Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education) 41: 278-292 [2011]

DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET KONUSUNDA ÜÇ AŞAMALI KAVRAM YANILGISI TESTİ GELİŞTİRİLMESİ*

DEVELOPING THREE-TIRE MISCONCEPTION TEST ABOUT REGULAR CIRCULAR MOTION

Hasan Şahin KIZILCIK**, Bilal GÜNEŞ***

ÖZET: Bu araştırma, öğrencilerin düzgün dairesel hareket konusunda kavram yanılgılarına sahip olup olmadıklarını ve sahip oldukları kavram yanılgılarının ne derecede olduğunu tespit etmek için bir test geliştirmeyi amaçlamaktadır. Geliştirilen test, yedi maddeden ve üç-aşamalı olarak hazırlanmıştır. Testin ikinci aşaması, birinci maddede verilen cevabın nedeninin istendiği çoktan seçmeli ve muhtemel kavram yanılgılarını da içeren niteliktedir. Bu aşamada, seçenekler önceden 10 öğrenci ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakat sonucunda belirlenmiştir ve açık uçlu bir seçenek de bırakılmıştır. Testin KR–20 güvenilirlik katsayısı 68 öğrencinin katıldığı bir pilot uygulama ile hesaplanarak 0.68 olarak bulunmuştur. Test, 2005–2006 Eğitim-Öğretim yılında Gazi Eğitim Fakültesi'nde, çeşitli anabilim dallarında öğrenim gören toplam 286 öğretmen adayına uygulanmıştır. Sonuç olarak, önceden tahmin edilen kavram yanılgılarının öğrencilerde çeşitli oranlarda var olduğu görülmüştür. Öğrencilerde en fazla dairesel hareket esnasında hız ve kuvvet konularında kavram yanılgıları olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin, dairesel hareket ile merkezcil kuvvet arasında neden-sonuç ilişkisi kurmakta yanıldıkları görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Düzgün dairesel hareket, kavram yanılgısı, üç aşamalı test, fizik eğitimi.

ABSTRACT: This study aimed to develop a test which determined whether students have misconceptions about regular circular motion. The developed test has seven three-tiered items. The second phase of the test items is multiple-choice requiring the reason of the answer and it includes some possible misconceptions. In this phase, the choices determined as a result of the semi-structured interview with 10 students and there has been also remained an open ended choice. The reliability coefficient found as 0.68 by a pilot implication which 68 students attended. The test applied to 286 teacher candidates who are training in certain departments of Gazi Education Faculty in 2005-2006 academic years. As a result, it found that the students have misconceptions in certain levels which were estimated before. The students have misconceptions mostly about velocity and force at regular circular motion. Additionally, the students make out causal connection between circular motion and centripetal force.

Keywords: Regular circular motion, misconception, three-tire test, physics education.

1. GİRİŞ

Fen eğitimi, ülkelerin teknolojik açıdan gelişmesinde son derece önem taşımaktadır. Fen eğitiminin nasıl daha iyi yapılacağı ise toplumların başlıca cevap aradığı bir konudur. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, öğrencilerin fizik konularında başarılarını etkileyen bazı faktörler vardır. Bu faktörler kısaca; Matematik kabiliyetleri, cinsiyetleri, bilinçsel gelişme seviyeleri, problem çözme becerileri, kavram yanılgıları ve ön kavramları şeklindedir (Eryılmaz, 1992; Eryılmaz, 1996; Clement, 1982).

Yapılan çalışmalarda, bu faktörlerden biri olan öğrencilerin öğrenmeye önceden edindikleri bazı kavramlarla başladıkları görülmüştür. Bu kavramlar öğretim öncesi inanışlar olarak adlandırılmıştır. Bu inanışlardan bilimsel gerçeklerle uyuşmayan ve çelişenlere kavram yanılgıları adı verilmiştir (Gilbert ve Watts, 1983; Westbrook ve Marek, 1991). Kavram yanılgısını tam olarak tanımlamak gerekirse basitçe, halen kullanılmakta olan fiziksel teorilerle ve kanunlarla uyuşmayan, öğrencilerin bir kavram hakkında geliştirdikleri görüşleridir denilebilir (Clement, 1993). Bir yanılgı, bilimsel hatadan tamamen farklıdır. Çünkü yanılgı sahibi olan birey, sahip olduğu düşüncenin yanlış olduğunun farkında olmadığı gibi, bu düşüncenin kesinlikle doğruluğuna da inanmaktadır. Kavram yanılgıları, kişilerin olaylar hakkında bilimsel olarak tamamen yanlış olan fikir ve anlayışlardır. Kavram yanılgıları, kavram maskesi giymiştir; ancak maskenin arkasındaki kavram değil kavram

* Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi
** Araştırma Görevlisi, Gazi Üniversitesi, e-posta: hskizilcik@gazi.edu.tr
*** Profesör Doktor, Gazi Üniversitesi, e-posta: bgunes@gazi.edu.tr

görünümündeki yanılgıdır. Kavram yanılgıları, aynı olay ile ilgili gerçek kavramları gölgeler ve bulanıklaştırır, bu nedenle oldukça tehlikelidir. Bir konuda hiç bir kavrama ve bilgiye sahip olmamak, o konuda kavram yanılgısına sahip olmaktan çok daha iyidir. (Yağbasan ve diğerleri, 2005). Çünkü kavram yanılgıları bilgi düzeyinde olduklarında kolayca giderilebilir gibi görünse de doğru olarak bilindiği halde kavrama düzeyinde oluşmuş kavram yanılgılarının giderilmesi ve bilginin düzenli şekilde yapılandırılması büyük emek istemektedir (Can, Yaşadı ve diğerleri, 2006).

Öğrencilerin bu içgüdüsel inançlarını, Novak "ön kavramlar"; Driver ve Easley "alternatif kavramlar"; Helm "kavram yanılgıları"; Sutton "çocukların bilimsel içgüdüleri"; Gilbert, Watts ve Osborne "çocukların bilimi"; Halloun ve Hestenes "genel duyu kavramları"; Pines ve West ise "kendiliğinden oluşan bilgiler" olarak adlandırmışlardır. Öğrencilerin bilimsel gerçekler, modeller ve teoriler hakkında yanlış kavramları bulunabilir. Bu yanlış kavramlar için, kavram yanılgılarının yanı sıra literatürde yanlış algılamalar, alternatif kavramlar, ön kavramlar, alternatif çerçeveler, saf kavramlar, kişisel model ve anlık bilgiler gibi isimler de kullanılmaktadır (Eryılmaz ve Tatlı, 1999; Yağbasan ve diğerleri, 2005). Yukarıda verilen ifadeler detayda birbirinden farklı olmakla beraber, bu araştırmada kavram yanılgısı terimi kullanılacaktır.

Kavram yanılgıları, öğrenmenin önünde büyük bir engeldir. Bu yanılgıların tespit edilip, düzeltilmesi gerekmektedir. Bunları, düzeltmek için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Ancak, bu yanılgıların ne olduğu önceden tespit edilmezse, düzeltilmesi olanaksızdır. Bu amaçla, fen eğitiminin her alanında çeşitli çalışmalar yapılmış, çeşitli yöntemlerle tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunlardan en bilinenlerinden birinde (Hestenes, 1992) genel olarak mekanik kavramları ele alınmıştır.

