

---

**Orijinal Makale Başlığı:**

Sezgiye ters fizik soruları ve bu soruların öğrenci başarısına etkisi

**Makalenin İngilizce Başlığı:**

Counterintuitive physics questions and their effect on student achievement

**Yazar(lar):**

Nuri BALTA, Selma MOĞOL

**Kaynak Gösterimi İçin:**

Balta, N. & Moğol, S. (2016). Sezgiye ters fizik soruları ve bu soruların öğrenci başarısına etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 6(1), 133-146, <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2016.008>.

---

**Original Title of Article:**

Sezgiye ters fizik soruları ve bu soruların öğrenci başarısına etkisi

**English Title of Article:**

Counterintuitive physics questions and their effect on student achievement

**Author(s):**

Nuri BALTA, Selma MOĞOL

**For Cite in:**

Balta, N. & Moğol, S. (2016). Sezgiye ters fizik soruları ve bu soruların öğrenci başarısına etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 6(1), 133-146, <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2016.008>.

## Sezgiye Ters Fizik Soruları ve Bu Soruların Öğrenci Başarısına Etkisi

Nuri BALTA<sup>a\*</sup>, Selma MOĞOL<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Canik Başarı Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Samsun/Türkiye

<sup>b</sup>Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara/Türkiye



### Makale Bilgisi

DOI: 10.14527/pegegog.2016.008

#### Makale Geçmişi:

Geliş 21 Haziran 2015  
Düzeltilme 15 Ekim 2015  
Kabul 14 Aralık 2015  
Çevrimiçi 15 Şubat 2016

#### Anahtar Kelimeler:

Fizik problemleri,  
Sezgiye ters fizik soruları,  
Fizik eğitimi.

### Öz

Öğrencilerin dersin içeriğine karşı ilgilerini ve meraklarını uyandırmanın bir yolu da derste sezgiye ters sorular kullanmaktır. Sezgiye ters fizik soruları, cevapları öğrencilerin beklediklerinden ya da tahmin ettiklerinden çok farklı olan soru çeşitleridir. Bu araştırmada, lise seviyesinde verilen fizik derslerinde sezgiye ters fizik sorularının kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi incelenmiştir. Bu deneysel çalışmada, kontrol gruplu ön test-son test modeli kullanılmıştır. Tesadüfi örneklem yoluyla belirlenmiş üç öğrenci grubu ile yapılan bu araştırma, 2008-2009 eğitim öğretim yılında Özbekistan'da uluslararası bir okulda yapılmıştır. Altı haftalık uygulama süresinde bir deney ve iki kontrol grubu olmak üzere toplam 48 öğrenci ile çalışılmıştır. Araştırmada, sezgiye ters fizik soruları eşliğinde ders anlatımı ve geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışma için, Newton'un Hareket Kanunları konusu ile ilgili başarı testi (Cronbach's Alpha =.88) ve sezgiye ters fizik sorular geliştirilmiştir. Gruplar, son testten toplanan verilerle karşılaştırılmıştır. Sezgiye ters fizik soruları eşliğinde yürütülen derslerin daha fazla ilgi çektiği ve öğrenci başarısını artırmada etkili olduğu görülmüştür.

## Counterintuitive Physics Questions and Their Effect on Student Achievement

### Article Info

DOI: 10.14527/pegegog.2016.008

#### Article history:

Received 21 June 2015  
Revised 15 October 2015  
Accepted 14 December 2015  
Online 15 February 2016

#### Keywords:

Physics problems,  
Counterintuitive physics problems,  
Physics education.

### Abstract

One way to arouse student interest and curiosity about course content is to enable students come across with counterintuitive problems. Counterintuitive physics problems (CIP) are those that yield solutions away from students' expectations or away from students' predictions. This research has investigated the effects of CIP questions on physics achievement at high school level. In this experimental study, pretest-posttest design, with control group, was used. The research, in which three randomly defined groups of student participated, was performed at an 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 groups. In this study, teaching with CIP questions and traditional instruction methods were used. At the beginning of the research, a physics achievement test (Cronbach's Alpha = .88) and counterintuitive physics problems related to Newton's laws were developed. Groups were compared with the data gathered by post-tests. The lessons carried out along with CIP questions have been found more interesting and was more effective on physics achievement.

