

## Newton'un Hareket Kanunları Konusunda Kavram Yanılgılarını Belirlemeye Yönelik Bir Testin Geliştirilmesi ve Uygulanması

Şengül ATASOY\*, Ali Rıza AKDENİZ\*\*

\* Arş. Gör., K.T.Ü. Fatih Eğitim Fakültesi, OFMA Bölümü Fizik Eğitimi, Trabzon

\*\* Prof.Dr., K.T.Ü. Fatih Eğitim Fakültesi, OFMA Bölümü Fizik Eğitimi, Trabzon

Alındı: 17.05.2006

Düzeltildi: 18.02.2007

Kabul Edildi: 16.04.2007

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Newton'un Hareket Kanunları konusunda kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik bir testin geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin değerlendirilmesidir. Hazırlanan testin güvenilirliğini belirlemek için İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği Programındaki 85 öğrenciye uygulanmıştır. Testin güvenilirliği 0,65 olarak bulunmuştur. Daha sonra test 42 birinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Testten elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının Newton'un Hareket Kanunları ile ilgili çok sayıda kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermiştir. Son uygulamada "Eğer bir nesne hareket ediyorsa hareket yönünde ona etki eden daima bir kuvvet vardır", "İki nesne çarpıştığında hareketli olan nesne duran nesneye daha büyük bir kuvvet uygular" gibi yanılgılar belirlenmiştir. Bu kavram yanılgılarının nedeninin, öğretmen adaylarının konu ve kavramları yüzeysel olarak, geçici bir süre zihinlerinde tutmaları ve anlamlaştırılmamaları olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle konular açıklanmadan önce bu testin uygulanarak öğretmen adaylarının hem kavram yanılgılarının hem de niçin bu şekilde düşündüklerinin belirlenebileceği ve öğretimin elde edilen sonuçlara göre daha iyi düzenlenebileceği önerilmektedir.

*Anahtar Kelimeler:* Newton'un Hareket Kanunları, Öğretmen Adayları, Kavram Yanılgıları, Test Geliştirme, Fizik

### GİRİŞ

Öğrenciler, fen bilimlerindeki olay ya da durumları açıklamaya çalışırken içinde buldukları dünya ile ilgili terimleri kullanmaktadırlar. Ancak bu terimler bilimsel olarak ilgili oldukları kavramları çoğu zaman karşılamamaktadır. Böylece ders ortamına getirilen bu yanlış ön bilgilerin yeni kavramların doğru bir şekilde öğrenilmesine engel olduğu belirtilmektedir. Öğrencilerin bir olayın neden ve niçin olduğu ile ilgili yanlış düşüncelerini değiştirmek ve fen bilimleri öğretiminin ona göre yeniden düzenlenmesi için ön bilgilerinin tespit edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Osborne & Wittrock, 1983; Dekkers & Thijs, 1998).

Önemli fizik kavramlarından biri olan kuvvet ile hemen hemen her düzeydeki öğrencide oldukça yüksek oranda kavram yanılgısı olduğu yürütülen araştırmalarla ortaya konulmuştur (Watts & Zylbersztajn, 1981; Gilbert, Watts & Osborne, 1982; Trumper & Gorsky, 1996; Jimoyiannis & Komis, 2003). Kurt ve Akdeniz (2004a), kuvvet kavramı ile

ilgili açık uçlu sorulardan oluşan bir testi lise 2. sınıf öğrencilerine ve üniversite birinci ve dördüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulamışlardır. Bu çalışmada dikkati çeken önemli bulgulardan biri, Fen Bilgisi öğretmen adayları arasında çok yüksek oranda kavram yanlışlarının olmasıdır. En sık rastlanan kavram yanlışlığı Newton'un I. Hareket Kanunu konusundaki "Hareket halindeki nesneye hareketi doğrultusunda bir kuvvet etki etmeye devam eder" olarak ifade edilmektedir (Kurt & Akdeniz, 2004a). Sadanand ve Kess (1990) de liseye başlamak üzere olan çoğu öğrencide bu yanlışlığın olduğunu tespit etmiştir. Jimoyiannis ve Komis (2003) çok sayıdaki lise öğrencisinin "*Hareketi sürdürmek için hareket yönünde etki eden bir kuvvete ihtiyaç vardır*" şeklinde düşüncelerini belirlemiştir. Bir nesne atıldığı zaman onun hareketini sürdüren bir etki olduğunu savunan Brudian 14. yy'da bu hareket ettirici gücü "*impetus*" yani içsel kuvvet olarak adlandırmıştır (Halloun ve Hestenes, 1985; Stinner, 1994). Bu teori cismin hareket etmesini sağlayan sürekli bir kuvvetin cismin içinde olduğu düşüncesine dayanmaktadır. Newton'un üçüncü yasası ile ilgili yürütülen araştırmalar, birçok öğrencinin daha ağır veya daha hızlı olanın kafa kafaya çarpışmalarda daha küçük olana daha fazla kuvvet uygulayacağını düşüncelerini göstermiştir (Brown, 1989; Maloney, 1984; Montanero, Perez & Suero, 1995).

Konu ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde yürütülen birçok çalışmada (Helm, 1980; Watts & Zylbersztajn, 1981; Gilbert & Watts, 1983; Osborne & Wittrock, 1983; Maloney, 1984; Brown, 1989; Boeha, 1990; Trumper & Gorsky, 1996; Eryılmaz & Tatlı, 1999; Oliva, 1999; Kurt & Akdeniz, 2004a, b), öğrencilerin yanlışlarını ortaya koymak ve onları ayrıntılarıyla açıklamak amacıyla farklı ölçme araçlarının kullanıldığı görülmektedir. Öğrencilerin kavramlarla ilgili düşüncelerini ayrıntılı bir şekilde belirlemek için klinik mülakat, olaylar ve durumlar hakkında görüşme gibi yöntemlerin uygulandığı (Boeha, 1990) ve bunun yanında açık uçlu soruları içeren testlerin kullanıldığı bilinmektedir (Demircioğlu, 2002; Hewson & Hewson, 2003). Yanlışları belirlemek için en sık kullanılan yöntemlerden birinin çoktan seçmeli testler olduğunu söylemek mümkündür (Savinainen & Scott, 2002; Jimoyiannis & Komis, 2003; Trumper, 2003). Ancak, bu yolla öğrencilerin niçin o yanıtı seçtiğini belirlemek güçtür. Bu nedenle testler uygulandıktan sonra öğrencilerle mülakat yapıldığı görülmektedir (Brown, 1989; Oliva, 1999). Öğrencilerin verdikleri yanıtların nedenlerini araştırmanın diğer bir yolu ise açıklamalı-çoktan seçmeli testlerdir (Watts & Zylbersztain, 1981; Eryılmaz, 2002; Montanero, Suero, Perez & Pardo, 2002; Demircioğlu, 2003; Küçüközer, 2004). Bu testlerde çeldiricilerle birlikte doğru yanıtın yer aldığı seçenekleri içeren sorulardan sonra öğrencilerin niçin bu seçimi yaptıklarını açıklamaları için boşluk bırakılır. Buraya öğrencilerin yazdıkları yanıtlar ile çoktan seçmeli kısma verdikleri yanıtlar arasında ilişki kurularak veriler yorumlanır. Literatürde "teşhis edici test" olarak da geçen bu test kavram yanlışlarını belirlemek için en sık kullanılan araçlardan biridir.