Öğrencilerin en çok kavram yanılgısı sahibi oldukları konular arasında, Newton kanunlarının iki boyutlu bir uygulaması olan düzgün dairesel hareket konusu yer almaktadır. Hareketin iki boyutlu olması, ivmeli oluşu ve hız vektörünün değerinin sabit kalması öğrenciler tarafından anlaşılmayı zorlaştırmaktadır. Ayrıca, merkezcil kuvvet kavramı ve referans sistemlerinin farklılığından kaynaklanan yeni kavramların da ortaya çıkması anlaşılmayı daha da zorlaştırmaktadır. Bu konu geçmişte de tartışılmıştır (Lenzen, 1939; Hagenow, 1935). O dönemde karşılaşılan "merkezcil kuvvet" ile ilgili yanlış algılamaların halen sürdüğü açıkça görülmektedir. Problem çözümlerinde halen kavram yanılgılarına mahal veren bir eşitlik arayışı ile net kuvveti sıfırlama çabası vardır.

Kavram yanılgılarını belirlemek ve analiz etmek için, röportajlar (Bowen, 1994; Osborne ve Gilbert, 1980; Posner ve Gertzog, 1982; Sutton, 1980), serbest cevaplı ve çoktan seçmeli gibi kâğıt-kalem testleri, kavram haritaları (Novak ve Gowin, 1984), sözcük çağrışımı testleri (Sutton, 1980) veya bu yöntemlerin kombinasyonları kullanılmıştır. Birçok araştırmacıya göre, bu tür sözlü ve yazılı testlerin farklı avantajları vardır (Schimdt, 1997).

Kavram yanılgılarının tespit edilmesinde kullanılan bir diğer yöntem de üç aşamalı yazılı testlerdir (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Üç aşamalı testler, kavramsal bir soruya verilen cevabın nedenini inceler. Bunun yanında, öğrencilerin verdikleri cevabın doğruluğuna inanıp inanmadıklarını sorgular. Çünkü öğrenciler, sahip oldukları kavram yanılgılarının doğruluğuna inanırlar. Bu yüzden bu testler, kavram yanılgısını ölçmede yeni bir bakış açısı getirmiştir.

Düzgün dairesel hareket konusundaki kavram yanılgılarını tespit etmek bu yanılgıların düzeltilmesi açısından son derece önem taşımaktadır. Bu konuda var olup da lisans düzeyine kadar taşınmış olan yanılgılar ise en derin yanılgılar olmaktadır. Hele ki, fen ve matematik alanlarında öğretmen adayı olan, geleceğin öğretmeni bir bireyin bu konuda kendisinin kavram yanılgılarına sahip olmaması gerekir.

Bu çalışma, düzgün dairesel hareket konusunda üç aşamalı bir kavram yanılgısı testi geliştirmeyi; bunun yanında, geleceğin öğretmenlerinin bu test ile ölçülen yanılgılara sahip olup olmadıklarını tespit etmeyi amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

Araştırma deneme modelli bir araştırmadır. Yukarıda belirtilen amaçla geliştirilen ölçme aracı, 2005–2006 Eğitim-Öğretim yılı Bahar döneminde Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fizik,

Kimya, Biyoloji, Fen Bilgisi ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dallarında öğrenim gören toplam 286 öğrenciye uygulanmıştır. Ayrıntılı örneklem dağılımı, Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Örneklemin bölüm, cinsiyet ve sınıflara göre dağılımı.

Bölümler		**Sınıflar**				**Toplam**
		1	**2**	**3**	**5**	
Fizik Öğretmenliği	Bay	21	10	14	1	46
	Bayan	14	10	11	1	36
	Toplam	35	20	25	2	82
Kimya Öğretmenliği	Bay	26	-	-	-	26
	Bayan	13	-	1	-	14
	Toplam	39	-	1	-	40
Biyoloji Öğretmenliği	Bay	21	2	-	-	23
	Bayan	11	-	-	-	11
	Toplam	32	2	-	-	34
Fen Bilgisi Öğretmenliği	Bay	30	-	-	-	30
	Bayan	17	-	-	-	17
	Bilinmeyen	1	-	-	-	1
	Toplam	48	-	-	-	47
İlköğretim Matematik Öğretmenliği	Bay	-	46	-	-	46
	Bayan	-	36	-	-	36
	Toplam	-	82	-	-	82
Toplam		**154**	**104**	**26**	**2**	**286**

Tablo 1'den de görüleceği gibi, örneklemi oluşturan öğrenciler, özellikle fen alanlarında öğretmenlik yapmaya aday lisans öğrencilerinden seçilmiştir. Bu öğrencilerin tamamı üniversite eğitimi esnasında mekanik konusunu kapsayan temel fizik derslerini almıştır.

2.1. Veri Toplama ve Analiz

Düzgün dairesel hareket konusundaki kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla yedi maddeden oluşan üç-aşamadan oluşan, "Düzgün Dairesel Hareket Kavram Yanılgısı Testi" (DDHKYT) geliştirilmiştir. Testin geliştirilmesinde, benzer konularda önceden hazırlanmış kavram yanılgısı testlerinden ve eleştirilerinden de faydalanılmıştır (Hestenes, 1992; Hestenes ve Halloun, 1995; Heller ve Huffman, 1995; Thornton ve Sokoloff, 1998). Testin her bir maddesi üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci madde, çoktan seçmeli olup kavramsal bir soru şeklindedir. Bu aşamada test maddesi beş seçeneklidir. Seçenekler muhtemel kavram yanılgılarını da dikkate alarak hazırlanmıştır. İkinci aşamada ise, birinci aşamada sorulan soruya verilen cevabın nedeni istenmektedir. İkinci aşama da çoktan seçmeli olup, öğrencilerin istedikleri cevabı yazabilecekleri açık uçlu bir seçenek ile birlikte toplam sekiz seçeneklidir. Bu aşamada seçeneklerden bazıları, muhtemel kavram yanılgılarının muhtemel açıklamalarını da içermektedir. Üçüncü aşamada ise öğrencinin birinci aşamada vermiş olduğu cevaptan emin olup olmadığı sorulmaktadır.

Testin ikinci aşamasını oluşturan seçenekler belirlenirken, önceden 10 öğrenci ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakatın sonuçlarından yararlanılmıştır. Bu yarı yapılandırılmış mülakat, Fizik Öğretmenliği 4. Sınıf Öğrencilerinden rasgele seçilen 10 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere Ay'ın Dünya etrafında yaptığı hareketin açıklanması ve virajı alan bir araba içindeki bir kişiye etki eden kuvvetler sorulmuştur. Öğrencilerin mülakat esnasında verdikleri cevaplara göre yeni sorular yöneltilmiş ve öğrencilerin verdikleri cevaplardan testin ikinci aşamasındaki muhtemel açıklamalara ulaşılmıştır. Bunlar, öğrencilerle yapılan ön çalışma esnasında, elde edilen sonuçlar ve öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve literatür taramasından elde edilen veriler neticesinde belirlenmiştir. Öğrencilerde kavram yanılgısı olarak ele alınan cevap kombinasyonları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Kavram Yanılgılarının Test Maddelerine Göre Dağılımı.