\*Yazar: nuribalta@basari.edu.tr

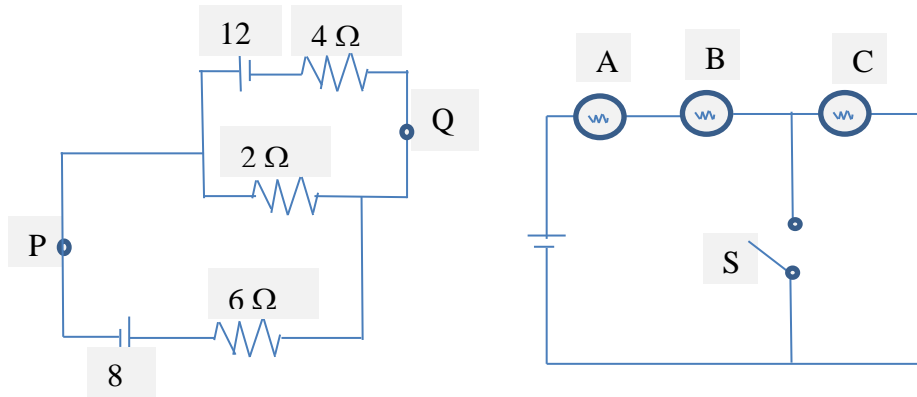
## Giriş

Öğrencilerin yeni konu ve kavramları öğrenmeleri çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Yapılandırıcı yaklaşıma göre öğrencilerin önceki bilgileri yeni konu ve kavramları öğrenmede kolaylaştırıcı veya zorlaştırıcı olabilir (Hewson & Hewson, 1983). Fen derslerinde öğrencilerin önceki bilgileri genelde sınıfta öğretilen bilimsel bilgilerle çatışmaktadır (Guzzetti, 2000). Birçok öğrenci derste öğretilenlerden çok sezgilerine güven duymaktadır (Everett & Villa, 2006). Bundan dolayı sezgilerine ters gelen durumlarla veya sorularla öğrencileri karşı karşıya bırakmak önem arz etmektedir. Çünkü öğrenciler önceki yanlış kavramlarını bırakmakta ciddi direnç göstermektedirler (Pfundt & Duit, 1991). Geleneksel öğretim metotlarını kullanarak öğrencilerin yanlış kavramlarıyla başa çıkmak zordur (Klopfer, Champagne & Gunstone, 1983).

## Sezgiye Ters Fizik Soruları

Fen derslerinde problem çözme geleneksel öğretim metotlarımızdan biridir (Campanario, 1998). 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 öğrenirler. 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.

Harvard Üniversitesinden Mazur (1997) yaptığı bir araştırmada öğrencilere iki soru sormuştur: birincisi, normal bilinen formüllerle çözülebilen (bir algoritma uygulayarak) klasik zor bir soru, ikincisi ise kolay ama kavram temelli bir soru (Şekil 1).



### KLASİK SORU

2 Ω'lık direnç üzerinden geçen akımı ve P ile Q noktaları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.

### KAVRAM SORUSU

- Yukarıdaki şekilde S anahtarı kapatıldığında;
- A, B ve C ampullerinin parlaklığı nasıl değişir?
  - Pil üzerinden geçen akım nasıl değişir?
  - A, B ve C ampulleri üzerindeki potansiyel farklar ne olur?
  - Tüketilen toplam güç ne kadar olur?

Şekil 1. Eric Mazur tarafından sorulan sorular.

Mazur'un yaptığı çalışmada öğrencilerin %75'inin birinci soruya doğru cevap vermelerine karşın, ikinci soruya öğrencilerin %40'ı doğru cevap vermiştir. Öğrenciler, Şekil 1'deki zor soruda verilen değerleri formüllerde yerine koyarak doğru çözüme ulaşmalarına karşın, kavram temelli soruda uygun

sorgulamayı yapamadıklarından çoğunlukla yanlış cevap vermişlerdir. Buna benzer olarak, öğrenciler kütleleri farklı olmasına rağmen bütün cisimlerin aynı ivme ile yere doğru hareket ettiklerini zor kabullenmektedirler. Hatta ileri seviye fizik dersi alan öğrenciler bile bu kavramı anlamada zorlanmaktadır. Çünkü dünyanın, büyük olan cisme daha büyük kuvvet uyguladığını bu yüzden, kütleli küçük olan cisme göre daha hızlı düşmesi gerektiğine inanmaktadırlar.

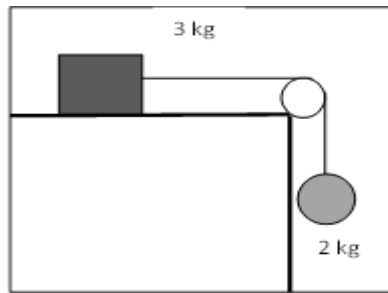
Bu iki örnekte olduğu gibi açıklanan yeni fizik kavramları öğrencilerin önceki bildikleriyle çatıştığında, genellikle reddedilirler (Hynd, McNish, Qian, Keith & Lay, 1994). Örneğin, öğrenciler sürtünmeli eğik düzlem üzerinden yukarı atılan bir cismin yukarıya çıkış ve aşağıya iniş sürelerinin farklı olacağını kabullenmekte zorlanabilirler. Bu durum öğrencilerin sezgilerine terstir; çünkü öğrencilerin sezgileri, aynı eğik düzlem üzerinde bir cisim eşit miktarda yukarı ve aşağı hareket ederse eşit miktarda zaman geçer şeklindedir. Bu şekilde sezgileri tarafından yanıtılan öğrenciler soruları yanlış çözmektedir.

Balta ve Moğol (2008) hazırladıkları 11 soruluk sezgiye ters fizik (STF) sorularını lise ve üniversitede okuyan öğrencilere uyguladıklarında eğitim seviyesinden bağımsız olarak, öğrencilerin benzer hatalar yaptıklarını tespit etmişlerdir. 25 Anadolu Lisesi, 11 Fen Lisesi ve 43 üniversite öğrencisine uyguladıkları 11 soruda, sırası ile ortalama 3.63, 8.18 ve 4.30 doğru cevap elde etmişlerdir.

Öğrencilerin bu şekildeki kavramsal ya da sezgiye ters diyebileceğimiz sorulara düşük oranda cevap vermeleri fizik eğitimcilerini araştırmalara sevk etmiştir. Geleneksel problem çözme metodunda öğrenciler, soruda verilen değerleri, uygun formüller içine yerleştirerek sonuca ulaşmaya çalışıyorlar. STF soruları şeklinde ifade edilen sorularda ise; öğrenciler sezgilerine güvenerek ve probleme alelacele yaklaşarak, beklenenden çok farklı bir sonuç ile karşılaşmaktadırlar. Diğer bir ifade ile sorunun cevabı öğrencilerin beklediğinin dışında (çoğunlukla tersi) çıkmaktadır.

