivmesinden büyük olacaktır. Sonuç olarak cisim yukarı çıkarken kısa sürede duracak, inerken alt noktaya ulaşması daha uzun zaman alacaktır.

22. Bir terazinin üstündeki adam, ağırlığını P olarak ölçüyor. Adam aniden a ivmesi ile oturuyor.

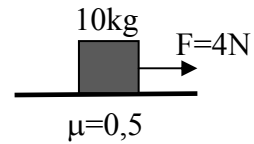
Adam otururken terazinin göstereceği P' değeriyle P arasında nasıl bir ilişki var?

- a. $P=P'$
- b. $P<P'$
- c. $P>P'$

Görünen cevap: $P<P'$

Gerçek cevap: P' daha küçüktür. Çünkü adam a ivmesi ile otururken bu ivmeyi kazanmak için ağırlığını kullanıyor. Öyleyse adamın ağırlığının bir kısmı, ona ivmeli hareket yaptırıyor geri kalan kısmı ise teraziye etki ediyor. Bu yüzden terazi adamın gerçek ağırlığından daha az bir değer gösterecektir.

23. Sürtünme katsayısının $\mu=0.5$ olduğu yüzeyde bulunan 10 kg kütleli cisme şekildeki gibi 4N kuvvet etki ediyor



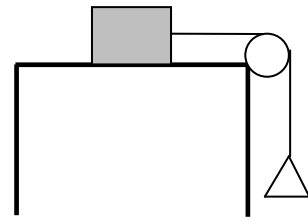
Buna göre cisim üzerindeki net kuvvet kaç N'dur?

- a. 46 N
- b. 4 N
- c. 0 N

Görünen cevap: 46N

Gerçek cevap: 0 N. Çünkü cisme etki edebilecek maksimum sürtünme kuvvetini hesapladığımızda 50N buluruz. Fakat 50N'a kadar, bizim cisme uyguladığımız kuvvet kadar sürtünme kuvveti oluşur. Biz 4N kuvvet uyguladığımızda sürtünme kuvveti de 4N olacaktır. Dolayısıyla cisme etki eden net kuvvet sıfırdır.

24. Sürtünmeli masa üzerinde bulunan kutu, ağırlığı 0,8N olan bir kefeye şekildeki gibi bağlıdır. Kefeye 0,2N'luk bir cisim konulup kutuya hafif bir itme verilince kutu sabit hızla hareket etmektedir.



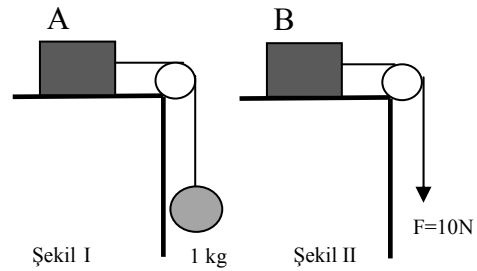
Buna göre kutu ile masa arasındaki sürtünme kuvveti kaç N'dur?

- a. 0,2N
- b. 0,8N
- c. 1N

Görünen cevap: 0,2N

Gerçek cevap: 1 N. Kutu sabit hızla hareket ettiğine göre, kutuya etki eden sürtünme kuvveti asılı kütlenin ağırlığının toplamına eşittir. Kefenin ağırlığı (0,8N) ve 0,2N'luk kuvvet beraber sürtünme kuvvetini dengeleyip kutunun sabit hızla hareket etmesini sağlar.

25. Sürtünmesiz yatay masa üzerinde bulunan özdeş A ve B cisimlerden A'ya şekil I'deki gibi 1Kg'lık bir cisim bağlanıyor. B ise şekil II'deki gibi $F=10N$ 'luk kuvvet ile çekiliyor.



İki cismin ivmeleri arasındaki ilişki nasıldır? ($g=10m/s^2$)

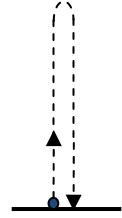
- a. Eşittir
- b. a_I büyüktür
- c. a_{II} büyüktür

Görünen cevap: Eşittir.

Gerçek cevap: B'nin ivmesi A'ninkinden büyük olur. Çünkü her iki sisteme etki eden net kuvvet 10N olmasına karşın şekil I'de hareket eden toplam kütle daha fazladır. Kütle ile ivme ters orantılı olduğundan A'nın ivmesi daha az olacaktır.