No	Tahmin Edilen Kavram Yanılgısı	Kombinasyonlar
1	Merkezcil kuvvetin etkisi Düzgün Dairesel Hareket bitse de devam eder.	1.1a, 1.2b, 1.3a 1.1a, 1.2c, 1.3a
2	Merkezcil kuvvet Düzgün Dairesel Hareket olduğunda oluşan bir kuvvettir.	1.1d, 1.2a, 1.3a 3.1b, 3.2a, 3.3a 3.1e, 3.2f, 3.3a 3.1e, 3.2g, 3.3a 6.1b, 6.2a, 6.3a 6.1d, 6.2g, 6.3a 7.1d, 7.2d, 7.3a
3	Merkezcil kuvvetin yönü dışa doğrudur.	1.1b, 1.2b, 1.3a 2.1c, 2.2a, 2.3a 2.1d, 2.2e, 2.3a 4.1b, 4.2a, 4.3a 6.1c, 6.2b, 6.3a
4	Merkezkaç kuvvet gerçektir.	1.1a, 1.2e, 1.3a 1.1a, 1.2g, 1.3a 1.1b, 1.2c, 1.3a 1.1b, 1.2e, 1.3a 1.1b, 1.2g, 1.3a 2.1c, 2.2b, 2.3a 2.1c, 2.2f, 2.3a 2.1d, 2.2b, 2.3a 2.1d, 2.2f, 2.3a 3.1a, 3.2e, 3.3a 3.1c, 3.2d, 3.3a 3.1d, 3.2c, 3.3a 3.1e, 3.2f, 3.3a 3.1e, 3.2g, 3.3a 4.1b, 4.2a, 4.3a 4.1b, 4.2b, 4.3a 4.1b, 4.2f, 4.3a 4.1c, 4.2b, 4.3a 4.1c, 4.2f, 4.3a 6.1a, 6.2c, 6.3a 6.1c, 6.2d, 6.3a 6.1d, 6.2f, 6.3a 7.1c, 7.2a, 7.3a 7.1d, 7.2e, 7.3a
5	Kuvvetlerin dengesi olmazsa Düzgün Dairesel Hareket olmaz.	4.1e, 4.2f, 4.3a 4.1e, 4.2g, 4.3a 5.1e, 5.2f, 5.3a 6.1e, 6.2c, 6.3a
6	Düzgün Dairesel Hareket'te hız değişmez.	2.1b, 2.2d, 2.3a 2.1e, 2.2c, 2.3a
7	Düzgün Dairesel Hareket'te hız ve ivme aynı yöndedir.	2.1b, 2.2g, 2.3a 5.1a, 5.2d, 5.3a
8	Hız ile net kuvvet vektörleri aynı doğrultudadır.	4.1a, 4.2e, 4.3a 4.1d, 4.2c, 4.3a 5.1c, 5.2c, 5.3a
9	İvmeyle merkezcil kuvvet zıt yönlüdür.	2.1c, 2.2e, 2.3a 5.1b, 5.2b, 5.3a
10	İvmeyi net kuvvet oluşturmaz.	5.1a, 5.2g, 5.3a 5.1c, 5.2g, 5.3a

Önceden tahmin edilen ve aranan kavram yanılgılarının testin hangi aşamasında hangi cevap kombinasyonlarıyla belirleneceği tespit edilmiş ve Tablo 2'de görülmektedir. Öğrencilerin teste vermiş oldukları cevaplar, testin her üç aşaması da dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çünkü öğrencinin kavramsal soruya verdiği cevap kadar, o cevabı neden verdiği ve de bu cevabın doğruluğuna inanıp inanmadığı önemlidir. Kavram yanılgıları, bilimsel nedenlere dayanmaz ve nedenin doğru olduğuna inanılır. Burada, eğer öğrenci, birinci aşamada bir kavram yanılgısını temsil eden cevabı işaretlemiş, ikinci aşamada da bunu destekleyen bir açıklamayı seçmiş ve üçüncü aşamada da verdiği cevaptan emin olduğunu beyan etmişse, kavram yanılgısına sahip olduğu kabul edilmiştir. Doğru cevap, doğru açıklama ve emin olunması durumu hariç, diğer tüm kombinasyonlar ise bilimsel hata olarak ele alınmıştır.

Tablo 2'de görüldüğü gibi, bir kavram yanılgısının tespiti için birden fazla cevap kombinasyonundan yararlanılmıştır. Burada amaç, tesadüfî sonuçları minimuma indirmektir. Kavram yanılgısının miktarı tespit edilirken; eğer aynı test maddesi, aynı kavram yanılgısını, farklı birden fazla kombinasyonla sağlıyorsa, sonuçların aritmetik ortalaması alınmış; aynı kavram yanılgısı, farklı test maddesinin kombinasyonları ile ölçülmüşse toplanarak bulunmuştur. Bunun nedeni, aynı öğrencinin aynı test maddesine birden fazla cevap veremeyecek oluşudur. Bu nedenle aynı yanılgının aynı test maddesine ait kombinasyonları toplanmıştır. Fakat farklı test maddesine ait kombinasyonları aynı öğrenci cevaplamış olabilir. Bu durumda da aritmetik ortalama alınmıştır.

Geliştirilen DDHKYT'nin KR–20 güvenilirlik katsayısı 68 öğrencinin katılımı ile sağlanmış bir pilot uygulamayla hesaplanmış ve 0.68 olarak bulunmuştur. Bu güvenilirlik katsayısı, testin ilk aşaması dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Çünkü testin diğer aşamaları ile birlikte karmaşık ilişkiler içermektedir.

3. BULGULAR

Araştırmada elde edilen veriler, bilgisayar yardımıyla analiz edilmiş ve Tablo 2'deki kavram yanılgıları aranmıştır. Önceden aranan 10 adet kavram yanılgısı, ilgili sorulardaki seçenek kombinasyonları dikkate alınarak incelenmiştir. Bu kavram yanılgılarının öğrencilerde bulunma miktarı tespit edilmiştir. Testi cevaplayan öğrencilerin verdiği cevaplar dikkate alındığında, öğrencilerde belirtilen kavram yanılgılarının oranı Tablo 3'te özetlenerek verilmiştir.

Tablo 3: Kavram Yanılgılarının Öğrencilerde Bulunma Miktarı.

No	Kavram Yanılgısı	f	%
1	Merkezcil kuvvetin etkisi Düzgün Dairesel Hareket bitse de devam eder.	40,00	13,99
2	Merkezcil kuvvet Düzgün Dairesel Hareket olduğunda oluşan bir kuvvettir.	31,50	11,01
3	Merkezcil kuvvetin yönü dışa doğrudur.	13,75	4,81
4	Merkezkaç kuvvet gerçektir.	25,17	8,80
5	Kuvvetlerin dengesi olmazsa Düzgün Dairesel Hareket olmaz.	20,00	6,99
6	Düzgün Dairesel Hareket'te hız değişmez.	54,00	18,88
7	Düzgün Dairesel Hareket'te hız ve ivme aynı yöndedir.	14,50	5,07
8	Hız ile net kuvvet vektörleri aynı doğrultudadır.	12,00	4,20
9	İvmeyle merkezcil kuvvet zıt yönlüdür.	6,00	2,10
10	İvmeyi net kuvvet oluşturmaz.	4,00	1,40

Testin üç aşamalı olarak hazırlanması sonucu, her aşamaya verilen cevapların aşama aşama toplanarak değerlendirilmesi gibi bir sonucu beraberinde getirmiştir. Öncelikle test maddelerinin birinci aşamasına verilen cevaplar ele alınmış, ardından birinci aşama ile birlikte ikinci aşamaya verilen cevaplar incelenmiştir. Son olarak da ilk iki aşamaya verilen cevaplara üçüncü aşama da eklenerek inceleme yapılmıştır. Bu durumda test maddelerinin doğru cevaplanma durumu değişiklik

göstermiştir. Tablo 4'te test maddelerine verilen doğru cevapların aşamalara göre göstermiş olduğu farklılık görülmektedir.