### Sezgiye Ters Soruların Hazırlanması

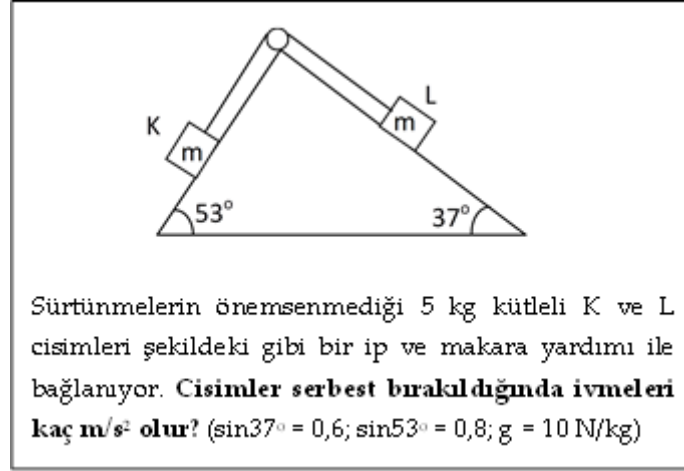
Bu türden problemlerin hazırlanması için iki genel yol izlenebilir. Birincisi, ders esnasında öğrencilerden gelen soruların değerlendirilmesidir. Sezgileri tarafından yanıtılan öğrenciler konunun anlatımı esnasında bunu zaman zaman belli etmektedirler. Örneğin şekil 2' deki soru üzerinden sınıf içinde tartışma yapıldığında, sezgileri tarafından yanıtılan birçok öğrenci şu yorumu yapabilir: Asılı 2kg kütleli cisim 3kg kütleli cismi hareket ettiremez. Bu tür bir çıkarım ile karşılaşan öğretmen, öğrencilerin fizik sorularına nasıl yaklaştıklarını, kavram yanlışlıklarını, konu hakkındaki ön bilgilerinin farkına varır. Doğrusu bu tip soruların sorulması öğretmen için bulunmaz bir fırsattır. Böyle bir soru hemen öğretmen tarafından bir STF sorusu haline dönüştürülerek sınıf içi tartışmaları genişletmek için kullanılabilir.



Şekil 2. Sezgiye ters soru örneği-1.

İkincisi, test sorularında uygun değişiklikler yapılmasıdır. Örneğin Şekil 3' te verilen soruda çözüme ulaşmak için; önce, K ve L cisimlerinin ağırlıklarının düzlemlere paralel bileşenlerini bulmak gerekir. Daha sonra bu iki bileşenin farkı alınıp toplam kütleyle bölünürse sistemin ivmesi bulunabilir. Görüldüğü gibi böyle bir sorunun öğrenciler tarafından çözülebilmesi için yeterince fizik ve matematik bilgisine ihtiyaç vardır. Fakat bu problemde hafif değişiklik yapılarak, konu anlatımı esnasında öğrencilere bir STF sorusu olarak sorulabilir. Örneğin Şekil 3' te verilen 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 yanırlıyorlar. Birçok öğrenci, her iki taraftaki kütleler eşit olduğundan sistemin hareket etmeyeceğini düşünmektedir.



Şekil 3. Sezgiye ters soru örneği-2.

### Sezgiye Ters Soruların Faydaları

Sezgiye ters sorular, öğrenciyi problemi çözmeden önce düşünmeye sevk eder ve öğrencinin ezbere çözüme gitmesini engeller (Campanario, 1998). 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 (Balta & Eryılmaz, 2015). Bu sorular derste kullanıldığında sınıfta tartışma ortamının doğmasına sebep olurlar. Bu sorular ile öğrenciler ileride düşecekleri hatalara baştan düşmüş oluyor ve buna göre sorulara yaklaşırken dikkatli olmayı öğreniyorlar. 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, konuya ilgileri artıyor ve doğru cevabı merak ediyorlar. Bu sorularla karşılaşan öğrenciler, ezbere çözüme gitme yollarını terk edip, kritik düşünmeye başlıyorlar. Öğrenciler özellikle fizik kavramlarını daha doğru ve kalıcı bir şekilde öğreniyorlar (Balta & Moğol, 2008). Bu da öğretmen ve eğitimcilerin ulaşmak istediği hedefler arasındadır.

STF soruları sistematik 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 değiştirirler. Çok geçmeden kendi kavram yanlışlarına göre cevap vermekten kaçınıp onun yerine doğru fizik kanun ve prensiplerini kullanmaya çalışırlar (Campanario, 1998). Sezgiye ters 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 ederler (Gordon, 1991).

### Araştırmanın Amacı ve Önemi

Kuvvet kavram testine (Hestenes, Wells & Swackhammer, 1992) benzer, öğrencilerin anlama düzeylerini değerlendirebileceğimiz yeni ölçüm araçlarına ihtiyaç vardır (Hake, 1998). STF soruları, öğrencilerin fizik konularındaki hem ön bilgilerini, hem kavram yanlışlarını ortaya çıkartabilecek hem de öğrencilerin derse ilgilerini artırabilecek niteliktedir. Bu özelliklere sahip soru çeşitlerinin fizik eğitim araştırmacılarına kazandırılması önem arz etmektedir.

Fizik derslerini görseller ve bilimsel gösteriler eşliğinde anlatmak öğrenci motivasyonu ve başarısı üzerinde etkilidir. Ancak bilgisayar destekli eğitim hariç, özellikle soyut fizik konularını görselleştirmek zordur. Cevapları öğrencilerde önce şaşkınlık sonra motivasyon sağlayan STF soruları derslerde kullanılırsa, fizik konuları ilgi çekici bir şekilde öğrencilere sunulacağından başarı üzerinde etkili olabilirler. STF soruları ile derslerin anlaşılabilirliğini artıran, uygulanması kolay, dersi zevkli hale getiren, maliyeti olmayan bir metot kullanılmış olur.