26. Şekildeki gibi yukarı atılan bir cisim atıldığı noktaya düşüyor.

Cisim yukarı çıkarken ve aşağı inerken hangi durumda cisme bir kuvvet etki eder?

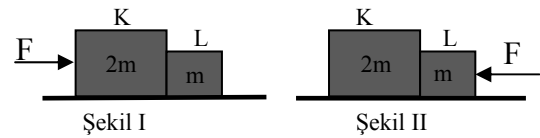


- a. Yukarı çıkarken
- b. Aşağı inerken
- c. İki durumda da

Görünen cevap: Aşağı inerken

Gerçek cevap: İki durumda da. İster hareketli ister hareketsiz olsun, Dünyadaki bir cisme her zaman yerçekimi kuvveti etki eder. Cisim yukarı çıkarken yerçekimi kuvveti cismi yavaşlatır. Cisim aşağı inerken yerçekimi kuvveti cismi hızlandırır.

27. Sürtünmesiz zeminde bulunan 2m ve m kütleli K ve L cisimlerine Şekil I' deki gibi F kuvveti etki ettiğinde cisimler arasındaki tepki kuvveti N oluyor.



F kuvveti cisimlere Şekil II' deki gibi etki ettiğinde N nasıl değişir?

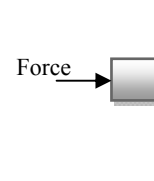
- a. Değişmez
- b. Artar
- c. Azalır

Görünen cevap: Değişmez

Gerçek cevap: Artar. F kuvveti cisimlere ister sağdan ister soldan etki etsin iki durumda da cisimlerin ortak ivmesi aynı olur. Şekil I'de cisimler arasındaki tepki kuvveti m kütleli cisme a ivmesi kazandırıyor. Buna karşın şekil II'de tepki kuvveti $2m$ kütleli cisme aynı ivmeyi kazandırıyor. Öyleyse ikinci durumda kütle daha fazla olduğuna göre tepki kuvveti de fazla olmalıdır.

28. Bir cisim sürtünmesiz duvara, şekildeki gibi duvara dik bir kuvvet uygulanarak bastırılıyor.

Bu kuvvet cismi duvarda tutabilir mi?



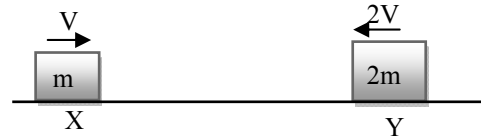
- a. Evet
- b. Hayır

Görünen cevap: Evet

Gerçek cevap: Hayır. Cismin sürtünmesiz durumda dengede kalabilmesi için aşağı doğru olan ağırlığını dengeleyecek yukarı yönlü bir kuvvet olmalı. Böyle bir kuvvet olmadığına göre F kuvveti cismi şekildeki gibi dengede tutamaz.

29. m ve $2m$ kütleli X ve Y cisimleri şekildeki gibi birbirlerine doğru V ve $2V$ hızları ile hareket ediyor.

Cisimler çarpıştığında hangisi daha fazla kuvvet uygular?



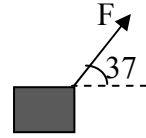
- a. İkisi de eşit kuvvet uygular
- b. X daha fazla kuvvet uygular
- c. Y daha fazla kuvvet uygular

Görünen cevap: Y daha fazla kuvvet uygular.

Gerçek cevap: İkisi de eşit kuvvet uygular. Cisimler çarpıştığında Y cisminin hem kütlesi hem de hızı fazla olduğundan daha fazla kuvvet uygulayacağı düşünülebilir. Fakat durum öyle değil. İki cismin bir birine uygulayacağı etki tepki çifti her zaman birbirine eşittir.

Benzer şekilde bir kamyon ile bir taksi çarpıştıklarında da birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir. Fakat taksinin kütlesi daha küçük olduğundan tepki kuvveti onun daha fazla bir ivme altında kalmasına sebep olacaktır. Dolayısıyla daha fazla hasar meydana gelecektir.

30. 2kg kütleli cisme şekildeki gibi 20N'luk kuvvet etki ediyor.