Tablo 4: Test Maddelerine Verilen Doğru Cevapların Aşamalara Göre Dağılımı.

Soru No	Sadece Birinci Aşama	%	Birinci ve İkinci Aşama	%	Tüm Aşamalar	%
1	104	36,36	69	24,13	55	19,23
2	85	29,72	53	18,53	42	14,69
3	28	9,79	25	8,74	21	7,34
4	116	40,56	91	31,82	58	20,28
5	107	37,41	95	33,22	62	21,68
6	64	22,38	51	17,83	37	12,94
7	140	48,95	104	36,36	50	17,48

Tablo 4'ten de görüldüğü gibi, ilerleyen aşamalarda verilen doğru cevapların sayısı ve oranı gitgide azalmaktadır. Çünkü birinci aşamaya doğru cevap veren bir öğrenci, ikinci aşamada doğru bir açıklama yapamayabilmektedir. Bu durumda ilk iki aşamada da doğru cevap veren öğrenci sayısı azalmaktadır. Aynı durum üçüncü aşamada verilen doğru cevaptan emin olan öğrenci sayısında da azalmaya neden olmaktadır. Testin üç aşamalı olması, verilen tesadüfi doğru cevapların sayısını azaltmaktadır. Buna benzer bir yaklaşımla, testin üç aşamalı oluşu da tesadüfi kavram yanılgılarını belirten cevapların verilmesi olasılığını da azaltmaktadır.

Tespit edilen kavram yanılgılarına ait detaylı istatistik ise, Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5'te verilen önceden tahmin edilen 10 adet kavram yanılgısına ait kombinasyonlara bakıldığında, bazı cevap kombinasyonlarının diğerlerine oranla oldukça yüksek oranda tercih edildiği, bazılarının ise hemen hemen hiç tercih edilmediği görülmektedir. Bu durum, tespit edilen genellenmiş yanılgıların da kendi içinde küçük ayrıntılarla farklılaştığı şeklinde yorumlanabilir.

Bir yanılgıyı ifade eden birden fazla kombinasyon bulunmaktadır ve bu kombinasyonların her biri farklı frekans değerleri alabilmektedir. Testte, bir kavram yanılgısını tespit etmek amacıyla birden fazla cevap kombinasyonu kullanılmasının sebebi, kavram yanılgılarını tespit ederken hassasiyeti arttırmaktır.

Cevap kombinasyonlarının istatistiğini veren Tablo 5'ten de görülebileceği gibi, aynı kavram yanılgısına ait bir cevap kombinasyonu 75 gibi oldukça yüksek bir frekans alabilirken, aynı kavram yanılgısına ait başka bir cevap kombinasyonu ise 0 (sıfır) frekans değerini alabilmektedir. Burada önemli olan nokta, belirtilen cevap kombinasyonlarının aynı test maddesine mi yoksa farklı test maddesine mi ait olduğudur. Aynı test maddesine verilen cevaplar farklı öğrenciler tarafından verilmekte iken, farklı test maddelerine aynı öğrenci tarafından kavram yanılgısı belirten bir cevap vermiş olabilir. Bu durumda analiz farklı yapılmak zorundadır.

Öğrencilerin kavram yanılgıları DDHKYT ile ölçüldüğünde, önceden tahmin edilen yanılgıların çeşitli oranlarda var olduğu tespit edilmiştir. Burada en yüksek yanılgı, "Düzgün Dairesel Hareket'te hız değişmez." yanılgısıdır. Bunu, "Merkezcil kuvvetin etkisi Düzgün Dairesel Hareket bitse de devam eder." ve "Merkezcil kuvvet Düzgün Dairesel Hareket olduğunda oluşan bir kuvvettir." yanılgıları izlemektedir.

Tablo 5: Cevap Kombinasyonlarının İstatistiği.

No	Tahmin Edilen Kavram Yanılgısı	Kombinasyonlar	N	%	ΣN	%	N_{ort}	%
1	Merkezcil kuvvetin etkisi Düzgün Dairesel Hareket bitse de devam eder.	1.1a, 1.2b, 1.3a	18	6,29	40	13,99	40	13,99
		1.1a, 1.2c, 1.3a	22	7,69				
2	Merkezcil kuvvet Düzgün Dairesel Hareket olduğunda oluşan bir kuvvettir.	1.1d, 1.2a, 1.3a	0	0,00	0	0,00	32	11,01
		3.1b, 3.2a, 3.3a	75	26,22	112	39,16		
		3.1e, 3.2f, 3.3a	0	0,00				
		3.1e, 3.2g, 3.3a	37	12,94				
		6.1b, 6.2a, 6.3a	7	2,45	11	3,85		
		6.1d, 6.2g, 6.3a	4	1,40				
		7.1d, 7.2d, 7.3a	3	1,05	3	1,05		
3	Merkezcil kuvvetin yönü dışa doğrudur.	1.1b, 1.2b, 1.3a	6	2,10	6	2,10	14	4,81
		2.1c, 2.2a, 2.3a	3	1,05	3	1,05		
		2.1d, 2.2e, 2.3a	0	0,00				
		4.1b, 4.2a, 4.3a	2	0,70	2	0,70		
		6.1c, 6.2b, 6.3a	44	15,38	44	15,38		
4	Merkezkaç kuvvet gerçektir.	1.1a, 1.2e, 1.3a	3	1,05	24	8,39	25	8,80
		1.1a, 1.2g, 1.3a	1	0,35				
		1.1b, 1.2c, 1.3a	2	0,70				
		1.1b, 1.2e, 1.3a	14	4,90				
		1.1b, 1.2g, 1.3a	4	1,40				
		2.1c, 2.2b, 2.3a	2	0,70	4	1,40		
		2.1c, 2.2f, 2.3a	1	0,35				
		2.1d, 2.2b, 2.3a	0	0,00				
		2.1d, 2.2f, 2.3a	1	0,35				
		3.1a, 3.2e, 3.3a	0	0,00	50	17,48		
		3.1c, 3.2d, 3.3a	0	0,00				
		3.1d, 3.2c, 3.3a	3	1,05				
		3.1e, 3.2f, 3.3a	37	12,94				
		3.1e, 3.2g, 3.3a	10	3,50				
		4.1b, 4.2b, 4.3a	3	1,05	8	2,80		
		4.1b, 4.2f, 4.3a	4	1,40				
		4.1c, 4.2b, 4.3a	1	0,35				
		4.1c, 4.2f, 4.3a	45	15,73				
		6.1a, 6.2c, 6.3a	1	0,35	49	17,13		
		6.1c, 6.2d, 6.3a	1	0,35				
		6.1d, 6.2f, 6.3a	2	0,70				
		7.1c, 7.2a, 7.3a	16	5,59	16	5,59		
		7.1d, 7.2e, 7.3a	0	0,00				
5	Kuvvetlerin dengesi olmazsa Düzgün Dairesel Hareket olmaz.	4.1e, 4.2f, 4.3a	1	0,35	49	17,13	20	6,99
		4.1e, 4.2g, 4.3a	48	16,78				
		5.1e, 5.2f, 5.3a	11	3,85	11	3,85		
		6.1e, 6.2c, 6.3a	0	0,00	0	0,00		
6	Düzgün Dairesel Hareket'te hız değişmez.	2.1b, 2.2d, 2.3a	9	3,15	54	18,88	54	18,88
		2.1e, 2.2c, 2.3a	45	15,73				
7	Düzgün Dairesel Hareket'te hız ve ivme aynı yöndedir.	2.1b, 2.2g, 2.3a	9	3,15	9	3,15	15	5,07
		5.1a, 5.2d, 5.3a	20	6,99	20	6,99		
8	Hız ile net kuvvet vektörleri aynı doğrultudadır.	4.1a, 4.2e, 4.3a	13	4,55	13	4,55	12	4,20
		4.1d, 4.2c, 4.3a	0	0,00				
		5.1c, 5.2c, 5.3a	11	3,85	11	3,85		
9	İvmeyle merkezcil kuvvet zıt yönlüdür.	2.1c, 2.2e, 2.3a	8	2,80	8	2,80	6	2,10
		5.1b, 5.2b, 5.3a	4	1,40	4	1,40		
10	İvmeyi net kuvvet oluşturmaz.	5.1a, 5.2g, 5.3a	3	1,05	4	1,40	4	1,40
		5.1c, 5.2g, 5.3a	1	0,35				