Bu araştırmanın amacı STF sorularını fizik eğitim araştırmacılarına tanıtmak ve bu soruların öğrenci başarısı üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bu çalışmaya yön veren araştırma sorusu şu şekildedir: Sezgiye ters fizik soruları 10. sınıf öğrencilerinin Newton'un Hareket Kanunları konusundaki başarıları üzerinde etkili midir?

## Yöntem

### Araştırma Modeli

Fizik dersi öğretiminde, STF soruları eşliğinde konu anlatılan deney grubu ile geleneksel yöntem uygulanan kontrol grupları arasında, başarı puanları yönündeki farklılıkları ortaya koymayı amaçlayan bu araştırmada, kontrol gruplu ön test-son test (Fraenkel & Wallen, 1996) modeline uygun deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. İki 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.

### Katılımcılar

Araştırmanın evreni Türki Cumhuriyetlerdeki uluslararası okullarda öğrenim gören sayısal 10. sınıf öğrencileridir. Dünyanın değişik yerlerinde bulunan bu okullarda ortak müfredat uygulanmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Özbekistan'da bulunan uluslararası okulda okuyan 10. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmacı bu okulda fizik öğretmeni olarak görev yaptığından çalışma grubunu "uygun örnekleme" yöntemine göre belirlemiştir. Bu okulda bulunan dört adet 10. sınıf içinden akademik başarısı eşit olan üç sınıftan biri deney diğer ikisi kontrol grupları olarak atanmıştır. Uluslararası okulda okuyan öğrencilerin gruplara ve milliyetlerine göre dağılımları Tablo 1' de verilmiştir.

**Tablo 1.**

*Öğrenci Milliyetleri ve Sınıflara Göre Dağılımı.*

Milliyet	Kontrol grubu-1	Deney grubu	Kontrol grubu-2	Toplam
Özbek	10	10	6	26
Türk	3	4	5	12
Kore	1	1	2	4
Tatar	1	1	0	2
Pakistan	0	1	0	1
Afgan	0	1	0	1
İsrail	0	0	1	1
Tacik	0	0	1	1
Toplam	15	18	15	48

Tablo 1'de görüldüğü gibi bu çalışmaya toplam sekiz farklı milliyetten 48 öğrenci katılmıştır. En fazla Özbek (26) ve Türk (12) öğrenciler bu çalışmaya dâhil olmuştur.

### Veri Toplama Araçları ve Verilerin Analizi

STF sorularının öğrencilerin başarısına etkisini ölçmek için Newton'un Hareket Kanunları konusu ile ilgili STF soruları hazırlandı. 36 sorudan oluşan STF sorulardan üç tanesi Campanario (1998) tarafından yapılan çalışmadan, dört tanesi kuvvet kavram testinden (Hestenes et al., 1992) ve 14 tanesi değişik üniversite hazırlık kitaplarından yararlanılarak hazırlandı. Geri kalan 15 soru araştırmacılar tarafından geliştirildi. Hazırlanan soruların sayısı, Newton'un Hareket Kanunları konusunun alt boyutlarını kapsayacak şekilde ve Newton'un Hareket Kanunları ünitesinin anlatılması süresinde derslerde kullanılacak soru sayısı göz önüne alınarak ayarlandı. Kontrol gruplarına geleneksel yöntemle ders anlatılırken, deney grubuna STF soruları eşliğinde ders anlatıldı.

Araştırmada ölçme aracı olarak kullanılmak üzere konu ile ilgili fizik başarı testi geliştirildi. 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.

Başarı testi için, uluslararası okulun müfredatına uygun, 34 çoktan seçmeli maddeden oluşan, Newton'un Hareket Kanunları ünitesini kapsayan, konulara göre dengeli dağıtılmış, bir test hazırlandı. Test soruları Giancoli (2005) tarafından yazılan kitabın dinamik bölümünden alındı. Soruların seçilmesi 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.

Başarı testi soruları hazırlandıktan sonra pilot uygulama için 70 öğrenciye uygulandı. Elde edilen sonuçlara göre madde güçlük ve madde ayırt ediciliği düşük iki soru testten çıkarıldı. Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı .88 olarak hesaplanan testle ilgili uzman görüşü alındıktan sonra öğrencilerin başarısını ölçmek için kullanıldı. Pilot uygulamadan elde edilen verilerle hesaplanan istatistikler Tablo 2' de verilmiştir.

**Tablo 2.**  
*Başarı Testi Pilot Uygulama İstatistikleri.*

İstatistik	n	Ort.	SS	İstatistik	n	Ort.	SS
Madde Güçlüğü		.71	.14	Madde ayırt ediciliği		.37	.14
<.29	0			<.19	0		
.30-.39	1			.20-.29	14		
.40-.49	1			.30-.39	7		
.50-.59	5			.40-.49	2		
.60-.69	7			.50-.59	6		
.70-.79	8			.60-.69	3		
.80-.89	10			Soru sayısı	32		
Öğrenci sayısı	70			Cronbach $\alpha$ = .88			

Pilot uygulama sonucunda testte kalan 32 soru deney ve kontrol gruplarına hem ön test hem de son test olarak uygulandı. Bütün testler araştırmacı tarafından fizik dersinde 30 dakikalık sürede tamamlandı.

Toplam üç grup olduğundan uygulama öncesi ve sonrası gruplar arasındaki farklılık ANOVA ile analiz edildi. ANOVA ile istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildiğinde, farkın hangi gruplar arasında olduğunu ortaya çıkartmak için Bonferroni analizi kullanıldı.