Bu çalışmada geliştirilen testin bugünün öğrencilerinin neyi-niçin düşüncelerini belirlemeye önemli katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

## AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, Newton'un Hareket Kanunları konusunda kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik bir testin geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin değerlendirilmesidir.

## YÖNTEM

Tek bir ünitenin veya sınırlı bir sistemin yoğun tanımlamalarını ve analizlerini yapmaya imkân vermesinden dolayı, bu çalışma özel durum yaklaşımının doğasına uygun olarak yürütülmüştür (Merriam, 1998).

**a-Örneklem:** Bu çalışmanın örneklemini Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği programının birinci sınıfındaki 166 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Uygulamalara katılan örneklemin dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1. Uygulamaya Katılan Öğrencilerin Dağılımı**

Uygulama	Öğrenci Sayısı
Testin çoktan seçmeli hale dönüştürülmesi	39
Testin çoktan seçmeli bölümünün pilot uygulaması	85
Son uygulama	42
Toplam	166

**b-Veri Toplama Aracı:** Araştırmada 20 maddeden oluşan açıklamalı-çoktan seçmeli bir test kullanılmıştır. Bu testin geliştirilmesi aşamasında yapılan uygulamalar aşağıda sunulmuştur.

**c-Testin Tasarlanması:** Newton’un her üç yasası ile ilgili literatür araştırılarak yaygın olan kavram yanlışları belirlenmiş ve aynı konuda hazırlanan testler incelenmiştir. Her üç yasa ile ilgili sorular araştırmacılar tarafından yorumlanarak öğretmen adaylarının seviyesine uygun bir şekilde açık uçlu olarak yeniden yazılmıştır. Testte Newton Yasaları ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik toplam 20 açık uçlu soruya yer verilmiştir. Sorularda öğrencilerden şekil üzerinde kuvvetleri çizerek göstermeleri ve nedenini açıklamaları istenmiştir.

**d-Testin Çoktan Seçmeli Hale Dönüştürülmesi:** Açık uçlu olarak hazırlanan test öncelikli olarak 39 Fen Bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Öğrencilerin yanıtlardan ve literatürdeki kavram yanlışlarından yararlanarak, her soru 5 seçenek içerecek şekilde, test çoktan seçmeli hale dönüştürülmüştür. Öğrencilerin niçin o seçeneği seçtiklerini açıklamaları için her sorunun sonuna “Açıklama” kısmı eklenmiştir. Teste verilen yanıtlar analiz edilirken beklenen seçeneğin işaretlenmesi dışında kalanlar “yanlış seçenek” olarak değerlendirilmiştir.

**e-Testin Çoktan Seçmeli Bölümünün Pilot Uygulaması:** Testin çoktan seçmeli bölümünün güvenilirliğini belirlemek amacıyla 85 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile pilot çalışma yapılmıştır. Testin güvenilirlik hesaplamalarında iki eşdeğer yarıya bölme yöntemi kullanılmıştır. Böylece testin güvenilirliği Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı formülü kullanılarak, iki eşdeğer yarı için korelasyon 0,48 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Sperman Brown formülü ile düzeltilerek tüm testin güvenilirlik katsayısı 0,65 olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda ayrıca, madde analizi yapılmıştır. Madde analizindeki temel amaç, test maddelerinin bilenle bilmeyen öğrenciyi ayırt edip etmediğini ve işlerliğini ortaya çıkarmaktır (Turgut, 1992; Özçelik, 1997). Her bir test maddesinin ayırt edicilik ve madde gücü değeri Tablo 2’te sunulmuştur.

Madde istatistiklerine göre testin güvenilirlik katsayısı Kuder-Richardson (KR-20) formülüne göre tekrar hesaplandığında 0,72 elde edilmiştir. Bir testin güvenilirlik hesaplamasında her iki yöntemin de kullanılabilmesi belirtilmektedir (Linn & Gronlund, 1995). Elde edilen veriler (Tablo 2) ve öğrencilerden gelen görüşler doğrultusunda test maddeleri tekrar gözden geçirilerek düzenlenmiştir. Testin son hali Ek’te verilmiştir.

**Tablo 2.** Üst ve Alt Gruptaki Öğrencilerin Doğru Yanıt Sayısına Göre Madde Analizi

Soru No	$d_{\bar{u}}$	$d_a$	$p$	$d$	Sonuç
1	11	3	0,34	0,41	Çok iyi
2	4	0	0,10	0,19	Kullanılmamalı
3	11	1	0,30	0,50	Çok iyi
4	5	0	0,12	0,24	Kullanılabilir
5	6	1	0,17	0,22	Kullanılabilir
6	4	0	0,09	0,18	Kullanılmamalı
7	10	5	0,37	0,23	Kullanılabilir
8	15	6	0,51	0,41	Çok iyi
9	10	3	0,33	0,29	Kullanılabilir
10	16	3	0,43	0,59	Çok iyi
11	14	7	0,49	0,35	İyi
12	21	14	0,80	0,32	İyi
13	12	6	0,46	0,28	Kullanılabilir
14	16	11	0,63	0,26	Kullanılabilir
15	18	4	0,58	0,62	Çok iyi
16	16	3	0,49	0,64	Çok iyi
17	9	1	0,24	0,38	İyi
18	7	2	0,23	0,23	Kullanılabilir
19	8	2	0,27	0,31	İyi
20	4	0	0,10	0,21	Kullanılabilir

$d_{\bar{u}}$ : Üst gruptaki öğrencilerin doğru yanıt sayısı  
 $d_a$ : Alt gruptaki öğrencilerin doğru yanıt sayısı

$p$ : Madde güçlüğü  
 $d$ : Maddenin ayırt ediciliği

**f-Verilerin Analizi:** Açıklamalı-çoktan seçmeli testin uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla test 42 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama sonucu öğrencilerin verdikleri yanıtlar doğru seçenek (DS), yanlış seçenek (YS) ve boş kategorilerine göre sınıflandırılmıştır. Test maddelerinin açıklama kısımlarına öğrencilerin verdikleri yanıtlar incelenerek, en sık belirtilen yanlış içerikli örnek ifadelerden bazıları bulgular bölümünde sunulmuştur.