4. YORUM / TARTIŞMA

Dairesel Hareket konusuna yönelik olarak hazırlanan çoktan seçmeli ve üç aşamalı kavram yanılgısı testi, testteki madde sayısı dikkate alındığında 0,68 gibi yeterli bir güvenilirlik katsayısı ile sonuç vermiştir. Testte ilk aşamada beş seçenek olması ve ikinci aşamada seçenek sayısının sekize çıkması, tesadüfi sonuçların önüne geçmekte etkili olmuştur. İkinci aşamanın çoktan seçmeli olarak hazırlanmasının nedeni, asıl nedenin sorulduğu ve önemi yüksek olan açık uçlu olarak bırakılan ikinci aşamayı, öğrencilerin cevaplamaktan kaçınmalarıdır. Çoğu zaman açık uçlu kısımlar öğrenciler tarafından boş bırakılmakta veya anlaşılması zor cevaplar verilmektedir. Cevaplama oranını arttırmak amacıyla ikinci aşama da çoktan seçmeli olarak tasarlanmıştır. Sekiz seçenekten birinin açık uçlu bırakılması da isteyen öğrencilerin kendi cevaplarını vererek yeni yanılgıların açık uçlu olarak alınabilmesine imkan tanımıştır. Genel olarak geliştirilen testin verimli ve güvenilir sonuçlar verdiği görülmüştür.

Düzgün dairesel hareketle ilgili kavram yanılgılarına bakıldığında, en fazla oranda tespit edilenin, %18,88 ile "Düzgün Dairesel Hareket'te hız değişmez" yanılgısı olduğu görülmektedir. Buradan, hız kavramının yeterince iyi algılanamadığı düşünülebilir. Hızın vektörel bir büyüklük olduğu tam olarak anlaşılamamıştır. Düzgün dairesel harekette ise, hızın büyüklüğünün sabit olmasının, hızın da sabit olduğu anlamına geldiği sanılmaktadır. Hızın vektörel bir büyüklük olduğunu ihmal ederek, düzgün dairesel harekette hızın değişmeyeceği yanılgısı vardır. Bunun nedeni, hızın vektörel bir büyüklük olarak algılanıp, dairesel hareket konusuna transfer edilememiş olmasıdır. Çünkü dairesel harekette, hızın değeri değişmemesine rağmen yönü değişmektedir. Dolayısıyla, hız vektörü değişiklik göstermektedir. Bu durum, net bir ivmenin varlığının sonucudur.

Yüksek oranda görülen bir başka kavram yanılgısı olarak %13,99 oranında, "Merkezcil kuvvetin etkisi Düzgün Dairesel Hareket bitse de devam eder" yanılgısıdır. Buradan da merkezcil kuvvetin sistemde ayrıca oluşan farklı bir kuvvet olarak düşülmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bu yanılgı en yüksek ikinci kavram yanılgısı olarak tespit edilmiştir. Bu durumun da öğrencilerin merkezcil kuvveti, dairesel hareket ile oluşan ayrı bir kuvvet olarak görmelerinden ve kuvvet ile hareket arasındaki neden-sonuç ilişkisini kuramamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ancak en dikkat çekici olanı, %11,01 oranında tespit edilen, düzgün dairesel hareketin nedeninin merkezcil kuvvet değil de, merkezcil kuvvetin oluşma nedeninin dairesel hareket olduğu yanılgıdır. Burada öğrencilerin neden-sonuç ilişkisi kuramadıkları ortadadır. Merkezcil kuvvet ile düzgün dairesel hareket arasındaki neden-sonuç ilişkisinin yanlış algılanma oranını ölçmeyi amaçlayan, "Merkezcil kuvvet düzgün dairesel hareket olduğunda oluşan bir kuvvettir" şeklindeki kavram yanılgısı, bir önceki paragrafta belirtilen yanılgı ile paralellik taşımaktadır. Yani öğrencilerde azımsanmayacak oranda, dairesel hareketin merkezcil kuvvete neden olduğu gibi bir yanılgı mevcuttur. Bu yanılgıya, literatür araştırması esnasında rastlanmamış, fakat öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış mülakat esnasında görülmüştür. Bu nedenle, teste eklenmiş ve oranı ölçülmüştür. Azımsanmayacak bir oranda var olduğu ve iki yanılgının birbirini destekleyecek şekilde yakın sonuçlar vermesi dikkat çekicidir.

Literatürde sıklıkla ve yüksek oranlarda görülen merkezkaç kuvvet ile ilgili yanılgının ise %8,80'lik oran ile oldukça gerilemiş olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin, bu yanılgının oldukça sık rastlanan bir yanılgı olması ve düzeltilmesi için çaba sarf edilmesi olabilir. Bilindiği gibi bu durum, eylemli ve eylemsiz referans sistemleri arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Bu durum, bu farkın kavranmasında ciddi sorunlar olduğunun göstergesi olarak alınabilir.

Öğrencilerin %6,99 oranında, düzgün dairesel harekette denge şartı aradıkları görülmüştür. Hâlbuki dengenin söz konusu olmadığı, bir net kuvvetin ve bir ivmenin var olması nedeniyle aşikârdır. Bunun nedeni ise düzgün dairesel hareket ile ilgili problemlerin çözüm yönteminde aranmalıdır. Öğrenciler, düzgün dairesel hareketin dengede gerçekleşen bir hareket olduğunu düşünmektedir. Oysa net bir kuvvetin ve net bir ivmenin var olmasını göz ardı etmektedirler. Denge koşulları ve Newton'un ikinci yasasının kavranmasındaki eksiklik bunun temelinde yatan ana neden olabilir. Aynı zamanda bazı öğretmenlerin, konuyla ilgili alıştırma problemlerinin çözümünü, sanki denge varmış gibi yapmaları ve yeterince açıklamada bulunmamaları da bu durumu pekiştirmektedir.

Testten elde edilen verilere göre, doğrusal hareketlerde olduğu gibi, düzgün dairesel harekette de hız ve ivmenin aynı doğrultuda olduğu yanılgısı %5,07 oranında tespit edilmiştir. İvme, birim zamandaki hız değişimidir. Bu durum, ivme kavramı ile hız kavramının ilişkisinin kavranmasında birtakım sıkıntıların mevcut olduğunu göstermektedir. Bu durum, yine ivme ve hız kavramlarının vektörel oluşu ve iki boyutta kavranması ile ilgili sorunlardan ileri gelebilir.