Çekim ivmesinin sıfır olduğu bir yerde bulunan bu cismin ivmesi ne kadar olur? ($\sin 37^\circ=0,8$; $\cos 37^\circ=0,6$)

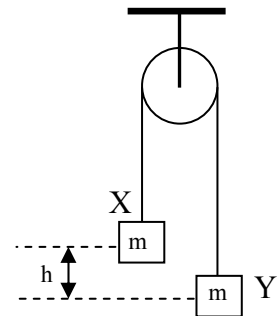
- a. 10 N/kg
- b. 8 N/kg

Görünen cevap: 8 N/kg

Gerçek cevap: 10N/kg. Cisim çekim ivmesinin olmadığı bir yerde bulunduğu göre, cismin ağırlığı olmayacaktır. Bu durumda cisme etkiyen 20N'luk kuvvet cisme 10 N/kg ivme kazandıracaktır.

31. Eşit kütleli iki cisim makara yardımı ile aralarında h mesafesi olacak şekilde gibi birbirine bağlanıyor.

Sistem serbest bırakıldığında X cismi hangi yönde hareket eder?



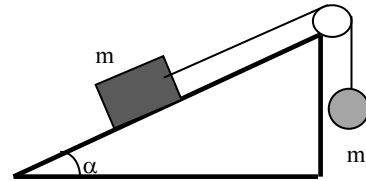
- a. Aşağı
- b. Yukarı
- c. Hareket etmez

Görünen cevap: Aşağı

Gerçek cevap: Hareket etmez. Makaranın her iki tarafına eşit kütleler asılmıştır. Sistemi hareket ettirecek net bir kuvvet olmadığından X cismi hareket etmeyecektir.

32. Eşit kütleli iki cisim makara yardımı ile şekildeki gibi birbirine bağlanıyor.

Sürtünme olmadığına göre cisimler hareket eder mi?



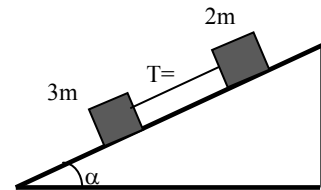
- a. Hareket eder
- b. Hareket etmez

Görünen cevap: Hareket etmez.

Gerçek cevap: Hareket eder. Eşit kütleli top ile kutu şekildeki gibi birbirine bağlanmıştır. Sistemi sağ tarafa çeken topun ağırlığı mg 'dir. Buna karşın sistemi sol tarafa çeken kutunun eğik düzleme paralel bileşeni $mgsin\alpha$ 'dır. İki taraftan etki eden kuvvetler eşit olmadığından sistem hareket eder.

33. Birbirine ipe bağlı, kütleleri $3m$ ve $2m$ olan iki cisim sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde şekildeki gibi serbest bırakılıyor.

Cisimler serbest bırakıldığında aralarındaki ipte meydana gelen gerilme kuvveti nasıl olur?



- a. $T = 0$
- b. $T \neq 0$

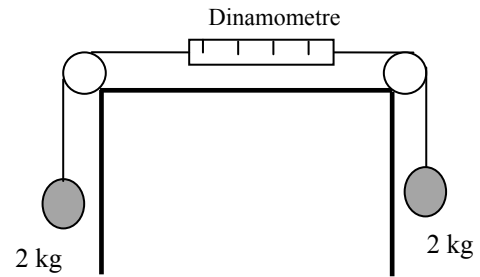
Görünen cevap: $T \neq 0$

Gerçek cevap: $T = 0$. Sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde hareket eden bütün cisimler kütlelerinden bağımsız olarak $g \sin \alpha$ ivmesi ile hareket ederler. 3m ve 2m kütleleri arasındaki ipte bir gerilme olması için kütlelerden birine başka bir kuvvetin etki etmesi gerekir.

34. Bir dinamometrenin iki ucuna şekildeki gibi 2 kg kütleli iki cisim bağlanıyor.

Dinamometre hangi değeri gösterir?

- a. 0
- b. 20N
- c. 40N

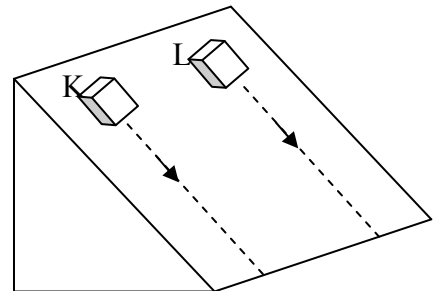


Görünen cevap: 40N.