## BULGULAR

Son olarak testin 42 Fen Bilgisi öğretmen adayına uygulanmasıyla elde edilen yanıtlar yüzde ve frekanslar halinde düzenlenerek Tablo 3 ve 4’de sunulmuştur. Bunun yanında öğrencilerin soruların açıklama kısımlarına yazdıkları yanıtlardan kavram yanlışlığı içeren örnek ifadeler verilmiştir.

**Tablo 3.** Öğrencilerin Newton’un I. Ve II. Hareket Kanunu İle İlgili Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Oranı

Soru No	DS		YS		Boş		Kavram Yanılgısı İçeren Öğrenci Yanıtları
	f	%	f	%	f	%	
1	14	33	28	67			“İtme, çekme, basınç, hareket, momentum ve enerji kavramlarının bir kısmı bana bir kuvvetin sonucunda gerçekleşmiş gibi, bir kısmı da kuvvet uygulayabilecek potansiyele sahip gibi geliyor.”
2	7	17	35	83			“1. durumda, sarkaç topunun sola doğru yönelmesi için F kuvvetinin sola doğru olması gerekir. (devamı aşağıda)”

Tablo 3 Devamı...

3	17	40	25	60			“Hızın sabit olabilmesi için kuvvet 10N’dan büyük olmalıdır.” “Bir cisim her zaman daha yukarı kaldırabilmek için kuvvet büyür, çünkü yükseklik artmaktadır.”
4	5	12	37	88			“C noktasında durduğu için kuvveti sıfırdır. B noktasında ise C’ ye çıkabilmesi için fırlatma kuvvetine ihtiyaç vardır.”
5		41	98	1	2		“Yerçekimi kuvveti ve fırlatma kuvvetinin bileşkesi hareket yönünde etki eder.”
6	2	5	40	95			“Topun yükselmesini yerin tepki kuvveti sağlar.” “Yerin tepkisinden sonra yerçekimine karşı koyabildiği kadar yükselecektir.”
7	15	36	27	64			“Top en üst noktada olduğundan dolayı kuvvet yoktur.” “C’ den sağa doğru hareketini sağlayacak bir kuvvet ve yerçekimi kuvveti etki eder.”
8	15	36	26	62	1	2	“Net kuvvet sabittir. Çünkü adamın hızı sabittir.” “Kaykayı adamın ağırlığı etkiler ve bu kaykay sabit hızla gidebiliyorsa sürtünme kuvveti gittikçe artar.”
9	3	7	39	93			“Cismin hareket yönünde itme kuvveti vardır.” “B noktasında hareket ettiği için belirli bir kuvvet vardır. C’ de durduğu için net kuvvet sıfırdır.”
10	14	33	28	67			“Cisme etki eden kuvvet sabit olduğu için hız da sabittir.” “Blok sürtünmeli zemine gelince uygulanan kuvvet sürtünme kuvvetine eşit olduğu için blok durur.”
11	22	53	19	45	1	2	“Yer çekimi olmadığından kuvvet yoktur.” “Ayda yerçekimi olmadığından dolayı yukarı doğru hareket eder.”

Testin 1. maddesinde öğrencilerin %33’ü doğru yanıtı, %67’si yanlış yanıtı işaretlemişlerdir. Kavram yanlışlığı içeren bu yanlış yanıtları işaretleyen öğrenciler basınç, hareket, momentum ve enerji kavramlarının kuvvetin etkisi ile oluşmasından dolayı bu kavramların kuvvet ifadesi olarak kullanılabileceğini düşünmektedirler. Testin 2. maddesinde öğrencilerin %83’ü yanlış yanıt vermişlerdir. Öğrencilerin çoğu örnek olarak verilen şu ifadedeki gibi düşünmektedirler: “1. durumda, sarkaç topunun sola doğru yönelmesi için F kuvvetinin sola doğru olması gerekir. II. durumda, yerçekiminin olmasından dolayı top bir iple ancak dengelenmiştir. Eğer sıfır olsaydı ip kesildiğinde top havada kalırdı. III. Durumda, sarkaç topunun sağa doğru yönelmesi için F kuvvetinin sağa doğru olması gerekir.”

5., 6. ve 9. maddelerde kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranının %90’ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu öğrencilerin çoğunun hareketi başlatan kuvvetin hareket süresince etki etmeye devam ettiği yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir. 7. ve 10. maddelerde öğrencilerin hareket yoksa kuvvet yoktur veya kuvvet yoksa hareket yoktur şeklinde yanlışlıklara sahip oldukları belirlenmiştir.

**Tablo 4.** Öğrencilerin Newton'un III. Hareket Kanunu İle İlgili Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Oranı

Soru No	DS		YS		Boş		Kavram Yanılgısı İçeren Öğrenci Yanıtları
	f	%	f	%	f	%	
12	36	86	5	12	1	2	“Duvara uygulanan kuvvet adamın ağırlığının bir bileşenidir.” “Kuvvet uygulanıyorsa mutlaka bir konum değişikliği olması gerekir.”
13	25	60	16	38	1	2	“Kuvvetlerin eşit olabilmesi için aynı yönlü ve aynı büyüklükte olmak zorundadırlar.” “Masa üzerinde duran bir nesneye yer tepki kuvveti uygular.”
14	25	60	17	40			“Ali daha ağır olduğu için daha büyük bir kuvvet uygular.”
15	19	45	22	53	1	2	“A daha ağır olduğundan daha büyük bir kuvvet uygular.” “Hareket B' ye doğru olduğundan, A kütlesi B' yi hareket ettirmek için daha fazla kuvvet uygular.”
16	22	52	20	48			“A daha ağır olduğu için daha büyük bir kuvvet uygular.” “A aşağıya doğru sadece kendi mg' sini uygular, B ise aşağıya uygulanan A+B' nin mg' sini yukarı uygular.”
17	11	26	27	64	4	10	“A daha fazla kuvvet uygular. Çünkü belli bir hızı vardır.” “A, B' ye çarptığı için B bir kuvvet uygulamaz.”
18	10	24	30	71	2	5	“Ali daha kuvvetli fırlattığı için onun bilyesinin uyguladığı kuvvet daha büyüktür.”
19	10	24	26	62	6	14	“Hareket A yönünde olduğu için B' yi hareket ettirmek için A daha fazla kuvvet uygular.” “Temas etmedikleri için birbirlerine kuvvet uygulamazlar.”
20	1	2	38	91	3	7	“F kuvvetini uygulayan Ali' dir.”