Alınan cevaplara göre, öğrencilerde %4,81 oranında merkezcil kuvvetin yönünün yanlış algılandığı görülmüştür. Merkezkaç olarak adlandırılan sanal kuvvetin bu yanılgının oluşmasına etkisi aşikârdır. Çünkü eylemsizlikten kaynaklanan bu sanal kuvveti belirten öğrenciler, bu kuvvetin yönünün dışarı doğru olduğunu söylemektedir. Merkezcil kuvvetin; eylemsizlik sonucu, eylemsiz referans sisteminde gerçekte var olmadığı halde eylemli referans sisteminde varmış gibi hissedilen, sanal merkezkaç kuvvet ile karıştırılmış olması mümkündür.

Yine doğrusal hareketlerde olduğu gibi, net kuvvetin doğrultusunda çizgisel hız vektörünün yöneldiği yanılgısı ise, %4,20 oranındadır. Bu yanılgı, ivmenin hızla paralel olduğunu düşünenlerde daha sık görülmüştür. Bu durum, hız, ivme ve kuvvet arasındaki ilişkinin kavranamamasından kaynaklıdır. Öyle ki, yapılan mülakatlar esnasında, hızdan kaynaklanan momentumun itme etkisi sebebiyle, hızın da bir çeşit kuvvet olduğu ya da kuvvet etkisi olduğu gibi bir yanılgı olduğu görülmüştür. Bu oldukça önemli ve araştırılması gereken bir yanılgıdır.

Genelde merkezcil kuvvetin yönünün yanlış kavranmış olmasından kaynaklanan, ivme ile yönünün zıt olduğu yanılgısı %2,10 oranında tespit edilmiştir. Bu durum eylemsiz referans sisteminde merkezkaç kuvvetin gerçek bir kuvvet olduğu yanılgısından kaynaklanabilir. Merkezcil kuvvetle karıştırılmış olması muhtemeldir.

Merkezcil ivmenin net kuvvet tarafından oluşturulmadığı yanılgısı %1,40 oranındadır. Bu yanılgı, Newton'un ikinci yasası ile doğrudan ilgilidir. Çünkü bir net kuvvet bir kütleye uygulandığında, o kütleye ivme kazandırır. Bu durumun, düzgün dairesel hareket konusuna transfer edilmesinde birtakım sorunlar yaşanmaktadır. Bu yanılgı, merkezcil kuvvetin net kuvvet olduğu gerçeğinin kavranamamasıyla da ilişkilidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Düzgün dairesel hareket konusundaki kavram yanılgılarını ölçmeyi amaçlayan testin sonuçlarına bakıldığında, bazı kavram yanılgılarının çok yüksek oranlarda görülmediği söylenebilir. Ancak, testin uygulandığı öğrenci gruplarının üniversitede temel fizik eğitimi görmüş olan sayısal alanlardaki öğretmen adayları olduğu düşünüldüğünde bu oranlar dahi yüksek sayılmalıdır. Öğrenim hayatının daha alt seviyesinde bulunan öğrencilerde bu oranlar çok daha yüksek olarak görülebilir.

Düzgün dairesel hareket konusu, öğrencilerin zorlandıkları, kolay yanılgıya düştükleri bir konudur. Bu durum, kavram yanılgılarının çeşitli oluşundan da anlaşılmaktadır. Merkezcil kuvvetin ve ivmenin yönü, hız ve ivmenin birbirlerine göre konumları gibi konularda öğrencilerin yanılgıya düşmelerinin asıl nedeninin, bu konunun öğretiliş biçiminde olduğu düşünülebilir. Çünkü öğrencilere düzgün dairesel hareketin oluşumunun neden-sonuç ilişkisi kavratılmadan, sadece sonuçlarının verilmesi bir takım kavram yanılgılarına neden olmaktadır. Dolayısıyla, öğrencilerin bir kısmı, merkezcil kuvvetin düzgün dairesel hareket olduğunda ortaya çıkan harici bir kuvvet olduğunu sanmaktadır. Oysa neden-sonuç ilişkisi ile dairesel hareketin oluşumu kavratıldığında bu sorun çözülebilir.

Ayrıca öğrenciler, merkezkaç kuvvetin var olmadığını slogan olarak bilmektedirler. Ancak, gerçekte merkezkaç kuvvet ismini kullanmadan, aynı yön ve doğrultuda bir kuvvetin olduğunu düşünmektedirler. Bu sorunun düzeltilmesi için, farklı referans sistemlerinde kuvvetler ve hareketin incelenmesi yararlı olabilir.

Düzgün dairesel hareket konusundaki kavram yanılgılarının bir kısmının da, temel mekanik konuları olan; Newton kanunları, hareket ve vektörel işlemlerdeki bir takım yanılgı ve transfer sorunlarından da kaynaklanmakta olduğu görülmüştür. Öncelikle bu konular irdelenmeli ve özellikle transfer sorunu ortadan kaldırılmalıdır.

KAYNAKLAR

Bowen, C. W. (1994). Think-aloud methods in chemistry education. Journal of Chemical Education, 71, 184–190.

Can, B. T.; Yaşadı, G; Sönmezer, D. ve Kesercioğlu, T. (2006). Fen Öğretiminde Kavram Haritaları ve Senaryolar Kavram Yanılgılarını Giderebilir Mi? Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31, 133–146.

Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. American Journal of Physics, 50(1), 66-71.

Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. Journal of Research in Science Teaching, 30, 1241-1257.

Eryılmaz, A. (1992). Students' preconceptions in introductory mechanics. Unpublished Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

Eryılmaz, 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.

Eryılmaz, A. ve Tatlı, A. (1999). ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. ÖYGM

Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). Üç-Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri Kongresi, Ankara.

Gilbert, J.K. & Watts, D.M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. Studies in Science Education, 10, 61-98.

Hagenow, C. F. (1935) Is there a centrifugal force. The American Physics Teacher, Vol. 3, December, p190.

Heller P. & Huffman D. (1995) Interpreting the Force Concept Inventory: A reply. The Physics Teacher, Vol. 33, November, 503-511.

Hestenes, D., Wells, M., Swackhamer, G.(1992) Force Concept Inventory, The Physics Teacher, Vol. 30, March, 141-158.

Hestenes, D. H., & Halloun, I. (1995). Interpreting the Force Concept Inventory: A response to March 1995 critique by Huffman and Heller. Physics Teacher, 33(8), 502, 504-06.

Lenzen, V. F. (1939) Centrifugal Force. The American Physics Teacher, February, Vol. 7, Issue 1, p.66.

Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). Learning how to learn. Cambridge: Cambridge University Press.

Osborne, R. & Gilbert, J. (1980). A method for investigating concept understanding in science. European Journal of Science Education, 2, 311–321.

Posner, G. J. & Gertzog, W. A. (1982). The clinical interview and the measurement of conceptual change. Science Education, 66, 195–209.

Schmidt, H.-J. (1997). Students` misconceptions - Looking for a pattern. Science Education, 81, 123 –135.

Sutton, C. R. (1980). The learner's prior knowledge: A critical review of techniques for probing its organisation. European Journal of Science Education, 2, 107–120.

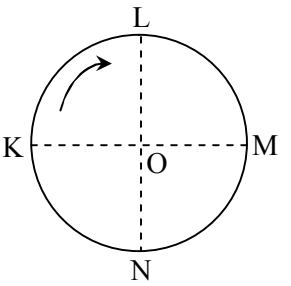
Thornton, R. K. & Sokoloff, D .R. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula. American Journal of Physics, 66 (4), April 1998, 338-352.

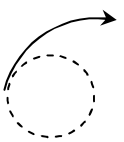
Westbrook, S.L. & Marek, E.A. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. Journal of Research in Science Teaching, 28(8), 649-660.