Gerçek cevap: 20N. Dinamometreye asılan iki eşit kütleden birisi dinamometreyi germeye bir tanesi dengelemeye kullanılır. Bundan dolayı dinamometrede 20N'lık bir gerilme gözlenir. Olaya şöyle de bakılabilir. Sol taraftaki cismi kaldırıp ipi elimizle tutsak ya da yere bağlasak dinamometrenin göstereceği değer değişir mi? Hayır. İşte benzer şekilde bu 2kg'lık cisim dinamometrenin dengelenmesi için kullanılıyor.

35. Sürtünmesiz bir eğik düzlem üzerinde, aynı yükseklikte, kütleleri sırasıyla 2m ve m olan K ve L cisimleri şekildeki gibi serbest bırakılıyor.

Hangisi eğik düzlemin alt noktasına önce ulaşır?

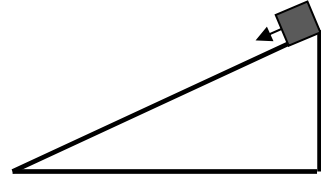


- a. K
- b. L
- c. İkisi de aynı anda ulaşır

Görünen cevap: K.

Gerçek cevap: İkisi de aynı anda ulaşır. Sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde hareket eden bütün cisimler kütlelerinden bağımsız olarak aynı ivme ile hareket ederler. K ve L cisimleri eşit mesafeyi eşit ivmelerle eşit sürede alacaklar.

36. Sürtünmeli eğik düzlem üzerindeki cisim v hızı ile harekete geçirildiğinde ivmesi a_1 , $2v$ hızı ile harekete geçirildiğinde ivmesi a_2 ve $3v$ hızı ile harekete geçirildiğinde ivmesi a_3 olmaktadır.



Buna göre a_1 , a_2 ve a_3 arasındaki ilişki nedir?

- I. $a_1 = a_2 = a_3$
- II. $a_1 > a_2 > a_3$
- III. $a_3 > a_2 > a_1$

Görünen cevap: $a_3 > a_2 > a_1$

Gerçek cevap: $a_1 = a_2 = a_3$. Bir cismin ivmesi ilk hızına bağlı değildir. Bundan dolayı üç durumda da cisme etki eden kuvvetler eşit olduğundan ivmeleri eşit olur.

EK-2: BELİRTKE TABLOSU

Konu alanı	Soru No			Toplam
	Bilgi	Kavrama	Uygulama	
Kuvvet	18	1		2
Eylemsizlik	2	3, 14		3
Tek kuvvetin meydana getirdiği ivme ($F=ma$)	6	5, 20, 30	7, 10, 19, 24	8
Etki- tepki	8, 11	9, 13	17	5
Newton'un hareket kanunlarının uygulaması			4, 12, 23, 25, 26, 31,32	7
Sürtünmeli yüzeylerde hareket		15, 16	27, 28, 29	5
Bileşke kuvvetin meydana getirdiği ivme			21, 22	2
Toplam	5	10	17	

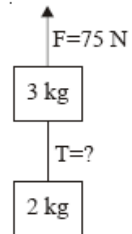
EK-3: BAŞARI TESTİ

1. Bir sandalyeye oturduğunuzda, size etki eden net kuvvet
A) sıfırdır.
 B) yukarı yöndedir
 C) aşağı yöndedir
 D) ağırlığınıza bağlıdır
 E) ağırlığınızdan büyüktür

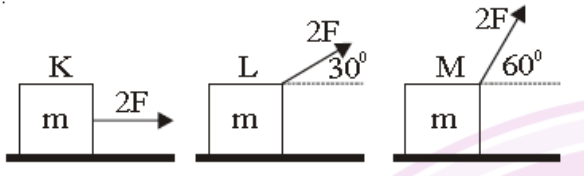
2. Hareketli bir cisme bir dış kuvvet etki etmediği zaman, cisim
 A) hemen durur
 B) yavaşlayarak durur
 C) hızlanır
D) sabit hızla hareket eder
 E) hareket yönünü değiştirir

3. Hareket halindeki bir arabanın içinde birden ileri doğru düşüyorsunuz. Bu durumda arabanın
A) hızı azalmıştır
 B) hızı artmıştır
 C) hızı sabit fakat sağa dönmüştür
 D) hızı sabit fakat sola dönmüştür
 E) hızı değişmemiştir