Newton'un üçüncü yasasına yönelik bu sorularda öğrencilerin özellikle etkileşen iki nesneden hareketli olanın, hızı daha fazla olanın veya büyük olanın daha fazla kuvvet uygulayacağı şeklinde yanılgıları olduğu anlaşılmaktadır. 19. ve 20. sorularda etkileşen nesnelere arasında ip olması öğrencileri kavram yanılgılarına götürmüştür. Öğrencilerin ip nedeniyle nesnelere birbirlerine bir kuvvet uygulayamayacaklarını düşündükleri veya kuvveti iletenin ip olduğunu düşünemedikleri belirlenmiştir.

## TARTIŞMA

Kavramsal anlamayı ölçmeye yönelik olan bu testte sayısal işlem gerektiren sorular değil öğrencilerin yorum yapma yeteneklerine yönelik kavramsal anlamayı gerektiren sorulara yer verilmiştir. Çünkü öğrencilerin matematiksel ve formül temelli soruları çözebilmeleri onların kavramı anladıkları anlamına gelmediği ifade edilmektedir (Nakhleh & Mitchell, 1993; Case & Fraser, 2001). Değerlendirme yapılırken ise genellikle nicel problemler kullanıldığı ve nitel problemlere ise yok denecek kadar az yer verildiği belirtilmektedir (Albacte & VanLehn, 2000). Buna karşın öğrencilerin kavramsal anlamalarının gelişimini belirlemek ancak kavramsal temelli sorularla mümkündür. Bu nedenle Newton'un Hareket Kanunları ile ilgili testte sayısal işlem gerektiren hiçbir soruya yer verilmeyerek öğrencilerin bilimsel problem çözme ve yorum yapma yeteneklerinin ön plana çıkması sağlanmaya çalışılmıştır.

Testin güvenilirliğinin hesaplanmasında iki eşdeğer yarıya bölme yöntemi kullanılmıştır. Uygulama aynı zamanda aynı grupta yapıldığından şans faktörüne dayalı hatalar ve öğrencinin zamanla değişen davranışlarından kaynaklanabilecek hatalar giderilmiş olduğundan bu yöntemin kullanılmasının uygun olduğu belirtilmektedir (Linn & Gronlund, 1995; Tekin, 2000; Çepni, 2005). Bu yöntemin uygulanabilirliğini sağlamak amacıyla benzer soruların tek ve çift olarak homojen dağılımı sağlanmıştır. Buna karşın konu ile ilgili kavram yanlışlarının çokluğunun, bunları belirlemeye yönelik soruların çeşitliliğinin ve testin 20 soru ile sınırlandırılmasının güvenilirliği etkilediği düşünülebilir. Bunun yanında madde istatistiklerine göre testin güvenilirlik katsayısı Kuder-Richardson formülü (KR-20) uygulanarak tekrar hesaplandığında elde edilen 0,72 değerinden testin güvenilir olduğu düşünülebilir. Sınırlı sayıdaki bir örnekleme uygulanması sonucu geliştirilmeye çalışılan bu testin uygulanabilirliği daha geniş bir örnekleme tekrarlanabilir. Böylece testin güvenilirliği daha da artabilir.

Öğrencilerin testte işaretledikleri seçeneği işaretleme sebebini açıklamaları, araştırmacıların kavram yanlışlarının altında yatan sebepleri inceleyebilmeleri bakımından önemli görülmektedir. Bu nedenle testin pilot uygulaması araştırmacıları daha doğru ve uygulanabilir yol olduğu düşünülen açıklamalı-çoktan seçmeli bir testin hazırlanmasına götürmüştür. Son uygulamada öğrencilerin daha anlaşılır yanıtlar vermesinden soruların amacına uygun olarak hazırlandığı sonucuna varılabilir. Literatürde oldukça yaygın bir kullanım alanına sahip olan FCI, yani “Kuvvet Kavramı Envanteri” geliştirilirken bu araştırmada olduğu gibi bir yol izlenmiştir. Ancak, bir dizi uygulamadan sonra testin açıklama kısımlarının kullanılmasına gerek olmadığına karar verilmiştir. Bunun nedeni, öğrencilerin işaretledikleri seçeneği açıklama kısımlarında tekrarladıklarının belirlenmesidir (Savinainen & Scott, 2002). Zaman zaman bu araştırmadaki testte de öğrencilerin işaretledikleri seçeneklerdeki ifadeleri açıklama kısımlarına yazdıkları belirlenmiştir. Bu durumun seçeneklerdeki ifadelerin uzun olmasından veya öğrencilerin konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmamalarından kaynaklanabilir.

Yukarıdaki olayla ilgili başka bir durum, öğrencilerin soruların açıklama kısımlarına zaman zaman seçimlerinin nedenini yazmamalarıdır. Bunun nedeni sorulduğunda öğrenciler, yanıtın seçenekte açık olduğunu ve açıklama yazsalar bile aynı ifadeleri yazacaklarını belirtmişlerdir. Bu durum, testin çoktan seçmeli hale dönüştürülürken öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlardan yararlanılmasından kaynaklanabilir.

Testin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla yapılan son uygulamada fen bilgisi öğretmen adaylarının Newton yasaları ile ilgili oldukça fazla kavram yanlışına sahip oldukları belirlenmiştir. Newton’un üçüncü yasasına yönelik bu sorularda öğrencilerin özellikle etkileşen iki nesneden hareketli olanın, hızı daha fazla olanın veya büyük olanın daha fazla kuvvet uygulayacağı şeklinde yanlışları olduğu anlaşılmaktadır. Bu araştırmada belirlenen bazı kavram yanlışları Kurt ve Akdeniz (2004a), tarafından daha önce benzer bir örnekleme yürütülen çalışmanın sonuçları ile oldukça benzerlik göstermektedir.