### STF Sorularının Deney Grubunda Kullanılması

Deney grubu öğrencilerine, dersin işlenişi esnasında sırası geldikçe STF soruları soruldu. Newton'un birinci hareket kanunu konusu ile ilgili sorular, sadece Newton'un birinci hareket kanunu konusu anlatıldığında, etki tepki ile ilgili sorular ise sadece bu konu anlatıldığında öğrencilere soruldu. Newton'un Hareket Kanunları konusunun tamamını ilgilendiren sorular ise konu sonlarında öğrencilere yöneltildi. Örneğin EK'te verilen 1 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 öğrencilerin soruyu cevaplamaları için süre verildi. Daha sonra öğrencilerden cevap olarak düşündükleri şık için parmak kaldırmaları istendi. Her soruda her şık için kaldırılan parmaklar sayıldı (Öğrencilerin 32 soruda ortalama % 63.7 gibi yüksek sayılabilecek bir oranda sezgileri tarafından yanıltıldıkları görüldü). Daha sonra sorunun doğru cevabı verildi. Öğrencilerin doğru cevap üzerinden tartışmaları sağlandı. En son doğru cevabın açıklaması yapıldı. Bu şekilde yapılan bir eğitimin, öğrencilerin fizik başarılarını nasıl etkilediğini bundan sonra yapılan analizlerde görülmektedir.

### Bulgular

Deney ve kontrol gruplarının başarılarını karşılaştırmak için öncelikle grupların denklikleri araştırıldı. Bu amaçla, grupların ön testten aldıkları notlar için yapılan tek yönlü ANOVA sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3.**  
*Grupların Ön Test ANOVA Analiz Sonuçları.*

Gruplar	n	$\bar{x}$	SD	df	F	p
Kontrol-1	15	9.20	3.63			
Deney	18	9.56	3.56	2	.07	.93
Kontrol-2	15	9.67	3.24			
Toplam	48	9.48	3.43			

\*p < 0.05, 32 soru üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 3'deki ANOVA analiz sonuçlarına göre .93 > .05 olduğundan, yani SPSS ile hesaplanan p = .93 değeri problemde verilen önem düzeyi .05'ten büyük olduğundan, üç sınıfın ön test ortalamaları arasında %5 önem düzeyine göre fark olmadığına karar verilmiştir. Görüldüğü gibi parametrik sınama istatistiğine göre grupların ön test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur. Buna göre grupların uygulama öncesi denk oldukları kararına varılmıştır.

STF sorularının öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisini araştırmak için deney ve kontrol gruplarının son test başarıları karşılaştırıldı. Bu amaçla, grupların son testten aldıkları puanlar için yapılan tek yönlü ANOVA sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.



**Tablo 4.**  
Grupların Son Test ANOVA Analiz Sonuçları.

Gruplar	n	$\bar{x}$	SD	df	F	p
Kontrol-1	15	17.13	5.24			
Deney	18	22.44	4.95	2	6.91	.00
Kontrol-2	15	16.47	5.22			
Toplam	48	18.92	5.72			

\*p <0.05, 32 soru üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 4' teki ANOVA çizelgesine göre .00< .05 olduğundan, yani SPSS ile hesaplanan p= .002 değeri önem düzeyi .05'ten küçük olduğundan, üç sınıfın son test ortalamaları arasında %5 önem düzeyine göre fark olduğuna karar verilmiştir. Bu farkın hangi gruplar arasında olduğuna karar vermek için yürütülen Bonferroni analizine (Tablo 5) göre, deney grubunun ortalamasının kontrol gruplarından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği, fakat kontrol grupları arasındaki farkın hatadan kaynaklandığı bulunmuştur.

**Tablo 5.**  
Bonferroni Analiz Sonuçları.

(I) grup	(J) grup	Ortalama fark (I-J)	Std. hata	p
Kontrol-1	Deney	- 5.31*	1.783	.025
	Kontrol-2	.66	1.862	1.000
Deney	Kontrol-1	5.31*	1.783	.025
	Kontrol-2	5.97*	1.783	.019
Kontrol-2	Kontrol-1	-.66	1.862	1.000
	Deney	-5.97*	1.783	.019

Buna göre STF sorularının derste kullanılması Newton'un Hareket Kanunları konusunda öğrencilerin başarısını artırdığı söylenebilir.

### Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, öğrencilerin sezgiye ters fizik kavramlarını anlamalarını sağlamak için deney grubuna çalışma süresince 36 STF sorusu çözülmüş ve üzerinde tartışılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanan son test ile elde edilen verilerin parametrik testler ile analiz edilmesi sonucunda, STF soruları eşliğinde öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile geleneksel yöntem ile öğrenim gören kontrol grupları öğrencilerinin başarıları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Yapılan bütün analizler göz önüne alındığında, STF soruları derslerde kullanılabilir ve bu sorular eşliğinde ders anlatımı öğrenci başarısını artırabilir şeklinde bir sonuca varılabilir. Toplanan verilere ait istatistiksel analizlerin sonucunda elde edilen bulgulardan ulaşılan sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Özbekistan uluslararası okulunda okuyan 10. sınıf öğrencilerinin STF sorularını cevaplamadaki yanılma düzeyleri % 63,7 bulunmuştur. Bu sonuç Balta ve Moğol (2008) tarafından yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında, öğrencilerin okul ve milliyet gözetmeden STF soruları karşısında farklı miktarlarda

yanılabilecekleri görülmüştür. Benzer şekilde sezgiye ters bilimsel gösterileri üç dönem boyunca sınıflarında kullanan Everett ve Elsa (2005), öğrencilerin başarı durumlarını her dönem için sırasıyla % 60.9, % 73.7 ve % 60.7 şeklinde hesaplamışlar. Ayrıca Mazur (1997), yaptığı bir araştırmada sezgiye ters bir soruda öğrencilerin %60'nın yanıldığını tespit etmiştir.