4. Birbirine iple bağlı iki cisim şekildeki gibi yukarı yönde çekiliyor. İpteki gerilme kaç Newton olur? ($g=10 \text{ m/s}^2$)
 A) 10 B) 15 C) 20 D) 25 **E) 30**



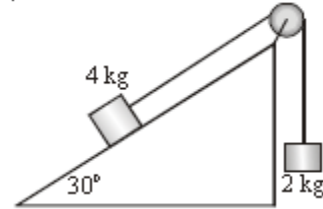
5. Bir cisme, sabit bir kuvvet hareket yönünde etki ettiğinde, cisim
 A) yavaşlar
 B) sabit sürat ile hareket eder
 C) sabit hızla hareket eder
 D) artan ivmesi ile hareket eder
E) hızlanır

6. Bir cismin ivmesi aşağıdakilerden hangisi ile ters orantılıdır.
- A) cisme etki eden net kuvvet
 B) cismin konumu
 C) cismin hızı
 D) cismin ağırlığı
 E) **cismin kütlesi**
7. Sabit bir F kuvveti m kütleli cisme a ivmesi kazandırıyor. Aynı F kuvveti $2m$ kütleli cisme hangi ivmeyi kazandırır?
- A) $a/4$
 B) **$a/2$**
 C) a
 D) $2a$
 E) $4a$
8. İki araba kafa kafaya çarpıştığında, çarpışmanın her anında arabaların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir. Bu aşağıdakilerden hangisine bir örnektir?
- A) Newton'un birinci kuralı
 B) Newton'un ikinci kuralı
 C) **Newton'un üçüncü kuralı**
 D) Newton'un genel çekim kuralı
 E) Momentumun korunumu kuralı
9. Bir cisme F kuvveti uyguladığınızda, cismin size uyguladığı kuvvet
- A) cismin hareket edip etmemesine bağlıdır
 B) sizin hareket edip etmemenize bağlıdır
 C) sizin ve cismin kütlelerine bağlıdır
 D) **her zaman F kadardır**
 E) F 'ten azdır
10. K, L ve M cisimleri
 şekildeki gibi $2F$
 kuvvetleri ile
 çekiliyorlar. Sürtünme
 olmadığına göre
 cisimlerin ivmeleri
 arasındaki ilişki hangisidir? ($\cos 30^\circ = 0,86$; $\cos 60^\circ = 0,5$)
- 
- A) $a_K < a_L < a_M$
 B) $a_L < a_K < a_M$
 C) $a_K = a_L = a_M$
 D) **$a_M < a_L < a_K$**
 E) $a_M < a_L = a_K$

11. Etki ve tepki kuvvetleri

- A) eşit büyüklükte ve aynı yöndedir.
- B) eşit büyüklükte ve zıt yöndedir.**
- C) farklı büyüklükte fakat aynı yöndedir.
- D) farklı büyüklükte ve zıt yöndedir
- E) hiçbir zaman birbirlerine eşit olamazlar

12. Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakıldığında ivmesi kaç m/s^2 olur? ($g=10 \text{ m/s}^2$; $\sin 30^\circ=0,5$; $\cos 60^\circ=0,5$)

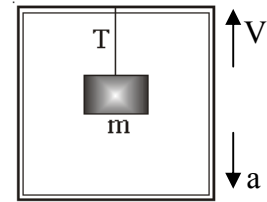


- A) $10/3$
- B) $5/3$
- C) 2
- D) 1
- E) 0**

13. Bir golf sopası ile topa 2400 N 'luk kuvvet ile vuruluyor. Topun sopaya uyguladığı kuvvet

- A) 2400 N 'dan biraz azdır
- B) tam 2400 N 'dur**
- C) 2400 N 'dan biraz fazladır
- D) sıfıra yakındır
- E) Topun kütlesine bağlıdır

14. Bir asansörün tavanına şekildeki gibi bir cisim bağlanıyor. Asansör yukarı doğru yavaşlayan hareket yaptığında ipteki gerilme ne kadar olur? ($a < g$)



- A) mg 'den az olur**
- B) mg 'ye eşit olur
- C) mg 'den biraz fazla olur
- D) sıfır olur
- E) mg 'den çok fazla olur

15. Ağır bir kutuyu durgun halden hareket ettirmek, hareket halindeyken sabit hızla hareket etmesini sağlamaktan daha zordur. Bunun sebebi nedir?