Testin 2. maddesine öğrencilerin %83’ü yanlış yanıt vermişlerdir. Buradan öğrencilerin “*Hareket ne yöne ise kuvvet de o yöndedir*” yanlışına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Trumper ve Gorsky (1996) fizik öğretmen adaylarının en uçta sarkaç topuna hareket yönünde bir kuvvet vektörü çizdiklerini belirtmişlerdir. Clement (1982), öğrencilerin net kuvvete ters yönde hareketin olabileceğini kabul etmekte zorlandıklarını ifade etmiştir.

Testte belirlenen önemli yanlışlardan biri, çoğu öğrencinin hareket süresince hareketi başlatan kuvvetin etki ettiğini düşünmesidir. Watts ve Zylbersztajn (1981)

tarafından yürütülen bir araştırmada, lise son sınıf öğrencilerin %85'inin havaya fırlatılan bir taşa adamın elinden çıktıktan sonra da hareket yönünde bu fırlatma kuvvetinin etki etmeye devam ettiğini düşündükleri belirlenmiştir. Hareketi sürdürmek için bir kuvvetin gerekli olduğu fikrinin öğrenciler arasında yaygın olduğu görülmektedir (Jimoyiannis & Komis, 2003; Sadanand & Kess, 1990; Gilbert & Watts, 1983; Whitaker, 1983; Osborne & Freeman, 1989).

Testin 14. ve 15. maddelerine verilen yanıtlar öğrencilerin yaklaşık % 50'sinin hareket eden sistemlerde etki-tepki kuvvetlerinin eşit olmayacağı fikrine sahip olduklarını göstermektedir. Bu öğrenciler etkileşim halindeki nesnelere daha ağır olanın veya hareketli olanın daha büyük kuvvet uygulayacağını düşünmektedirler. 17. maddeye öğrencilerin %64'ü yanlış yanıt vermişlerdir. Newton'un üçüncü yasası ile ilgili yürütülen benzer araştırmalar, birçok öğrencinin daha ağır veya daha hızlı olanın kafa kafaya çarpışmalarda daha küçük olana daha fazla kuvvet uygulayacağını düşündüklerini göstermiştir (Brown, 1989; Maloney, 1984; Montanero vd., 1995).

Üniversite birinci sınıf öğrencilerinde kavram yanlışlarının bu kadar yüksek oranda olması onların öğretime başlamadan önce ön bilgilerinin belirlenmemesi ve yeni öğretimin yanlış bilgiler üzerine kurulmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

## SONUÇLAR

Testin uygulanması sonucu elde edilen bulgular öğrencilerin kavramlarla ilgili düşüncelerini oldukça ayrıntılı bir şekilde ortaya koymuştur. Bu durum, her çoktan seçmeli test maddesinden sonra öğrencilerden o seçeneği niçin işaretlediğini açıklanmasının istenmesinin sonucu olarak düşünülebilir. Buna paralel olarak öğrencilerin test maddelerinin seçeneklerini oldukça açıklayıcı bulmaları, seçenekler oluşturulurken öğrencilerin açık uçlu sorulara yazdıkları yanıtlardan yararlanarak literatürün geniş bir şekilde taranmasından kaynaklanabilir.

Öğrencilerin kuvvet kavramının momentum, hareket, enerji ve basınç gibi kavramlarla eş ifadeler olduğunu düşünmesi, günlük hayatta kullanılan dilin fizikte kullanılan dille çoğu zaman uyuşmamasının sonucu olarak düşünülebilir.

Öğrencilerin çoğunun hareketi başlatan kuvvetin hareket süresince etki etmeye devam ettiğini, hareket yoksa kuvvet yoktur veya kuvvet yoksa hareket yoktur şeklinde düşünceleri, zihinlerinde hareket ve kuvvet kavramlarını ayrı ayrı değerlendirememelerinden kaynaklanabilir. Kuvvet kavramı tarihte de Newton'a kadar, cisimlerin hareket durumları ile ilişkilendirilerek tanımlanmıştır (Stinner, 1994).

Araştırmada "Eğer bir nesne hareket ediyorsa hareket yönünde ona etki eden daima bir kuvvet vardır", "İki nesne çarpıştıklarında hareketli olan nesne duran nesneye daha büyük bir kuvvet uygular" gibi yanlışlar belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlarının nedeninin, öğretmen adaylarının konu ve kavramları yüzeysel olarak, geçici bir süre zihinlerinde tutmaları ve anlamlaştıramamaları olduğu düşünülebilir.

Öğrencilerin etkileşen nesnelere arasındaki etki-tepki kuvvetlerini nesnelere hareket durumları ile ilişkilendirmesi onların kuvvetle hareket arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Bu durumda, öğrencilerin Newton'un I. ve II. yasası ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının onların Newton'un III. Yasası ile ilgili olayları açıklarken yanlışlı ifadeler kullanmalarına neden olabilir. Buradan öğrencilerin, etki-tepki kuvvetlerini iç kuvvetler olarak düşünemedikleri ve iç kuvvetlerin hareket ettirici etkisi olmadığını bilmedikleri sonucuna varılabilir.

## ÖNERİLER



Zaman zaman yürütülen benzer araştırmalar kavram yanılığlarının azalmadığını ve hatta çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum dikkate alınarak öğrencilerin belli aralıklarda çeşitli kavramlarla ilgili düşüncelerini belirlemeye yönelik testlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu araştırmada geliştirilen testin uygulanmasıyla öğretmen adaylarının hem kavram yanılığlarının hem de niçin bu şekilde düşündüklerinin belirlenebileceği düşünülmektedir. Böylece, öğretim faaliyetleri elde edilen sonuçlara göre daha iyi düzenlenebilecektir.

Bu araştırmadaki testin açıklama kısımlarını içermesine rağmen öğrencilerin yeterince fikirlerini açıklamadıkları görülmüştür. Bu nedenle, öğrencilerin kavramlar hakkındaki düşüncelerini daha ayrıntılı bir şekilde belirlemek için testten elde edilen veriler doğrultusunda mülakatların yürütülmesi gerektiği düşünülmektedir.

Fizik öğretimi süresince kavramlar arası ilişkiler daha net bir şekilde ortaya konulmalıdır. Böylece kavramların birbirine karıştırılması ve buna bağlı olarak ortaya çıkabilecek yanılığlar önlenabilir.