2. Ek'te verilen STF sorularından 2, 3, 4 ve 5 no'lu sorular daha önce Balta ve Moğol (2008), tarafından Ankara'da bulunan özel bir Anadolu Lisesi ve bir Fen Lisesi öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. İkinci soruda Anadolu, Fen ve Uluslararası okul öğrencileri sırası ile %76, %18 ve %59, üçüncü soruda sırası ile %84, %82 ve %89, dördüncü soruda sırası ile %24, %9 ve %50, beşinci soruda ise sırası ile %72, %27 ve %77 oranında yanıldıkları görülmüştür. Buna göre uluslararası okulda okuyan deney grubu öğrencileri 3, 4 ve 5 nolu sorularda Anadolu ve Fen Lisesi öğrencilerinden daha fazla yanıldıkları görülmektedir. Ekte verilen 6. soru Kaiser, Jonides ve Alexander (1986) tarafından 80 kolej öğrencisine uygulanmış öğrencilerin %61 oranında yanıldıklarını tespit etmişler. Buna karşın aynı soruda bu çalışmadaki öğrenciler 100% oranında yanılmışlardır.

3. Sezgiye ters sorularda uluslararası okul öğrencilerinin daha fazla yanılmaları birkaç sebebe bağlanabilir. Birincisi, bu çalışmadaki öğrenciler bu türden soru şekillerine alışık olmayabilirler. Türkiye'deki öğrencilerin hem okul dersleri esnasında hem de üniversite hazırlıkları sırasında çok fazla soru çeşidi ile karşılaşmış olmaları daha başarılı olmalarını sağlamış olabilir. İkincisi, Özbekistan'daki uluslararası okul 10. sınıf öğrencilerinin başarı seviyesinin düşük olması fazla yanılmalarında rol almış olabilir. Üçüncüsü, sezgiye ters soruları bu çalışmada ders esnasında öğrencilere sorulmuştur ve öğrencilerin sorunun cevabı için parmak kaldırmaları istenmiştir. Sorular öğrencilere test olarak verilseydi, öğrenciler daha rahat cevaplama imkânı bulabileceklerinden daha farklı sonuçlar elde edilebilirdi.

Alan yazında STF soruları ile ilgili yeterli çalışma bulunmadığından (EBSCOhost, Google Scholar, Proquest ve TÜBİTAK Ulakbilim gibi veri tabanları taranmıştır), bu çalışmada tartışma kısmı sınırlı kalmıştır. Bu çalışmanın benzer araştırmalara ön ayak olması ve alanyazına yeni çalışmaların eklenmesine yardımcı olması beklenmektedir.

### Öneriler

1. Sezgiye ters sorular ile sınıf içi grup tartışmaları yapılabilir. Örneğin öğrenciler gruplara ayrıştırılıp sezgiye ters sorular üzerinde tartışma yaptırılabilir.

2. Sezgiye ters 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 soruda, sezgileri tarafından yanıtılan öğrenciler, buzların sadece kütlelerinin eşit olmasına odaklanıp yüzey alanını göz ardı ederek, iki suyun sıcaklıklarının aynı hızda azalacağını düşünebilirler. Bu soru için çok rahatlıkla bir deney düzeneği hazırlanabilir ve sınıf içi bir aktivite olarak öğrencilere sunulabilir.

3. Sezgiye ters sorular yanında sezgiye ters deney ve bilimsel gösteri düzenekleri hazırlanıp ders anlatılabilir. Örneğin kütle merkezi konusu anlatılırken, meşhur bir bilimsel gösteri olan çift koninin bir eğik düzlem üzerinde yukarı doğru yuvarlanması ile ilgili sınıfta bir aktivite yapılabilir. Çift koninin yukarı yuvarlanması üzerine öğrencilere sezgiye ters birçok soru sorulabilir.

4. Fizikteki diğer ünitelerden benzer STF soruları hazırlanabilir ve bunların öğrencilerin başarıları üzerindeki etkileri araştırılabilir.

## Extended Abstract

### Introduction

New topics and concepts that students learn are influenced by several factors. Prior knowledge of the students can facilitate or make it difficult when learning new topics and concepts (Hewson & Hewson, 1983). The students show serious resistance to leave their previous misconceptions (Pfundt & Duit, 1991). Using traditional teaching methods are difficult to deal with students' misconceptions (Klopfer, Champagne & Gunston, 1983).

One of the applications that science teachers do not give up in their classes is problem-solving. They usually design problems or test solving sections in order to check students' understanding of the subject. In general, there is a formula for each topic and teachers continue to solve problems until students learn how to use the formula. In this strategy, there are no contributions from students, they learn only with the teachers' explanations. Students solve the problems or do their homework by using the formula in an appropriate manner or by memorizing a solution pattern (Campanario, 1998). However, with such a teaching strategy students cannot overcome the physics concepts that contradict to their prior beliefs and intuitions.

In science, students' prior ideas are often contrary to the scientifically acceptable ideas presented in the classroom (Guzzetti, 2000). "Because many students trust their intuition more than lecture materials, it becomes important to present the students with something they believe is true yet contradicts their intuition" (Everett & Villa, 2006, p.2). When new physics concepts are in conflict with prior knowledge, they are usually rejected by students (Hynd et al., 1994).

There is a need for new measurement tools, such as Force Concept Inventory (Hestenes et al., 1992) that can evaluate the students' level of understanding (Hake, 1998). STF questions have the potential to reveal students' misconceptions, to assess their prior knowledge in physics, as well as can increase students' interest in the course. Presenting questions that have these features is important for physics education researchers.

In this study, 36 counterintuitive physics (CIP) questions were used to promote understanding of Newton's laws of motion. The term "counterintuitive" refers to a problem that seems to have an apparent, simple answer yet shows behavior conflicting to common sense (Everett & Pennathur, 2007).