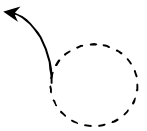
Yağbasan, R., Güneş, B., Özdemir, İ.E., Temiz, B.K., Gülçiçek, Ç., Kanlı, U., Ünsal, Y. ve Tunç, T. (2005) "Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu – Fizik", Gazi Kitabevi, Ankara.

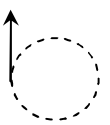
EK: Düzgün Dairesel Hareket Kavram Yanılgısı Testi (DDHKYT)

1.1. Yandaki şekilde bir cisim, bir ipe bağlanmış olarak düşey düzlemde ok yönünde dairesel hareket yapmaktadır. Cismi O merkezine bağlayan ip, cisim tam K noktasına geldiğinde kopmaktadır. Bundan sonra cismin hareketi için aşağıdaki şekillerden hangisi doğrudur?



a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

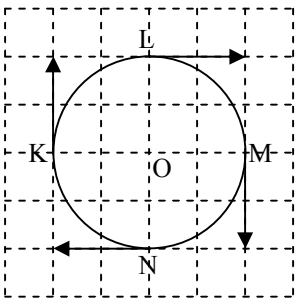
1.2. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

a) İpin harekete herhangi bir etkisi yoktur, kopması bir etki yapmaz.
b) Merkezcil kuvvet vektörünün etkisi ve hız vektörünün bileşkesi yönünde hareket eder.
c) Merkezcil kuvvetin etkisi azalmıştır ve bu kuvvetin etkisiyle, cisim eğrisel yörüngede savrulur.
d) Bütün kuvvetler ortadan kalktığı için, cisim ilk hızsız serbest düşer.
e) Merkezkaç kuvvetin etkisiyle, cisim dışarı fırlar.
f) Merkezcil kuvvetin etkisi kalktığı için, cisim hız vektörü yönünde harekete başlar.
g) İp kopunca cisme yerçekimi ve merkezkaç kuvveti etkir.
h) Diğer (Yazınız) …….....

1.3. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

a) Eminim.
b) Emin değilim.

2.1. O noktası etrafındaki düzgün dairesel hareketi esnasında K, L, M ve N noktalarındaki hızı yandaki gibi olan bir cismin ivmesi için ne söylenebilir?



a) Her zaman sabittir ve yönü her zaman K'den M'ye doğrudur.
b) Her zaman hız vektörüyle aynı yöndedir ve büyüklüğü değişmez.
c) Her zaman O'dan dışarı doğrudur ve büyüklüğü değişmez.
d) Her zaman O'ya doğrudur ve büyüklüğü değişmez.
e) Sıfırdır.

2.2. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

a) İvmeyi merkezcil kuvvet oluşturduğu için aynı yönlü olurlar.
b) İvmeyi merkezkaç kuvvet oluşturduğu için aynı yönlü olurlar.
c) Hız değişimi olmadığından ivme de yoktur.
d) Hız sabit olduğu için, ivme de sabittir.
e) İvme vektörü ile merkezcil kuvvet vektörü her zaman zıt yönlüdür.
f) İvme vektörü ile merkezkaç kuvvet vektörü her zaman zıt yönlüdür.
g) Hız vektörü ve ivme vektörü her zaman aynı yönde olur.
h) Diğer (Yazınız) …….....

2.3. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

a) Eminim.
b) Emin değilim.

3.1. Bir gezegen etrafında düzgün dairesel hareket yapan yapay bir uydu üzerine etkiyen kuvvetler için aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

a) Yalnızca kütle çekim kuvveti etkir.
b) Hem kütle çekim, hem de merkezcil kuvvet etkir.
c) Hem kütle çekim, hem de merkezkaç kuvvet etkir.
d) Merkezcil kuvvet ve merkezkaç kuvvet birlikte etkir.
e) Kütle çekim, merkezcil ve merkezkaç kuvvet birlikte etkir.

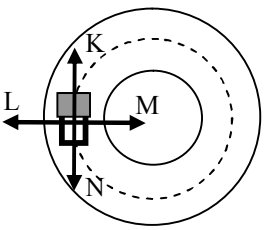
3.2. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

a) Kütle çekim kuvveti vardır, ayrıca dairesel hareketin etkisiyle merkezcil kuvvet de oluşur.
b) Sadece kütlesel çekimin etkisi vardır; bu kuvvet aynı zamanda merkezcil kuvvettir.
c) Merkezcil kuvvet vardır. Merkezkaç kuvvet de, merkezcil kuvvetin etkisiyle oluşur ve birbirlerini dengelerler.
d) Kütle çekim kuvveti ve merkezkaç kuvveti vardır ve bu ikisi zıt yönlü ve denge halindedir.
e) Sadece kütle çekim kuvveti vardır, bu kuvvet aynı zamanda merkezkaç kuvvettir.
f) Kütle çekim, merkezcil ve merkezkaç kuvvetler birbirinden bağımsızdır.
g) Merkezcil ve merkezkaç kuvvetler birbirlerinin etki-tepki çiftidir. Kütle çekim kuvveti de ayrıca etkir.
h) Diğer (Yazınız) …….....

3.3. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

a) Eminim.
b) Emin değilim.

4.1. Yandaki şekilde, yatay düzlemdeki dairesel yolda düzgün dairesel hareket yaparak saatin dönme yönünde dönmekte olan otomobile etkiyen net kuvvet, şekilde gösterilen oklardan hangisinin yönündedir?



a) K yönündedir.
b) L yönündedir.
c) M yönündedir.
d) N yönündedir.
e) Sıfırdır.

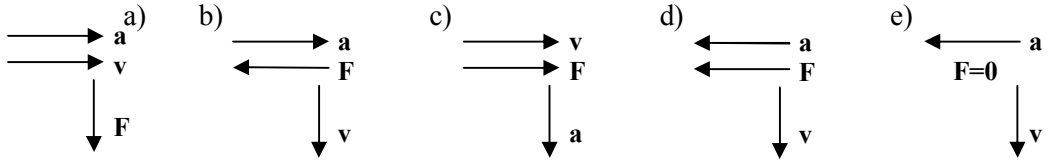
4.2. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir? Açıklayınız.

a) Net kuvvet, merkezcil kuvvettir.
b) Net kuvvet, merkezkaç kuvvettir.
c) Net kuvvet vektörü, hız vektörüne zıt yönde olur.
d) Net kuvvet, merkezcil kuvvet ile hız vektörünün bileşkesi yönündedir.
e) Net kuvvet vektörü; hareketin, yani hız vektörünün yönündedir.
f) Net kuvvet, merkezcil kuvvet ile merkezkaç kuvvetin bileşkesi yönündedir.
g) Kuvvetler dengededir, böyle olmazsa düzgün dairesel hareket olmaz.
h) Diğer (Yazınız) …….....

4.3. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

a) Eminim.
b) Emin değilim.

5.1. Düzgün dairesel harekette, herhangi bir andaki hız vektörü $\vec{v}$, ivme vektörü $\vec{a}$ ve net kuvvet vektörü $\vec{F}$'dir. Bunların birbirlerine göre yönelimleri aşağıdakilerden hangisi gibidir?