**KAYNAKLAR**

- Albacte, P. C. & VanLehn, K. (2000). The Conceptual Helper: An Intelligent Tutoring System for Teaching Fundamental Physics Concepts. *Lecture Notes in Computer*, 1839, 564-573.
- Boeha, B. B. (1990). Aristotle, Alive and Well in Papua New Guinea Science Classrooms. *Physics Education*, 25, 280-283.
- Brown, D.E. (1989). Students' Concept of Force: The Importance of Understanding Newton's Third Law. *Physics Education*, 24, 353-358.
- Case, M.J. & Fraser, M.D. (2001). An Investigation into Chemical Engineering Students' Understanding of the Mole and the Use of Concrete Activities to Promote Conceptual Change. *International Journal of Science Education*, 21 (12): 1237-1249.
- Çepni, S. (2005). **Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş**. Trabzon: Üçyol Kültür Merkezi.
- Clement, J. J. (1982). Students' Preconceptions in Introductory Mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.
- Dekkers, P.J.J.M. & Thijs, G.D. (1998). Making Productive Use of Students' Initial Conceptions in Developing the Concept of Force. *Science Education*, 82, 31-51.
- Demircioğlu, G. (2003). Lise II Asitler ve Bazlar Ünitesi İle İlgili Rehber Materyal Geliştirilmesi Ve Uygulanması. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Trabzon.
- Demircioğlu, H. (2002). Sınıf Öğretmen Adaylarının Bazı Temel Kimya Kavramlarını Anlama Düzeyleri Ve Karşılaşılan Yanılgılar. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon.
- Eryılmaz, A. & Tatlı, A. (1999). ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları, **III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, (s. 103-108), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Eryılmaz, 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.
- Gilbert, J.K. & Watts, D.M. (1983). Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
- Gilbert, J.K., Watts, D.M. & Osborne, R.J. (1982). Students' Conceptions of Ideas in Mechanics. *Physics Education*, 17, 62-66.
- Halloun, I. A. & Hestenes, D. (1985). Common Sense Concepts about Motion. *American Journal of Physics*, 53 (11), 1056-1065.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in Physics amongst South African Students. *Physics Education*, 15, 92-105.
- Hewson, M. G. & Hewson, P. W. (2003). Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies on Science Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 86-98.
- Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2003). Investigating Greek Students' Ideas about Forces and Motion. *Research in Science Education*, 33, 375-392.
- Küçüközer, H. (2004). Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Olarak Geliştirilen Öğretim Modelinin Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devrelerine İlişkin Kavramsal Anlamalarına Etkisi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*, Balıkesir.

- Kurt, Ş. & Akdeniz, A.R. (2004a). Farklı Düzeylerdeki Öğrencilerde Kuvvet Kavramı İle İlgili Yanılgılar. **XII. Eğitim Bilimleri Kongresi Bildiriler Kitabı**, Cilt III (s.1931-1950), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kurt, Ş. & Akdeniz, A.R. (2004b). Öğretmen Adaylarının Kuvvet Kavramı İle İlgili Yanılgılarını Gidermede Keşfedici Laboratuvar Modelinin Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 196–205.
- Linn, J.E. & Gronlund, M.A. (1995). **Measurement and Assessment in Teaching**. New Jersey: Prentice-Hall.
- Maloney, D.P. (1984). Rule-governed Approaches to Physics: Newton's third law. *Physics Education*, 19, 37-42.
- Merriam, S. B. (1998). **Qualitative Research and Case Study Applications in Education**. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Montanero, M., Perez, A. L. & Suero, M. I. (1995). A Survey of Students' Understanding of Colliding Bodies. *Physics Education*, 30, 277-283.
- Montanero, M., Suero, M. I., Perez, A. L. & Pardo, P. J. (2002). Implicit Theories of Static Interactions between Two Bodies. *Physics Education*, 37 (4): 318-323.
- Nakhleh, M.B. & Mitchel, R.C. (1993). Concept Learning Versus Problem Solving: Is There A Difference? *Journal of Chemical Education*, 64 (6): 508-510.
- Oliva, J. M. (1999). Structural Patterns in Students' Conceptions in Mechanics. *International Journal of Science Education*, 21 (9): 903-920.
- Osborne, J. & Freeman, J. (1989). **Teaching Physics: A Guide for the Non-Specialist**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Osborne, R.J. & Wittrock, M.C. (1983). Learning Science: A Generative Process. *Science Education*, 67 (4): 489-508.
- Özçelik, D. A. (1997). **Test Hazırlama Kılavuzu**. 3. Baskı. Ankara: ÖSYM yayınları.
- Sadanand, N. & Kess, J. (1990). Concepts in Force and Motion. *The Physics Teacher*, 28, 530–533.
- Savinainen, A. & Scott, P. (2002). The Force Concept Inventory: A Tool for Monitoring Student Learning. *Physics Education*, 37 (1): 45-52.
- Stinner, A. (1994). The Story of Force: From Aristotle to Einstein. *Physics Education*, 28, 77-85.
- Tekin, H. (2000). **Eğitimde Ölçme Ve Değerlendirme**. Ankara : Yargı Yayınevi.
- Trumper, R. & Gorsky, P. (1996). A Cross-College Age Study about Physics Students' Conceptions of Force in Pre-Service Training For High School Teachers. *Physics Education*, 31, 227-236.
- Trumper, R. (2003). The Need for Change in Elementary School Teacher Training a Cross-College Age Study of Future Teachers' Conceptions of Basic Astronomy Concepts. *Teaching and Teacher Education*, 19, 309-323.
- Turgut, F. (1992). **Eğitimde Ölçme Ve Değerlendirme Metotları**. Dokuzuncu Baskı, Ankara: Saydam Matbaacılık.
- Watts, D.M. & Zylbersztajn, A. (1981). A Survey of Some Children's Ideas about Force. *Physics Education*, 16, 360-365.
- Whitaker, R. J. (1983). Aristotle is Not Dead: Student Understanding of Trajectory Motion. *American Journal of Physics*, 51 (4): 352-357.

## Ek: Newton'un Hareket Kanunları İle İlgili Kavramsal Anlama Testi

Aşağıdaki sorularda;

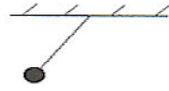
- Hava sürtünmesinden kaynaklanan kuvvetleri ve hava basıncını önemsemeyiniz.
- Hareket halindeki nesnelerin katı ve esnemez olduklarını kabul ediniz.
- “Açıklama” kısımlarına niçin o yanıtı seçtiğinizi kısaca açıklayınız.