- A) Kutu durgunken tepki kuvvetinin fazla olması
- B) Statik sürtünmenin kinetik sürtünmeden az olması
- C) Başlangıçta tepki kuvvetinin uygulanan kuvvete dik olmaması
- D) Statik sürtünmenin kinetik sürtünmeden fazla olması**
- E) Statik ve kinetik sürtünmelerin eşit olması

16. Bir kutu eğik düzlem üzerinde sabit hızla aşağı hareket ediyor. Buna göre
- A) kutuya bir sürtünme kuvveti etki ediyor
 - B) kutuya aşağı yönde net bir kuvvet etki ediyor
 - C) kutu ivmeli hareket yapıyordur
 - D) Kutuya yeterince bir çekim kuvveti uygulanmıyor
 - E) Kutuya uygulanan sürtünme kuvveti kutunun ağırlığından fazladır

17. m kütleli bir cisim, eğimi θ olan sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde aşağı kayıyor. Eğik düzlemin cisme uyguladığı tepki kuvveti aşağıdakilerden hangisidir?
- A) mg
 - B) $mg \sin \theta$
 - C) $mg \tan \theta$
 - D) sıfır, çünkü sürtünme yoktur
 - E) $mg \cos \theta$

18. m kütleli bir cisim, eğimi θ olan sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde aşağı kayıyor. Cisme etki eden çekim kuvveti
- A) Cismin hareket yönü ile aynı, eğik düzleme paraleldir
 - B) Cismin hareket yönüne zıt, eğik düzleme paraleldir
 - C) Eğik düzleme dik yöndedir
 - D) Dünyanın merkezine doğrudur
 - E) Eğik düzlemle θ açısı yapmaktadır.

19. Sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde bulunan bir cisme 16 N'luk bir kuvvet etki ediyor. Cismin ivmesi 2 m/s^2 olduğuna göre kütlesi ne kadardır?
- A) 4 kg
 - B) 8 kg
 - C) 32 kg
 - D) 64 kg
 - E) 78 kg

20. 10 kg'lık bir cisme uyguladığınız kuvveti 4 kg'lık cisme uygularsanız,
- A) 10 kg'lık cismin ivmesi 4 kg'lık cisminkinden 2.5 kat daha fazla olur.
 - B) 4 kg'lık cismin ivmesi 10 kg'lık cisminkinden 2.5 kat daha fazla olur.
 - C) iki cismin ivmesi de eşit olur.
 - D) 10 kg'lık cismin ivmesi 4 kg'lık cisminkinden 2 kat daha fazla olur.
 - E) 4 kg'lık cismin ivmesi 10 kg'lık cisminkinden 2 kat daha fazla olur.

21. Sue ve Sean 5 kg'lık ipin iki ucundan çekiyorlar. Sue ipe 15 N kuvvet uyguluyor. İp Sue tarafına 2 m/s^2 ivme ile hareket ettiğine göre Sean ipe ne kadar kuvvet uyguluyor?

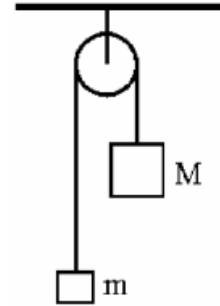
A) 3 N
B) 5 N
 C) 10 N
 D) 15 N
 E) 25 N

22. 5 kg'lık bir cisme iki yatay kuvvet etki ediyor. Kuvvetlerden bir tanesi 8 N ve kuzeye doğru, diğeri 6 N ve doğuya doğrudur. Buna göre cismin ivmesi ne kadar ve hangi yöne doğrudur?

A) 1.6 m/s^2 ,kuzeye doğru
 B) 1.2 m/s^2 ,doğuya doğru
C) 2 m/s^2 , 53° kuzey doğuya doğru
 D) 2 m/s^2 , 53° güney doğuya doğru
 E) 2 m/s^2 , 37° kuzey doğuya doğru

23. Şekildeki makara sisteminde $M = 0.6 \text{ kg}$ ve $m = 0.4 \text{ kg}$ 'dır. Sistemin ivmesi ne kadardır? (Makaranın ağırlığını ve sürtünmeleri ihmal ediniz)

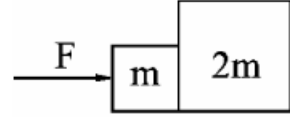
A) 5.3 m/s^2
 B) 3.9 m/s^2
C) 2 m/s^2
 D) 1.2 m/s^2
 E) 0.98 m/s^2



24. Bir öğrenci, sürtünmesi ihmal edilen yatay yüzeyde bulunan 40 kg'lık kitap kutusunu yatay ile 37° açı yapan 100 N'luk bir kuvvet ile çekiyor. Buna göre kutunun ivmesi ne olur?