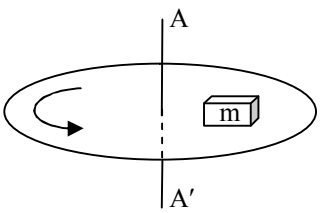
5.2. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

a) İvme vektörü net kuvvet vektörü ile aynı yöndedir.
b) İvme ile net kuvvet vektörleri zıt yönlü olur.
c) Hız vektörü net kuvvet vektörü, yönünde olur.
d) Hız ile ivme vektörleri her zaman aynı yöndedir.
e) Hız vektörü ile net kuvvet vektörü zıt yönlü olur.
f) Net kuvvet sıfır olmazsa, düzgün dairesel hareket olmaz.
g) Net kuvvet vektörü ivme vektörüne diktir.
h) Diğer (Yazınız) …….....

5.3. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

a) Eminim.
b) Emin değilim.

6.1. Şekildeki yatay tabla ile m kütlesi arasında hiç sürtünme yoktur. Tabla, ansızın AA′ ekseni çevresinde ok yönünde döndürülmeye başlanırsa, m kütlesinin yere göre hareket durumu ne olur?



a) Hiç hareket etmez.
b) Tabla ile birlikte döner.
c) Tabla üzerinden dışa doğru boşluğa fırlar.
d) Merkeze doğru çekilir ve orada kalır.
e) Tablanın kenarına doğru itilir ve orada sabit kalır.

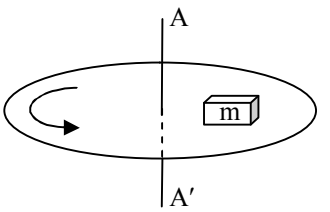
6.2. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

a) Tabla ve cisim tek cisim gibi hareket ederler.
b) Merkezcil kuvvetin etkisiyle cisim dışa fırlar.
c) Merkezcil ve merkezkaç kuvvetler dengelenince cisim sabit kalır.
d) Merkezkaç kuvvetin etkisiyle cisim dışa fırlar.
e) Cisim ile tabla arasında sürtünme olmadığından, tablanın hareketi cismi etkilemez.
f) Merkezkaç kuvvet, cismi merkeze çeker.
g) Merkezcil kuvvet, cismi merkeze çeker.
h) Diğer (Yazınız) …….....

6.3. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

a) Eminim.
b) Emin değilim.

7.1. Şekildeki yatay tabla ile m kütlesi arasında küçük bir miktar sürtünme vardır. Tabla, ansızın AA′ ekseni çevresinde ok yönünde döndürülmeye başlanırsa, m kütlesinin yere göre hareket durumu ne olur?



a) Hiç hareket etmez.
b) Tablanın dönüş yönünün tersine döner.
c) Tabla üzerinden dışa doğru boşluğa fırlar.
d) Merkeze doğru çekilir ve orada kalır.
e) Tabla üzerinde içe ve dışa doğru harmonik hareket yapar.

7.2. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

a) Dairesel hareket, dışa doğru bir merkezkaç kuvvet oluşturur.
b) Sürtünme kuvveti cismi dairesel hareket yaptırmaya yetmediği için cisim dışarı fırlar.
c) Açısal momentumu korumak için cisim ters yönde döner.
d) Merkezcil kuvvet cismi merkeze çeker.
e) Merkezkaç kuvvet cismi merkeze çeker.
f) Merkezkaç ve merkezcil kuvvetler ters orantılı olarak sürekli değişir.
g) Eylemsizlikten ötürü cisim hareket etmez.
h) Diğer (Yazınız) …….....

7.3. Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

a) Eminim.
b) Emin değilim.

Extended Abstract

Science education plays quite important role in the technological development of countries. In the studies, it has been determined that one of the most important problems is some concepts about which the students obtained before. These concepts have been called as pre-instruction beliefs. The ones which are not appropriate to scientific realities have been called as misconception. A misconception is very different from a scientific error. Because a person with a misconception both is not aware of that his thought is false and believes that his thought is completely true.

Misconceptions are seen frequently in regular circular motion. The existing misconception which continued until the undergraduate level is the deepest misconception. Especially, a mathematics and science teacher candidates must not have these misconceptions. This study aimed to develop a three-tier misconception test about regular circular motion; and to determine whether the teacher candidates have these misconceptions which have been measured by this test.

The study has experimental design. The measurement instrument has been applied to 286 students who are training in the departments of Physic, Chemistry, Biology, Elementary Science and Elementary Mathematics Teaching at Gazi University Education Faculty during 2005-2006 academic years. All of these students had the training about mechanics during their university education.

In order to determine the misconceptions, the "Regular Circular Motion Misconception Test" (DDHKYT) having seven items and being three-tier has been developed. For the development of the test, previous similar misconception tests prepared before and comments have been used. The first phase of an item is multiple-choice and conceptual question. In this phase the test item has five choices. In the second phase, the possible reason of the answer given to the first question is required. The second phase is also multiple-choice and has an open ended item in order that students write

whatever answer they like. In this phase there are eight choices including the open ended one. While determining these choices, the results of the semi-structured interview with 10 students, has been also used. In the third phase, it has been asked whether the student is sure or not.

The KR-20 reliability coefficient has been calculated with a pilot implication to which 68 students attended and has been found as 0.68.

That the misconceptions pre-assumed of which availability and amounts are sought for the students with which answer combinations and during which phase of the test has been determined. These have been determined during the pre-study with the students, after the obtained results and in terms of the data acquired from the negotiations with the students and the literature research.

For the determining of a misconception, one of more answer combination has been utilized. This provides to reduce the coincidental results to minimum. While the amount of the misconception is determined, if the same test item provides the same misconception with one or more different combination the means has been taken; if the same misconception has been measured with the combination of different test items, it has been found by adding. The reason of this is that one student can not give more than one answer to the same test question. The combinations belonging to different test items can be answered by the same student.

The 10 misconceptions sought before have been analysed by taking into account the answer combinations of the questions. It has been determined that the previous estimated misconceptions have been available in some levels. Here, the biggest misconception is the idea of "velocity does not change in Regular Circular Motion". The others are: "The centripetal force's effect continues although the Regular Circular Motion ends" and "Centripetal force is the force that occurs when regular circular motion occurs."

It can be seen that whether velocity vector couldn't be fully understood. It has been assumed that the velocity is stable because speed is stable. There is a misconception about that the velocity does not change in the circular motion by neglecting the fact that velocity is a vector. The reason of this is that velocity is perceived as vector, and is not transferred about circular motion.

Students receive the centripetal force as a force occurring by the regular circular motion and they can not make a casual connection between force and the motion. In other words, most students have a mistake as the circular motion leads to centripetal force. This mistake has not been found during the literature research but it has been seen during the half structured interview. For this reason, it has been added to the test and its ratio has been calculated. It is interesting that it exists in a substantial proportion and it gives similar results supporting both mistakes.

It has been seen that the mistake about centrifugal force which has been seen in the literature very commonly has been regressed.

When looked at the results, we can say that some misconceptions have not been seen in high proportions. However, the test has been applied to teacher candidates who had a basic physics education at university. Therefore, even these proportions can be counted as high. These proportions can be seen more highly among students who are at the lower level of their education.

It may be thought about that the misconceptions about the centripetal force and acceleration, the condition of velocity and acceleration according to each other lay in the education style of these subjects. The reason-result relationship of regular circular motion occurrence cannot be thought to the students. Only the results are thought and this leads to misconception. Therefore, some of the students think that the centripetal force occurs when a regular circular motion occurs. However, this problem can be solved while the causal connection is explained.

Additionally, students know that the centrifugal force does not exist as a slogan. However, they think there is a force in the same direction by not using the name of the centrifugal force. For the solution of this problem, the examination of forces and motion of different reference systems can be helpful.