1. Aşağıdaki kelimelerden hangisi tam bir kuvvet ifadesi olarak kullanılabilir?

- İtme, Basınç ve Çekme
- Enerji, Momentum ve Hareket
- İtme ve Çekme
- İtme ve Hareket
- İtme, Basınç, Çekme, Enerji, Momentum ve Hareket

Açıklama:

2. Aşağıdaki üç pozisyon sarkaç topunun tam bir salınımını göstermektedir. Sarkaç topunun Şekil 1’de tam soldaki, Şekil 2’de tam ortadaki ve Şekil 3’te tam sağdaki pozisyonu verilmiştir. Üç pozisyonun her birinde eğer varsa sarkaç topuna etki eden **net kuvveti** aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olarak açıklamaktadır?



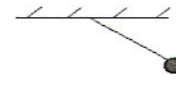
Şekil 1

Şekil 1



Şekil 2

Şekil 2



Şekil 3

Şekil 3

- |                                    |                                 |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| a) Sola doğru bir F kuvveti        | Aşağıya doğru yerçekimi kuvveti | Sağa doğru bir F kuvveti        |
| b) Aşağıya doğru yerçekimi kuvveti | Aşağıya doğru yerçekimi kuvveti | Aşağıya doğru yerçekimi kuvveti |
| c) Sola doğru bir F kuvveti        | Net kuvvet sıfır                | Sağa doğru bir F kuvveti        |
| d) Sağa doğru bir F kuvveti        | Net kuvvet sıfır                | Sola doğru bir F kuvveti        |
| e) Sağa doğru bir F kuvveti        | Yukarıya doğru ip gerilimi      | Sola doğru bir F kuvveti        |

Açıklama:

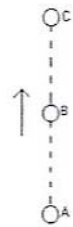
3. Bir öğrenci 10N ağırlığındaki bir tuğlayı avucunda tutarak dikey olarak yukarı doğru sabit bir hızla yükseltmektedir. Öğrencinin tuğlaya uygulaması gereken kuvvetin büyüklüğü,

- 10N’dur ve zamanla sabittir
- Sıfırdan büyük fakat 10N’dan daha azdır ve zamanla sabittir
- 10N’dan daha büyüktür ve zamanla sabittir
- Her zaman 10N’dan daha büyüktür ve zamanla artar
- Sıfırdır

Açıklama:

4. Şekildeki gibi A noktasından havaya doğru dikey olarak fırlatılan bir top en fazla C’ye kadar çıkabilmektedir. Daha sonra top aynı yolu izleyerek atıldığı noktaya (A’ya) düşmektedir. Buna göre yükselirken topa B ve C noktalarında etkiyen **net kuvvet** aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

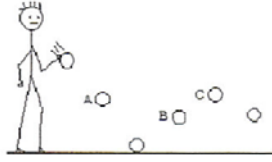
- | B noktasında        | C noktasında |
|---------------------|--------------|
| a) mg               | kuvvet yok   |
| b) mg               | mg           |
| c) Fırlatma kuvveti | mg           |
| d) kuvvet yok       | kuvvet yok   |
| e) Fırlatma kuvveti | kuvvet yok   |



Açıklama:

**Aşağıdaki 5, 6 ve 7 numaralı soruları verilen şekle göre cevaplandırınız.**

Şekilde, elindeki tenis topunu yere fırlatan bir çocuk görülmektedir. Top yere çarptıktan sonra C'ye kadar yükselebilmektedir. Buna göre;



5. Düşerken (A noktasında) topa etki eden **net kuvvet** ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?
- F fırlatma kuvveti
  - Yerçekimi kuvveti
  - Kuvvet yok
  - F fırlatma kuvveti ve yerçekimi kuvvetinin bileşkesi
  - Hiçbiri

Açıklama:

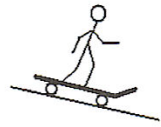
6. Yerden yükselirken (B noktasında) topa etki eden **net kuvvet** ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi **doğrudur**?
- Topun yükselmesini sağlayacak hareket yönünde bir  $F=ma$  kuvveti
  - Yerin tepki kuvveti ve yerçekimi kuvvetinin bileşkesi
  - Kuvvet yok
  - Yerin tepki kuvveti
  - Yerçekimi kuvveti

Açıklama:

7. Tam tepe noktasındayken (C noktasında) topa etki eden **net kuvvet** ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi **doğrudur**?
- Yerçekimi kuvveti
  - Kuvvet yok
  - Yerin tepki kuvveti ve yerçekimi kuvvetinin bileşkesi
  - Topun düşmesini sağlayacak bir  $F=ma$  kuvveti
  - Hiçbiri

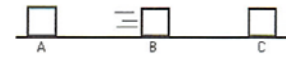
Açıklama:

8. Bir adam yokuştan aşağıya kaykayıyla gelmektedir. Adamın hızı değişmemektedir. Buna göre, kaykaya etkiyen **net kuvvet** ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **doğrudur**?
- Kaykaya etkiyen net kuvvet sıfırdır. Çünkü adamın hızı sabittir.
  - Kaykaya etkiyen net bir kuvvet olmalıdır. Çünkü adam hareket etmektedir.
  - Kaykaya etkiyen net bir kuvvet olmalıdır. Çünkü adamın ağırlığının yatay bileşeni vardır.
  - Kaykaya etkiyen net kuvvet sabittir. Çünkü kaykayın hızı sabittir.
  - Kaykaya etkiyen net kuvvet sürtünme kuvvetinden büyük olduğu için adam kayabilmektedir.



Açıklama:

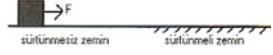
9. Şekilde, A noktasından itilerek bırakılan bloğun zemin üzerindeki hareketi görülmektedir. Bir süre hareket eden blok C'de durmuştur. Buna göre, zeminde kayarken (B noktası) ve durduğunda (C noktasında) bloğa etki eden **net kuvvet** ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi **doğrudur**?



- | <b>B noktasında</b>                              | <b>C noktasında</b> |
|--|---------------------|
| a) İtme kuvveti ve sürtünme kuvvetinin bileşkesi | Net kuvvet sıfır    |
| b) Sürtünme kuvveti                              | Net kuvvet sıfır    |
| c) Sürtünme kuvveti                              | Sürtünme kuvveti    |
| d) İtme kuvveti                                  | Net kuvvet sıfır    |
| e) İtme kuvveti                                  | Sürtünme kuvveti    |

Açıklama:

10. Şekildeki bloğa sabit bir  $F$  kuvveti uygulanmaktadır. Sürtünmeli zemine geldiğinde bloğa uygulanan kuvvetle sürtünme kuvveti eşit olmaktadır. Bu durumda sürtünmesiz ve sürtünmeli zeminde bloğun hızı nasıl değişmektedir?