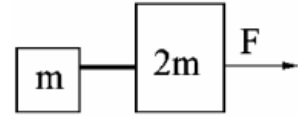
A) 1.5 m/s^2
 B) 1.9 m/s^2
C) 2 m/s^2
 D) 3.3 m/s^2
 E) 3 m/s^2

25. Kütleleri sırasıyla m ve $2m$ olan iki kutuya şekildeki gibi F kuvveti uygulanıyor. Buna göre $2m$ kütlelerinin ivmesi ne kadardır?



- A) $2F/3m$
 B) F/m
 C) $F/(2m)$
 D) $F/(3m)$
 E) $F/(4m)$

26. Kütleleri m ve $2m$ olan iki kutu şekildeki gibi ip ile birbirlerine bağlanıyorlar. $2m$ kütlelerine F kuvveti uygulandığında ipteki gerilme ne kadar olur?



- A) $3F$
 B) F
 C) $F/2$
 D) $F/3$
 E) $F/4$

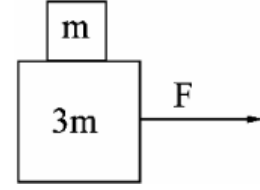
27. Yatay düzlemde bulunan 10 kg kütleli kutuya 5 N kuvvet uygulanıyor. Kutuya aynı zamanda 3 N sürtünme kuvveti etki ettiğine göre ivmesi ne kadar olur?

- A) 0.2 m/s^2
 B) 0.3 m/s^2
 C) 0.8 m/s^2
 D) 4 m/s^2
 E) 5 m/s^2

28. Yatay düzlemde bulunan 4 kg kütleli cisme 5 N kuvvet uygulandığında 0.5 m/s^2 lik ivme ile hareket ediyor. Buna göre cisme etki eden sürtünme kuvveti ne kadardır?

- A) 2 N
 B) 3 N
 C) 4 N
 D) 5 N
 E) 6 N

29. Kütleleri m ve $3m$ olan iki cisim şekildeki gibi üst üste konulup F kuvveti ile çekildiklerinde, beraber hareket ediyorlar. Büyük kütle ile zemin arasında sürtünme yoktur. Buna göre iki cisim arasındaki statik sürtünme kuvveti ne kadardır?

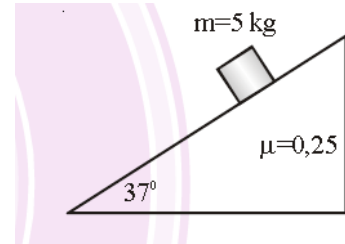


- A) F
 B) $F/2$
 C) $F/3$
 D) $F/4$
 E) $F/5$

30. Eğimi 30° olan sürtünmesiz eğik düzlem üzerindeki bir cismin ivmesi ne kadar olur?

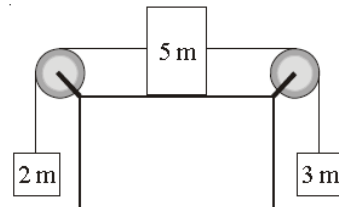
- A) $0.5g$
 B) $0.56g$
 C) $0.87g$
 D) g
 E) $1.2g$

31. 5 kg kütleli bir cisim, sürtünme katsayısı $0,25$ olan eğik düzlem üzerinde serbestçe hareket ediyor. Buna göre cismin ivmesi kaçtır?



- A) 1 m/s^2
 B) 2 m/s^2
 C) 3 m/s^2
 D) 4 m/s^2
 E) 5 m/s^2

32. Sürtünmesi ihmal edilen şekildeki sistemin ivmesi kaç m/s^2 ? ($g=10 \text{ m/s}^2$)



- A) $0,5$ B) 1 C) $1,5$ D) $2,5$ E) 3