This study has investigated the effects of CIP questions on physics achievement of grade 10 students at high school level. In this experimental study, pretest-posttest with control group design was used (Fraenkel & Wallen, 1996). The research, which three groups of student participated, was performed at an 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.

In this study, two types of teaching method were used. These were, teaching with CIP questions and traditional instruction. At the beginning of the research, a physics achievement test and a set of CIP problems that were 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 physics achievement test was prepared. The achievement test questions were received from the dynamic part of the Giancoli's (2005) book. The achievement test was applied to students who were familiar with Newton's laws. It was a pilot study with 70 students who were attending three different high schools, in fall semester of 2008-2009 academic year. While in the experimental group lessons were conducted along with CIP problems, in the control group traditional instruction were done. Experiment and control groups were compared with the data gathered by physics achievement test. At the end of the research, it was found that the lessons in which the CIP questions were used have been found more interesting and was effective on physics achievement.

The findings of this study highlighted the importance of counterintuitive problems. It seems that one of the most effective ways of changing students' alternative beliefs is solving counterintuitive problems during lessons. This conclusion appears to be valid for physics, chemistry, biology as well as mathematics. When the results of this study are combined with the experiences of the qualified teachers, it is strongly recommended to use problems with counterintuitive aspects. Use of those kinds of problems forces students to think critically and their usage results in a highly motivated as well as passionately discussing environment in the classroom (Campanario, 1998).

## **Method**

### **Research Design**

In this research, an experimental study having pretest-posttest with control group design (Fraenkel & Wallen, 1996) was used. Students were randomly assigned to one experimental group and two control groups.

### **Participants**

The population of this study was the grade 10 students from international schools in Turkic republics. These are the schools spread over the world and apply a common curriculum. The sample of the study was the grade 10 students at an International School in Uzbekistan.

### **Instrument**

In the study, an achievement test was developed and used in order to assess experimental and control group students' achievement before and after the instruction with two different methods. The initial version had 34 items and after a pilot study with 70 students, two items having low discrimination power and improper difficulty level were removed. The validity of the test was provided by expert opinion and after the pilot study, the reliability coefficient (Cronbach Alpha) was calculated as .88.

### **Application**

In this study, the counterintuitive physics questions were implemented with the following steps: 1. The students were asked to predict the answer of the problem. They had to give also a reason for their answers. 2. After having predicted solutions, the correct answer was given by the instructor, and typically it was an unexpected solution. 3. After the correct answer, the students were asked to re-evaluate their predictions and discuss them. 4. Finally, the instructor presented the explanation of the problem.

Use of such problems in the class with the model stated above reveals students' inadequate initial analysis and superficial approach. When these kinds of problems are introduced systematically for several weeks, student's initial tendency to answer quickly is changed with deeper analysis of the physics involved in the situation (Campanario, 1998). Thus, these questions pioneer students to be better thinkers, explorers and inquirers (Gordon, 1991).

### **Data Analysis**

Histograms were used to determine whether the data obtained from the achievement test had normal distribution or not. Descriptive statistics values (mean, median and standard deviation) were reported to describe the data collected from groups. Since the parametric test requirements were met, ANOVA was conducted to see the initial equality of the groups in terms of achievement. Then, in order to detect the effect of traditional teaching and that of CIP problems on groups' achievements ANOVA was carried out once more. To explain ANOVA results further Bonferroni analysis was done as a post-hoc test.

### Results and Discussion

The results gathered from the statistical analysis of the collected data can be summarized as follows:

- The International School students' level, which was attained through counterintuitive physics questions, was found as 63.7%. When these results are compared with the study carried out by Balta and Mogol (2008), it was found that regardless of the nationality and grade, students are mostly misled by CIP questions. Similarly, Everett and Elsa (2005) who used counterintuitive scientific demonstrations in their courses throughout the three semesters, calculated the student achievement for each period as 60.9%, 73.7% and 60.7% respectively.

- Furthermore, Eric Mazur (1997), in one of his investigations found that 60% of the students were hunted by CIP questions.

- The 2nd, 3rd, 4th and 5th questions given in the appendix were previously applied to Anatolia and Science high schools in Ankara by Balta and Moğol (2008). When their results are compared with this study, it is seen that while results were similar for the third question; for 2nd, 4th and 5th questions science high school students were rather better than the other two schools. Similarly the sixth question in the appendix was applied by Kaiser, Jonides and Alexander (1986) to 80 college students and only 39% of students were successful. Contrary, in this study all students were incorrect in responding the same question.

- ANOVA analysis results indicated that there were no statistically differences between the pretest scores of the experimental and control groups in Newton's laws of motion (See Table 3). Contrary, ANOVA results for posttest scores demonstrated that aforementioned groups were different in terms the achievement in posttests (See Table 4). Post-hoc analysis revealed that the achievement of the experimental group was significantly higher than that of control groups (See Table 5).

### Conclusion & Implications

In this study, to improve students' understanding of Newton's law of motion, 36 CIP questions were solved and discussed in the experimental group. As a result of the analysis of the data obtained from implementation of the posttest to experimental and control group students, a significant difference in favor of the experimental group was found between the achievements of the group that received instruction accompanied by CIP questions and the group that was instructed with traditional methods. When considering all analyzes, the CIP questions can be used in the courses, and it can be concluded that these questions can improve student achievement in physics. Based on the findings of this research following issues can be considered for future studies.

- CIP questions first create disequilibrium than fosters exploration. Thus, class discussions can be promoted through CIP questions.

- Among the CIP questions some of them can be changed into discrepant events. For instance, for the following CIP question, an experimental setup can be designed and can be used as an activity in the classroom:

"A piece of ice and some crumbled ice of same mass and temperature is put into waters of identical mass and temperatures. Which water temperature will diminish faster?"

To seek an answer to this question, many students may be misled by their intuition, focusing on the equality of the masses of the ices, rule out the surface area and the reason that the temperatures of both waters will decrease in equal speeds. An experiment can easily be set up and can be conducted as a "discrepant event" in the classroom.

- The effect of CIP questions on removing students' misconceptions can be investigated.
- The relationship between CIP questions and common sense questions can be identified.
- The CIP questions used in this study were from Newton's laws of motion. A collection of similar questions can be produced in other topics and even in other subjects.

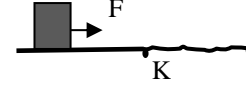
### Kaynakça

- Balta, N. & Eryılmaz, A. (2015). Counterintuitive dynamics test. *International Journal of Science and Mathematics Education*. Advance online publication. doi: 10.1007/s10763-015-9694-6
- Balta, N. & Moğol, S. (2008, August). *Kritik düşünme gerektiren fizik soruları ve bunların uygulamaları üzerine bir çalışma* [Counterintuitive physics problems and the effect of these problems on student success]. Paper presented at the VIII National Science and Mathematics Educational Congress, Bolu, Turkey.
- Campanario, J. M. (1998). Using counterintuitive problems in teaching physics. *The Physics Teacher*, 36, 439-441.
- Everett, L. J. & 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. & Villa, E. (2006). *Assessment results of multi-intelligence methods used in Dynamics*. Retrieved April 07, 2014, from [http://digitalcommons.utep.edu/mech\\_ind\\_papers/16/](http://digitalcommons.utep.edu/mech_ind_papers/16/)
- Everett, L. J. & Pennathur, A. (2007, June). *A design process for conceptually based, counterintuitive problems*. Paper presented at the national conference of the ASEE, Honolulu, Hawaii.
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education* (6th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66, 64–74.
- Hewson, M. G. & Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- Hestenes, D., Wells, M. & Swackhammer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141–158.
- Hynd, C. R., McNish, M. M., Qian, G., Keith, M., & Lay, K. (1994). *Learning counterintuitive physics concepts: The effects of text and educational environment* (National Reading Research Center Report No. 16). Retrieved from August 15, 2015, <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED374404.pdf>
- Giancoli, D. C. (2005). *Physics: principles with applications*. Pearson Education.
- Gordon, M. (1991). Counterintuitive instances encourage mathematical thinking. *Mathematics Teacher*, 84(7), 511-15.
- Kaiser, M. K., Jonides, J. & Alexander, J. (1986). Intuitive reasoning about abstract and familiar physics problems. *Memory & Cognition*, 14(4), 308-312.
- Klopfer, L. E., Champagne, A. B. & Gunstone, R. F. (1983). Naive knowledge and science learning. *Research in Science & Technological Education*, 1(2), 173-183.
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1991). *Students' Alternative Frameworks and Science Education*. Bibliography. Kiel, Germany: Institute for science education.

**Ek**

**Sezgiye ters fizik soru örnekleri**

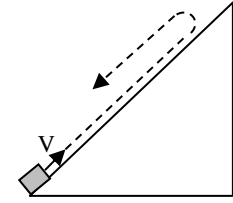
1. F kuvveti, ilk hızı sıfır olan cisme şekildeki gibi etki ediyor. Cisim, sürtümlü yüzeyin başladığı K noktasına geldiğinde v hızını kazanıyor. K noktasından sonra cisme etki eden sürtünme kuvveti de F olduğuna göre, cisim sürtümlü yüzeydeyken hızı için ne söylenebilir?



- a. Azalır b. Artar c. Değişmez

**Görünen cevap:** Azalır. **Gerçek cevap:** Değişmez.

2. Sürtümlü eğik düzlem üzerinden şekildeki gibi bir cisim yukarı doğru 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.  $t_{\text{çıkış}} > t_{\text{iniş}}$

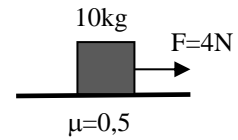
**Görünen cevap:**  $t_{\text{çıkış}} = t_{\text{iniş}}$ . **Gerçek cevap:**  $t_{\text{çıkış}} < t_{\text{iniş}}$

3. Bir terazinin üstündeki adam, ağırlığını P olarak ölçüyor. Adam aniden çömeliyor. Çömelme esnasında 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:**  $P' < P$ .

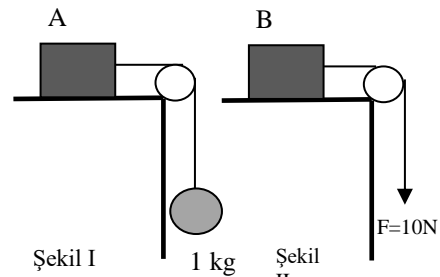
4. Sürtünme katsayısının  $\mu = 0.5$  olduğu yüzeyde bulunan 10 kg kütleli cisme şekildeki gibi 4N kuvvet etki ediyor. Buna göre cisim üzerindeki net kuvvet kaç N'dur?



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

**Görünen cevap:** 46N. **Gerçek cevap:** 0 N.

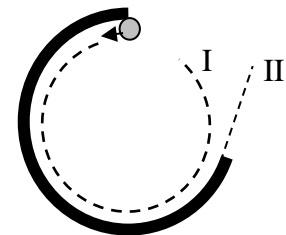
5. Sürtünmesiz yatay masa üzerinde bulunan özdeş A ve B cisimlerden A'ya şekil I'deki gibi 1Kg'lık bir cisim bağlanıyor. B ise şekil II'deki gibi  $F = 10N$ 'luk kuvvet ile çekiliyor. İki cismin ivmeleri arasındaki ilişki nasıldır? ( $g = 10m/s^2$ )



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

**Görünen cevap:** Eşittir. **Gerçek cevap:**  $a_{II}$  büyüktür.

6. 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.