**Sürtünmesiz zemin**

- a) Hız artar
- b) Hız sabit
- c) Hız artar
- d) Hız artar
- e) Hız sabit

**Sürtünmeli zemin**

- Blok yavaşlayarak durur
- Hız sabit
- Hız sabit
- Hız azalır
- Blok durur

Açıklama:

11. Yandaki şekil aydaki bir araştırmacının elindeki anahtarı bıraktığı anı göstermektedir. Bu andan sonra anahtara nasıl bir kuvvet etki edecektir?



- a) Sağa doğru b) Yukarı doğru c) Kuvvet yoktur d) Aşağıya doğru e) Sola doğru

Açıklama:

12. Bir adam şekildeki gibi bir duvara dayanmıştır. Duvar hareket etmediğine göre aşağıdaki durumlardan hangisi **yanlıştır**?



- a) Adam duvara bir kuvvet uygular
- b) Adamın ağırlığı duvara uyguladığı kuvveti etkilemez
- c) Adam duvarı hareket ettiremezse bile bir kuvvet uyguladığı söylenebilir
- d) Duvar hareket etmediği için duvara etkiyen bir kuvvet yoktur
- e) Duvarın tepki kuvveti adamın uyguladığı kuvvete eşittir

Açıklama:

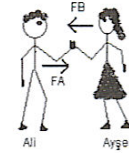
13. Şekildeki gibi sürtünmesiz bir masa üzerinde duran kutuya etki eden kuvvetler için aşağıda yazılanlardan hangisi **yanlıştır**?



- a) Etki kuvveti masaya, tepki kuvveti kutuya etki eder
- b) Normal kuvveti yerin kutuya uyguladığı tepki kuvvetidir
- c) Normal ve ağırlık kuvvetleri kutuyu dengede tutar
- d) Normal ve ağırlık kuvvetleri eşit ve zıt yönlüdürler
- e) Kutunun etki kuvvetini karşılayacak bir tepki kuvveti oluşmazsa masa kırılır

Açıklama:

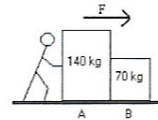
14. Ali ile Ayşe şekildeki gibi birbirlerini itmektedirler ve hareketsizdirler. Ayşenin kilosu 45 kg, Ali'ninki ise 60 kg'dır. Ali'nin Ayşe'ye uyguladığı kuvvet  $F_A$ , Ayşe'nin Ali'ye uyguladığı kuvvet ise  $F_B$ 'dir. Buna göre  $F_A$  ile  $F_B$  arasındaki ilişkiyi aşağıdakilerden hangisi doğru olarak belirtmektedir?



- a)  $F_A$ ,  $F_B$ ' den daha büyüktür
- b)  $F_B$ ,  $F_A$ ' dan daha büyüktür
- c)  $F_A$ ,  $F_B$ ' ye eşittir
- d)  $F_A$  ile  $F_B$  birbirlerini yok ederler
- e) Hiçbiri

Açıklama:

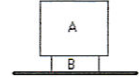
15. Şekildeki adam yan yana duran A (140kg) ve B (70kg) bloklarını sağa doğru bir  $F$  kuvveti uygulayarak itmektedir. Sürtünme olmadığına göre A bloğunun B'ye, B bloğunun A'ya uyguladığı kuvvetler arasındaki ilişkiyi aşağıdakilerden hangisi doğru olarak belirtmektedir?



- a) Kuvvetler eşittir
- b) Yalnızca A bir kuvvet uygular
- c) Yalnızca B bir kuvvet uygular
- d) A daha büyük bir kuvvet uygular
- e) B daha büyük bir kuvvet uygular

Açıklama:

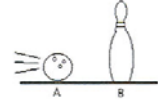
16. Şekilde gibi A (90kg) ve B (18kg) blokları üst üste durmaktadır. A bloğunun B bloğuna, B bloğunun A bloğuna uyguladığı kuvvet arasındaki ilişkiyi aşağıdakilerden hangisi doğru olarak belirtmektedir?



- a) A daha büyük bir kuvvet uygular  
b) B daha büyük bir kuvvet uygular  
c) Kuvvetler eşittir  
d) Yalnızca A bir kuvvet uygular  
e) İkisi de birbirine bir kuvvet uygulamaz

Açıklama:

17. Sürtünmesiz bir zeminde şekildeki gibi bir top lobuta çarpmaktadır. Çarpışma anında A'nın B'ye, B'nin A'ya uyguladığı kuvvet arasındaki ilişkiyi aşağıdakilerden hangisi doğru olarak belirtmektedir?



- a) A daha büyük bir kuvvet uygular  
b) B daha büyük bir kuvvet uygular  
c) İkisi de birbirine bir kuvvet uygulamaz  
d) Yalnızca A bir kuvvet uygular  
e) Kuvvetler eşittir

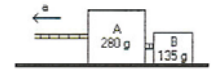
Açıklama:

18. Ali ile Ayşe aynı kütle ve büyüklükte olan bilyelerini birbirlerine doğru atıyorlar. Ali Ayşe'den daha güçlü olduğu için Ali'nin bilyesi daha hızlıdır. Sürtünme olmadığına göre bilyeler çarpıştığı anda aralarındaki kuvvetle ilgili aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- a) Kuvvetler eşittir  
b) Ali'nin bilyesinin uyguladığı kuvvet daha büyüktür  
c) Ali'nin bilyesinin uyguladığı kuvvet daha azdır  
d) Sayısal veriler olmadan bir şey söylenemez  
e) Hiçbiri

Açıklama:

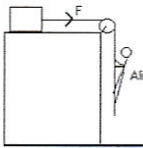
19. Şekildeki gibi sürtünmesiz bir yerde sola doğru çekilen bloklar a ivmesi ile hareket etmektedirler. Buna göre A bloğunun B'ye, B bloğunun A'ya uyguladığı kuvvet arasındaki ilişkiyi aşağıdakilerden hangisi doğru olarak belirtmektedir?



- a) A daha büyük bir kuvvet uygular  
b) B daha büyük bir kuvvet uygular  
c) Kuvvetler eşittir  
d) Yalnızca A bir kuvvet uygular  
e) İkisi de birbirine bir kuvvet uygulamaz

Açıklama:

20. Şekilde görüldüğü gibi, Ali'nin tuttuğu ipin bağlı olduğu blok zemin üzerinde kaymaktadır. Sürtünme olmadığına göre blok üzerine etki eden F kuvveti doğrudan aşağıdakilerin hangisi tarafından uygulanmaktadır?



- a) Ali b) Dünya c) Makara d) Zemin e) İp

Açıklama: