



Change of Physics Teacher Candidates' Misconceptions on Regular Circular Motion by Time

Hasan Şahin KIZILCIK*, Nuray ÖNDER ÇELİKKANLI & Bilal GÜNEŞ

Gazi University, Ankara, TURKEY

Received: 14.03.2014

Accepted: 25.03.2015

Abstract: The aim of this study is to investigate the answers for if there is a change of physics teacher candidates' misconceptions on uniform circular motion in time and possible reasons of this change. In order to determine students' misconceptions, the three-tier "Uniform Circular Motion Misconception Test" (UCMMT) developed by Kizilcik & Gunes (2011) was used. UCMMT test includes seven questions diagnosing ten different misconceptions. The test was firstly administered to the first, second and third grade physics education students in 2009-2010 academic year. In this study, to investigate any possible changes in misconceptions, in 2011-2012, it was re-delivered to the same students who enrolled to their third, fourth and fifth year. Results showed that there is an increase in number(s) of misconceptions for students who passed to the third-year from the first. Similar results were observed for students passed to the fifth-year from the third. Furthermore, while there is an increase in numbers of two, a decrease in numbers of six misconceptions, there is no change in two ones. In addition, some misconceptions didn't appear after the time. What's more, there was no change for some misconceptions. Possible causes of changes in misconceptions were investigated by conducted interviews.

Key words: Regular circular motion, Misconception, Three-tire test, Teacher training, Physics education

DOI No:

Summary

Students' preconceptions which are also called pre-instruction beliefs are one of the major problems in physics education. When a preconception does not fit with scientific reality, it is called as misconception. It should not be mistaken that any scientific error is a misconception. In fact, every scientific error cannot be a misconception. On the other hand, each misconception includes a scientific error. Additionally, one should strongly believe and advocate his/her scientifically inaccurate conception as a correct choice, to be called as misconception.

* Corresponding Author: Hasan Şahin KIZILCIK, Dr., Gazi University, Gazi Faculty of Education, Secondary Science and Math Education Department, Physics Education Program, Ankara / TURKEY

Misconceptions are frequently detected in physics for almost every topic. The topic of uniform circular motion is one of them. It is defended that identification and remediation of misconceptions is important to promote meaningful learning. In fact, misconceptions are considered being as a barrier or handicap to further learning. Therefore, the purpose of this study is to investigate the answers for if there is a change of physics teacher candidates' misconceptions on uniform circular motion in time and possible reasons of this change. In order to determine students' misconceptions, the three-tier "Uniform Circular Motion Misconception Test" (UCMMT) developed by Kizilcik & Gunes (2011) was used. The UCMMT includes seven items in three-tier form to identify ten different misconceptions about uniform circular motion. In the first tier of the question, a conceptual question is asked in a multiple-choice format. In the second tier, the possible reason of given answer to the first phase is asked. For the second tier there are eight choices including one blank line that students can write their response. Finally, in the third tier, students are asked about if they are sure about their responses given in first and second tier by two choices.

There are ten misconceptions and more than ten answer combinations which belong to the misconceptions. Therefore, a misconception can be identified by using more than one different answer combinations. Thus, in order to determine misconceptions accurately the following procedure was followed: If a test item provides a misconception with one or more different answer combinations taken from the same test item, the arithmetic means of the answer combinations has been calculated. On the other hand, if any misconception has been measured by different answer combinations taken from different test items, then all answer combinations was added.

The UCMMT was administered to physics education students in their first, second and third year of the students in 2009-2010 academic year. Later, in 2011-2012 academic year the same instrument was used again to the same students who were in their third, fourth and fifth years of their program. In other words, data was collected from the same students by two years apart and findings were compared. To observe if there is any change of physics teacher candidates' misconceptions on uniform circular motion in time, descriptive and frequency analysis were conducted after each administration of the UCMMT. Since the number of physics teachers increased for the second application, it is preferred to look at the change of misconceptions over their frequencies. According to the frequency analysis results, it is seen that there is an increase for four, one and five misconceptions for students who pass to the third grade from the first, to the fourth grade from the second and to the fifth grade from the third respectively. However, some of the misconceptions decreased over time and some of

them were not changed as well. When misconceptions related with uniform circular motion is considered, students are generally confused with the concept of force and velocity. Students tended to ignore the fact that the centripetal force is a resultant force (not a specific one) and ignore vector properties of velocity.

The possible causes of these changes were investigated by conducted interviews with six students which were randomly selected from the students who have a change on their misconceptions. The results of the interviews are summarized as follows:

- Taking the same courses twice might help to reduce their misconceptions.
- Students generally answer multiple choice tests carelessly.
- Inquiry approach in laboratory lessons promote better conceptual understanding.
- Some physics education lessons such as “Misconceptions in Physics Education” force students to think about misconceptions deeply.
- Students can forget information that they know before by time.

Consequently, the results of present research showed that increase, decrease and no change observed for different misconceptions in time. These results are also consistent with the nature of misconceptions. Since it is difficult to remediate robust misconceptions so there can be no change after a common instruction. In addition, with the help of appropriate and specific learning methods/strategies, they can be reduced effectively. Finally, due to various reasons such as using learning methods inappropriately might cause an increase in number of misconceptions. Thus, change of misconceptions in time affected by various factors such as courses, students’ experiments. Instructors should consider this fact and they should examine students’ misconceptions time to time in order to remediate them.

Fizik Öğretmen Adaylarının Düzgün Çembersel Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Zaman İçinde Değişimi

Hasan Şahin KIZILCIK[†], Nuray ÖNDER ÇELİKKANLI, Bilal GÜNEŞ

Gazi Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 14.03.2014

Makale Kabul Tarihi: 25.03.2015

Özet – Bu çalışmanın amacı, fizik öğretmen adaylarının lisans eğitimi sırasında düzgün çembersel hareket konusundaki kavram yanılgılarının zaman içerisindeki olası değişimlerini ve bu değişimlerin nedenlerini incelemektir[‡]. Bu amaçla, düzgün çembersel hareket konusunda Kızılcık & Güneş (2011) tarafından geliştirilen üç aşamalı kavram yanılgısı testinden yararlanılmıştır. Bu test, 10 farklı kavram yanılgısını ölçmeyi amaçlamaktadır. Söz konusu ölçme aracı, 2009-2010 eğitim öğretim yılında birinci, ikinci ve üçüncü sınıfta okumakta olan ve fizik öğretmenliğinde eğitimini sürdüren öğrencilere uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında, kavram yanılgılarındaki olası değişimleri belirlemek amacıyla, bu ölçme aracı; 2011-2012 eğitim öğretim yılında üçüncü, dördüncü ve beşinci sınıftayken daha önce uygulama yapılan aynı öğrencilere tekrar uygulanmıştır. İki yıl arayla aynı öğrencilerden alınan test verileri karşılaştırılmıştır. Araştırmada, ele alınan 10 kavram yanılgısına tüm öğrenciler dikkate alınarak genel sonuçlara bakıldığında; altısının frekansında azalma görülürken, ikisinde artış gözlenmiş, ikisinde ise değişim gözlenmemiştir. Sınıf bazında bakıldığında ise birinci sınıftan üçüncü sınıfa geçen öğrencilerin dört, ikinci sınıftan dördüncü sınıfa geçen öğrencilerin bir ve üçüncü sınıftan beşinci sınıfa geçen öğrencilerin ise beş kavram yanılgısında betimsel olarak artış görülmüştür. Buna karşın bazı kavram yanılgılarının da zamanla azaldığı, bazılarının ise değişmediği görülmüştür. Bu değişimlerin olası nedenleri öğrencilerden bazılarıyla yapılan görüşmelerle araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Düzgün çembersel hareket, düzgün dairesel hareket, kavram yanılgısı, üç aşamalı test, öğretmen yetiştirme, fizik eğitimi

Giriş

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre “öğrenme” öğrencilerin ön bilgilerinden bağımsız değildir. Aksine, öğrenciler önceden edindikleri ön bilgilerini kullanarak öğrenmeye başlamaktadır. Bu ön bilgiler, öğretim öncesi inanışlar olarak adlandırılabilir. Bunlardan öğrenci zihninde yapılan ve bilimsel gerçeklerle uyuşmayan ve çelişen bilgi türüne kavram

[†] İletişim: Hasan Şahin KIZILCIK, Dr., Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, OFMA Eğitimi Böl. Fizik Eğitimi ABD, Ankara / TÜRKİYE

E-mail: hskizilcik@gazi.edu.tr

[‡] Çalışmanın ön verileri, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur (Kızılcık, Önder, Güneş, 2012).

yanılgıları denilmektedir (Gilbert & Watts, 1983; Westbrook & Marek, 1991). Başka bir ifadeyle, kavram yanılgısı, “kullanılmakta olan fiziksel kuramlarla ve yasalarla uyuşmayan, öğrencilerin bir kavram hakkında sahip oldukları zihinsel yapılarıdır” (Clement, 1993). Kavram yanılgıları, kişilerin özellikle günlük hayatlarında gözlemledikleri olaylar hakkında sahip oldukları bilimsellikten uzak fikir ve anlayışlardır (Güneş, 2005). Kavram yanılgısı bir hata veya bilgi eksikliğinden kaynaklı bir şey değildir. Kavram yanılgısı, bilimsel hatadan tamamen farklıdır. Çünkü kavram yanılgısına sahibi olan birey, sahip olduğu düşüncenin yanlış olduğunun farkında olmadığı gibi, bu düşüncenin kesinlikle doğruluğuna da inanmaktadır. Dolayısıyla bütün kavram yanılgıları birer hata veya bilgi eksikliği içerebilir; ancak her hata kavram yanılgısı olmayabilir. Kavram yanılgısı doğru kavramın öğrenilmesini zorlaştırdığından oldukça tehlikelidir. Bir bilginin veya düşüncenin kavram yanılgısı olabilmesi için bazı şartlar vardır: Birincisi, düşüncenin bilimsel bilgiyle uyuşmaması gerekmektedir. İkincisi, bu yanlış düşüncenin bireyler tarafından savunulması ve sahiplenilmesi gerekmektedir. Üçüncüsü ise bireylerin bu hatalı düşüncelerinden emin olması gereklidir (Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Yıldız 2003; Eryılmaz, 2010).

Kavram yanılgılarının varlığı genelde yaştan, eğitim seviyesinden ve cinsiyetten bağımsızdır. Kavram yanılgıları, öğrenmenin önünde büyük bir engeldir. Bu yanılgıların düzeltilmesi gerekmektedir. Kavram yanılgılarının düzeltilebilmesi için ise öncelikle tespit edilmesi gerekmektedir. Bunları tespit etmek için ise çeşitli ölçüm araçları kullanılabilir. Bunlardan bazıları; mülakat, çoktan seçmeli kapalı veya açık uçlu testler, kavram haritaları, sözcük çağrışım testleri, vb. dir. Kavram yanılgılarının tespit edilmesinde kullanılan yöntemlerden en etkili olanlardan bir tanesi de üç aşamalı testlerdir (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002).

Alanyazında sıklıkla tek (örneğin; Hestenes ve Wells, 1992; Hestenes, Wells ve Swackhamer, 1992) veya iki (Şahin ve Çepni, 2011; Treagust, 1986) aşamalı kavramsal testler mevcuttur. İki, üç ve dört aşamalı kavramsal testlerin sayısı ise daha sınırlıdır. Oysa öğrencilere sonuca dayalı testler yerine, olayların sebebini ve sürecini açıklamaya yönelik soruların sorulması kavram yanılgılarının tespiti için çok daha yararlıdır (Güneş 2005). Üç aşamalı testlerin biçimi genelde şu şekilde belirlenir. Testin ilk aşamasında konuyla ilgili çoktan seçmeli bir soru sorulur, ikinci aşamasında birinci aşamada verilen yanıtı seçme nedenini açıklamaları istenir, üçüncü aşamada ise bu yanıtta emin olup olmadıkları sorulur. Hatta son yıllarda dört aşamalı testlerle kavram yanılgılarını ölçmeye yönelik az sayıda da olsa çalışmalar mevcuttur (Kaltakçı, 2012).

Kavram yanlışlarının iyileştirilmesi için özel yöntemler gereklidir. Alanyazında kavram yanlışlarının giderilmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden bazıları şunlardır: kavramsal değişim metinleri, çürütme metinleri, bağdaştırıcı benzetmeler. Bu yöntemlerden her biri kendi içinde önemlidir. Dolayısıyla birinin diğerine göre üstün olduğunu söylemek yanlıştır. Şunu unutmamak gerekir ki uygun disiplinde, uygun konuda herhangi biri diğerlerine göre daha uygun olabilir.

Kavram yanlışları değişime dirençli yapıdadır (Howe & Jones, 1998). Güneş (2005) bir konuda kavrama ve bilgiye sahip olmamanın, o konuda kavram yanlışlığına sahip olmaktan çok daha iyi olduğunu vurgulamaktadır. Öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede öğretmenlere büyük bir sorumluluk düşmektedir. Öğretmenler kendilerine düşen bu sorumluluğu gerçekleştirebilmesi için öncelikle kendilerinin kavram yanlışlığına sahip olmaması gerekir. Beklenenin aksine alan yazındaki birçok çalışma öğretmen adaylarının, görev yapan öğretmenlerin de tıpkı öğrenciler gibi kavram yanlışlığına sahip olabildiğini göstermektedir (Trumper, 2000; Trumper & Gorsky, 1997).

Öğrencilerin fizik konularındaki kavram yanlışlarını araştırılırken çok farklı konular üzerinde çalışılmıştır (Chambers & Andre, 1997; Palmer & Flanagan, 1997). Bu konularından birisi de “Düzgün Çembersel Hareket” konusudur. Örneğin; Hestenes, (1992) yaptığı çalışmanın bir kısmında Kızılcık ve Güneş (2011) ise, doğrudan bu konuyla ilgili kavram yanlışlarını araştırmıştır. Ancak kavram yanlışlarını inceleyen çok sayıda çalışma olmasına karşın, bu yanlışların zaman içinde değişimini incelemeye yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, fizik öğretmen adaylarının lisans eğitimi sırasında düzgün çembersel hareket konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının varsa zaman içerisindeki değişimini ve bu değişimlerin nedenlerini araştırmaktır. Bu çalışmada beş yıllık eğitim görmekte olan fizik öğretmen adaylarının, eğitimlerinin iki yıllık zaman aralığındaki düzgün çembersel hareket konusundaki kavram yanlışlarının değişimine bakılmıştır.

Yöntem

Bu bölümde, araştırmanın katılımcıları, yöntemi, veri toplama aracı, yapılan işlemler ve analiz yöntemlerine değinilmiştir.

Çalışma Grubu

Bu çalışma, Ankara ilindeki bir devlet üniversitesinde fizik öğretmenliği programına kayıtlı öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar; 2009-2010 eğitim öğretim yılında eğitiminin birinci, ikinci ve üçüncü yıllarında; 2011-2012 eğitim öğretim yılında ise

sırasıyla eğitiminin üçüncü, dördüncü ve beşinci yıllarında olan öğrencilerden oluşmaktadır. Başka bir deyişle, aynı öğrencilere iki yıl arayla aynı test tekrar uygulanmıştır. Öğretmen adayı olan bu öğrencilerin sınıflara göre dağılımı Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1 Katılımcıların Sınıflara Göre Dağılımı

Uygulama/Sınıf	2009-2010				2011-2012			
	1. Sınıf	2. Sınıf	3. Sınıf	Toplam	3. Sınıf	4. Sınıf	5. sınıf	Toplam
N	36	39	28	103	24	30	25	79

Tablo 1’e göre iki ayrı uygulamada öğrenci sayıları farklılık göstermektedir. Bunun nedeni, ikinci uygulamaya (2011-2012 eğitim öğretim yılında) 24 öğrencinin çeşitli nedenlerle katılamamış olmasıdır. Öğrencilerin katılamama nedenlerinin başında eğitimlerini yarıda bırakmış olmaları ve ilgili uygulama sırasında sınıfta bulunmamaları gelmektedir.

Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada durum çalışma modeli benimsenmiştir. Yin (1984)’e göre durum çalışması şöyle tanımlanabilir: Durum çalışması, güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesinde bir olgu veya olayı nasıl ve niçin sorularına cevap arayarak inceleyen bir araştırma yöntemidir. Bu çalışmada da, bir örnek grup üzerinden elde edilen verilerle var olan durumu ortaya konulup bu durumun nedenleri araştırılmaktadır. Çalışmada incelenen durum, fizik öğretmen adaylarının düzgün çembersel hareket konusundaki kavram yanlışlarının yıllar içerisindeki değişimidir.

Çalışmada veri toplamak aracı olarak iki ölçüm aracı kullanılmıştır. Bu araçlardan ilki Kızılcık & Güneş (2011) tarafından geliştirilen üç aşamalı “Düzgün Dairesel Hareket Kavram Yanılgısı Testi” (DDHKYT); ikincisi ise yarı yapılandırılmış görüşmelerdir.

Düzgün Dairesel Hareket Kavram Yanılgısı Testi (DDHKYT): Mazur (1997) Fizik öğrencilerinin nicel problem çözme konusunda başarılı olurken fizikteki basit kavramların anlamada zorlandıkların aşılmadığını çalışmalarında gözlemlediği belirtmektedir. Bu yüzden bu araştırmada matematiksel problemlerin yer aldığı bir ölçüm aracı kullanmak yerine önceden geliştirilen ve Kızılcık & Güneş (2011) tarafından yayınlanan düzgün çembersel hareket konusundaki temel kavramların irdelendiği üç aşamalı kavram testi kullanılmıştır. Yedi maddeden oluşan bu kavram yanılgısı testi, düzgün çembersel hareket konusunda 10 farklı kavram yanılgısını ölçmeyi amaçlamaktadır. Testin her bir maddesi üç aşamalı sorulardan oluşmaktadır. Testin birinci aşaması çoktan seçmeli kavramsal soruları içermektedir. Bu aşamada test maddesi beş seçeneklidir. Seçenekler olası kavram yanlışlarını

da dikkate alarak hazırlanmıştır. Birinci aşamada sorulan soruya verilen yanıtın nedeninin istendiği ikinci aşama yine çoktan seçmeli olup, öğrencilerin istedikleri yanıtı yazabilecekleri açık uçlu bir seçenek ile birlikte toplam sekiz seçeneğlidir. Bu aşamada seçeneklerden bazıları, olası kavram yanlışlarının açıklamalarını da içermektedir. Üçüncü aşamada ise öğrencinin birinci aşamada vermiş olduğu yanıtın emin olup olmadığı sorulmaktadır.

Kızılcık & Güneş (2011) tarafından DDHKYT'nin ölçmeyi amaçladığı kavram yanlışları ve bu yanlışları içeren olası yanıt kombinasyonları belirlenmiş ve bunlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 Kavram Yanlışlarının Test Maddelerine Göre Dağılımı

Kod	Kavram Yanılgısı	Seçenekler
KY01	Merkezcil kuvvetin etkisi Düzgün Çembersel Hareket bitse de devam eder.	1.1a, 1.2b, 1.3a 1.1a, 1.2c, 1.3a
KY02	Merkezcil kuvvet Düzgün Çembersel 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
KY03	Merkezcil kuvvetin yönü dışı 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
KY04	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
KY05	Kuvvetlerin dengesi olmazsa Düzgün Çembersel 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
KY06	Düzgün Çembersel Hareket'te hız değişmez.	2.1b, 2.2d, 2.3a 2.1e, 2.2c, 2.3a
KY07	Düzgün Çembersel Hareket'te hız ve ivme aynı yöndedir.	2.1b, 2.2g, 2.3a 5.1a, 5.2d, 5.3a
KY08	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
KY09	İvme ile merkezci kuvvet zıt yönlüdür.	2.1c, 2.2e, 2.3a 5.1b, 5.2b, 5.3a
KY10	İvmeyi net kuvvet oluşturmaz.	5.1a, 5.2g, 5.3a 5.1c, 5.2g, 5.3a

Tablo 2'de görüldüğü gibi, bir kavram yanlışlığının tespiti için birden fazla cevap kombinasyonundan yararlanılmıştır. Burada amaç, rastlantısal sonuçları en aza indirmektir.

Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler: Birinci ve ikinci uygulamaların her ikisine de katılan öğrencilerden kavram yanlışlarında olumlu veya olumsuz değişiklik olanlardan seçkisiz olarak seçilen toplam altı öğretmen adayıyla yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Görüşmelere her sınıftan ikişer öğretmen adayı alınmıştır. Görüşmelerin amacı, kavram yanlışlarında görülen değişikliklerin olası nedenlerini araştırmaktır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğretmen adaylarına genel olarak aşağıdaki sorular yöneltilmiştir.

- İki uygulama arasında hangi dersleri aldınız?
- Bu derslerden düzgün çembersel hareket ile ilgili olanları var mıydı?
- Bu derslerin sizin bu konudaki kavramlarınızda bir değişiklik oluşturduğunu düşünüyor musunuz?
- Kavram yanlışlarındaki değişimin başka olası nedenleri sizce ne olabilir?

Altı öğrenci ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler, kavram yanlışlarının giderilmesi veya nedenleri ile ilgili ve öğretmen yetiştirme sürecin anlaşılmasıyla ilgili fikir vermesi açısından önemlidir.

Uygulama

Araştırmada kullanılan kavram yanlışlığı testi, araştırmanın amacı doğrultusunda 2009-2010 eğitim öğretim yılında eğitiminin birinci, ikinci ve üçüncü yılında olan fizik öğretmenliği anabilim dalında eğitimini sürdüren öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Daha sonra 2011-2012 eğitim öğretim yılında eğitimlerinin üçüncü, dördüncü ve beşinci yıllarında olan aynı öğretmen adaylarına yeniden uygulanmıştır. İki yıl arayla aynı öğretmen adayı gruplarından alınan veriler karşılaştırılmıştır.

Verilerin Analizi

DDHKYT'nin uygulanmasından sonra, kavram yanlışlarının oranları tespit edilmiştir. Bu sırada Tablo 2.3.'de verilen yanıt kombinasyonlarından yararlanılmıştır. Üç aşamalı testlerde, bir öğretmen adayının kavram yanlışına sahip olduğuna karar verilebilmesi için, birinci aşamada kavram yanlışını işaret eden seçeneği tercih etmesi, ikinci aşamada tercih ettiği seçeneğe uygun bir açıklamanın işaretlenmesi ve üçüncü aşamada da ilk iki aşamadaki eylemlerinden emin olması gerekmektedir. Buna uygun olarak her kavram yanlışlığı için belirlenen kombinasyonlar kullanılmıştır. Bir kavram yanlışlığı için birden fazla kombinasyon bulunmaktadır. Burada, DDHKYT'den elde edilen veriler analiz edilirken şu yol izlenmiştir:

Herhangi bir kavram yanlışlığının oranı tespit edilirken; bu yanlışlığa ait kombinasyonlar aynı test maddesinden elde ediliyorsa, sonuçların aritmetik ortalaması alınmıştır. Bu yanlışlığa ait kombinasyonlar farklı test maddelerinden elde ediliyorsa sonuçlar toplanmıştır. Örneğin; Tablo 2.3'te verilen KY09'a ait iki kombinasyon farklı sorulardan elde edildiğinden sonuçlarının aritmetik ortalaması alınmış, KY10'a ait iki kombinasyon aynı sorudan elde edildiği için sonuçlar toplanmıştır. Bunun nedeni, aynı öğrencinin aynı test maddesine tek kombinasyonla yanıt verebilecek oluşudur. Bu nedenle farklı test maddesine ait kombinasyonları aynı öğrenci yanıtlamış olabilir. Bu durumda da aritmetik ortalama alınmıştır. Fakat aynı yanlışlığın aynı test maddesine ait kombinasyonları toplanmıştır.

Öğrencilerden farklı zamanlarda alınan veriler değerlendirilirken, iki uygulama sonuçları arasındaki ilişkiye Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı hesaplanarak bakılmıştır. Ayrıca, olumlu veya olumsuz değişimlerin nedenlerini belirlemek amacıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler betimsel olarak incelenmiş ve sonuçlar özetlenmiştir.

Bulgular ve Yorumlar

Bu kısımda ölçme araçlarından elde edilen verilere ait bulgular verilmiştir. Bulgular tablolarla sunulmuş, amaca uygun karşılaştırmalar yapılmıştır.

Testin geçerliliğine bakmak için, öğrencilerin birinci ve ikinci aşamaya verdikleri yanıtların analizi yapılmıştır. Tablo 3'te birinci uygulama için, Tablo 4'te de ikinci uygulama için her bir sorunun ilk iki basamağına doğru ve yanlış yanıt veren öğrencilerin sayıları ve yüzdeleri verilmiştir. Ardından, her bir soru için birinci ve ikinci aşama arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Elde edilen korelasyon değerleri, Tablo 3 ve Tablo 4'te "r" olarak verilmiştir.

Tablo 3 Birinci uygulamada soruların ilk iki basamağına verilen yanıtların dağılımı ve basamaklar arası kombinasyon

1. Aşama 2. Aşama Sorular	Doğru				Yanlış				r
	Doğru		Yanlış		Doğru		Yanlış		
	f	%	f	%	f	%	f	%	
1	41	40	8	7,8	8	7,8	45	44	0,69
2	43	42	12	12	9	8,7	36	35	0,58
3	24	23	4	3,9	9	8,7	65	63	0,70
4	53	51	9	8,7	9	8,7	30	29	0,62
5	46	45	6	5,8	2	1,9	44	43	0,84
6	15	15	4	3,9	8	7,9	75	73	0,65
7	51	50	6	5,8	0	0	41	40	0,88
Ortalama	39	38	7	6,8	6,4	6,2	48	47	0,71

Tablo 4 İkinci uygulamada soruların ilk iki basamağına verilen yanıtların dağılımı ve basamaklar arası kombinasyon

1. Aşama 2. Aşama Sorular	Doğru				Yanlış				r
	Doğru		Yanlış		Doğru		Yanlış		
	f	%	f	%	f	%	f	%	
1	39	49	6	7,6	5	6,3	29	37	0,72
2	38	48	8	10	11	14	21	27	0,50
3	28	35	3	3,8	1	1,3	47	59	0,89
4	39	49	5	6,3	5	6,3	29	37	0,74
5	37	47	4	5,1	1	1,3	35	44	0,87
6	7	8,9	1	1,3	7	8,9	63	80	0,61
7	40	51	1	1,3	2	2,5	34	43	0,92
Ortalama	33	41	4	5,1	4,6	5,8	37	47	0,75

Tablo 3 ve Tablo 4'e göre, testin birinci ve ikinci uygulamalarında aşamalar arası korelasyon değerleri her bir soru için 0,5'ten büyük bulunmuştur. Dolayısıyla, tüm sorular için birinci ve ikinci aşamalar arası korelasyonun yüksek olduğu söylenebilir. Hestenes & Halloun (1995)'e göre, bir testin geçerlilik değerinin çalışmalarda kullanılabilir düzeyde olması için doğru nedenli yanlış yanıt verme olasılığının %10'dan küçük olması gerekir. Tablo 3'e ve Tablo 4'e bakıldığında, hem yanlış nedenli doğruların hem de doğru nedenli yanlışların oranının %10'un altında olduğu görülmektedir.

Birinci ve ikinci uygulamalarda fizik öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının frekansları ve yüzdeler oranları belirlenmiştir. İki yıllık zaman süresince öğrenci sayılarında da değişim olmuştur. Bu nedenle yüzdeler dayalı sonuçların yanı sıra kavram yanılgısına sahip olan öğretmen adaylarının sayısına da bakılmıştır. Bu durum, herhangi bir kavram yanılgısına sahip olan öğretmen adayı sayısının değişmemesi ya da azalmasına karşın, yüzdelerin artabilmesi veya tersinin olabilmesi gibi durumların önüne geçmek için yapılmıştır. Söz konusu veriler Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5 Birinci ve İkinci Uygulamalarda Fizik Öğretmen Adaylarının Kavram Yanılgılarının Frekans ve Yüzdeler Oranları

KY	Birinci Uygulama (2009-2010)							İkinci Uygulama (2011-2012)								
	1. Sınıf (N: 36)		2. Sınıf (N: 39)		3. Sınıf (N: 28)		Toplam (N: 103)		3. Sınıf (N: 24)		4. Sınıf (N: 30)		5. Sınıf (N: 25)		Toplam(N: 79)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
KY01	6,00	16,67	8,00	20,51	4,00	14,29	18,00	17,48	6,00	25,00	3,00	10,00	4,00	16,00	13,00	16,46
KY02	4,00	11,11	6,50	16,67	3,00	10,71	13,50	13,11	4,75	19,79	4,25	14,17	3,75	15,00	12,75	16,14
KY03	3,50	9,72	4,75	12,18	2,00	7,14	10,25	9,95	2,00	8,33	4,00	13,33	4,25	17,00	10,25	12,97
KY04	2,50	6,94	1,17	2,99	1,33	4,76	5,00	4,85	1,00	4,17	0,33	1,11	0,33	1,33	1,67	2,11
KY05	1,67	4,63	1,33	3,42	0,33	1,19	3,33	3,24	1,67	6,94	2,33	7,78	1,00	4,00	5,00	6,33
KY06	5,00	13,89	5,00	12,82	3,00	10,71	13,00	12,62	2,00	8,33	4,00	13,33	1,00	4,00	7,00	8,86
KY07	1,50	4,17	2,50	6,41	0,00	0,00	4,00	3,88	2,00	8,33	0,5	1,67	1,00	4,00	3,5	4,43
KY08	1,00	2,78	2,50	6,41	0,00	0,00	3,50	3,40	3,00	12,50	1,50	5,00	0,50	2,00	5,00	6,33
KY09	0,00	0,00	1,50	3,85	1,00	3,57	2,50	2,43	1,00	4,17	1,00	3,33	0,50	2,00	2,50	3,16
KY10	4,00	11,11	2,00	5,13	0,00	0,00	6,00	5,83	2,00	8,33	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,53

Tablo 5, en fazla görülen üç kavram yanılgısının hem yüzdeler hem de frekans bazında ilk ikisinin birinci ve ikinci uygulamada değişmediğini, ancak üçüncüsünün değiştiğini göstermektedir. Her iki uygulamada da en çok görülen kavram yanılgısı KY01'dir. İkinci sırada en çok görülen yanılgı ise KY02'dir. Üçüncü sırada en çok görülen kavram yanılgısı birinci uygulamada KY06 iken, ikinci uygulamada KY03 olmuştur. Bunlar şöyledir:

- KY01: Merkezci kuvvetin etkisi Düzgün Çembersel Hareket bitse de devam eder.
- KY02: Merkezci kuvvet Düzgün Çembersel Hareket olduğunda oluşan bir kuvvettir.
- KY03: Merkezci kuvvetin yönü dışa doğrudur.
- KY06: Düzgün Çembersel Hareket'te hız değişmez.

Tablo 5 incelendiğinde, ilk uygulamada birinci sınıfta hiç gözlenmemiş olan KY09 ve üçüncü sınıfta hiç gözlenmemiş olan KY07 ve KY08 kavram yanılgılarının ikinci uygulamada tespit edildiği görülmektedir. Dolayısı ile bu kavram yanılgılarının bazı öğretmen adaylarında iki yıllık süreç içinde oluştuğu söylenebilir. Birinci uygulamada ikinci sınıflarda görülen KY10 kavram yanılgısı da ikinci uygulamada tamamen ortadan kalkmıştır. Diğer kavram yanılgıları her iki uygulamada da görülmeyle birlikte, miktarlarında artışlar veya azalmalar gerçekleşmiştir. Bu değişimler değişim miktarına bakılmaksızın Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 6'da yanında “*” imi gösterilen kavram yanılgıları birinci uygulamada hiç gözlemlenmezken, ikinci uygulamada gözlenen; “†” ile gösterilen kavram yanılgıları ise birinci uygulamada gözlemlenirken ikinci uygulamada tamamen ortadan kalkan yanılgılardır.

Tablo 6 Birinci ve İkinci Uygulamalarda Fizik Öğretmen Adaylarının Kavram Yanılgılarındaki Değişimler

KY	Yüzde Olarak				Frekans Olarak			
	Genel	1 ⇔ 3	2 ⇔ 4	3 ⇔ 5	Genel	1 ⇔ 3	2 ⇔ 4	3 ⇔ 5
KY01	Azalma	Artış	Azalma	Artış	Azalma	-	Azalma	-
KY02	Artış	Artış	Azalma	Artış	Azalma	Artış	Azalma	Artış
KY03	Artış	Azalma	Artış	Artış	-	Azalma	Azalma	Artış
KY04	Azalma	Azalma	Azalma	Azalma	Azalma	Azalma	Azalma	Azalma
KY05	Artış	Artış	Artış	Artış	Artış	-	Artış	Artış
KY06	Azalma	Azalma	Artış	Azalma	Azalma	Azalma	Azalma	Azalma
KY07	Artış	Artış	Azalma	Artış*	Azalma	Artış	Azalma	Artış*
KY08	Artış	Artış	Azalma	Artış*	Artış	Artış	Azalma	Artış*
KY09	Artış	Artış*	Azalma	Azalma	-	Artış*	Azalma	Azalma
KY10	Azalma	Azalma	Azalma†	-	Azalma	Azalma	Azalma†	-

Tablo 5 ve Tablo 6’da gösterilen verilere göre yüzde olarak bakıldığında, birinci sınıftan üçüncü sınıfa gelen öğretmen adaylarının altı kavram yanılgısında, ikinci sınıftan dördüncü sınıfa gelen öğretmen adaylarının üç kavram yanılgısında ve üçüncü sınıftan beşinci sınıfa gelen öğretmen adaylarının ise altı kavram yanılgısında artış görülmüştür. Genel olarak altı kavram yanılgısında yüzde olarak artış görülmekteyken, dört yanılgıda ise azalma görülmektedir.

Kavram yanılgısına sahip olan öğretmen adaylarının frekansına bakıldığında ise birinci sınıftan üçüncü sınıfa gelen öğretmen adaylarının dört kavram yanılgısında, ikinci sınıftan dördüncü sınıfa gelen öğretmen adaylarının bir kavram yanılgısında ve üçüncü sınıftan beşinci sınıfa gelen öğretmen adaylarının beş kavram yanılgısında artış görülmüştür.

KY04 ve KY10 kavram yanılgıları tüm sınıflarda yüzdeler açısından azalma gösterirken (3⇔5 için her iki uygulamada da sıfırdır), KY05 yanılgısı tüm sınıflarda artış göstermiştir. Ancak frekans açısından durum farklıdır. Tüm sınıflarda KY04, KY06 ve KY10 kavram yanılgılarında frekans açısından azalma görülürken (3⇔5 için her iki uygulamada da sıfırdır) hiçbir kavram yanılgısı için tüm sınıflarda artış gözlemlenmemiştir. Bu iki açıdan değerlendirme kendi aralarında karşılaştırıldığında, ikinci uygulamaya katılan öğrencilerin sayısının daha az olması nedeniyle, frekans açısından yapılan değerlendirmeler daha anlamlı olmaktadır. Örneğin; Tablo 6’da KY09 kavram yanılgısına ait toplam frekans değeri değişmemiş olmasına karşın yüzdeler açısından artış olduğu görülmektedir. Bu durumda, ilgili kavram yanılgısına sahip öğretmen adayı frekansı aynı kalmasına karşın, yanılgının yüzdeler olarak artması KY09’a sahip olan öğretmen adayı sayısının da arttığı gibi yanlış bir sonuçta kullanılabilir.

DDHKYT'nin iki uygulaması arasında görülen değişimlerin nedenleri öğrencilerden bazıları ile yapılan görüşmelerle araştırılmıştır. Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, ilk uygulamada birinci sınıfta olup da, ikinci uygulamada üçüncü sınıfta olan iki öğretmen adayı görüşleri şöyle özetlenebilir:

Her iki öğretmen adayı da bu süreçte Fizik I ve Fizik II adıyla birinci sınıfta birer dönemde verilen Mekanik I ve Mekanik II derslerini ilk seferde veremeyip, bu dersleri ikişer kez almıştır. Dolayısıyla her iki öğretmen adayı da düzgün çembersel hareket konusunu yeniden görmüşler ve bunun düşüncelerinin değişmesinde etkili olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca her iki öğretmen adayı da özellikle ikinci uygulamada daha dikkatsiz davrandıklarını, teste kendilerini yeterince veremediklerini ifade etmektedirler. Ayrıca bu süreçte mekanik ile ilgili aldıkları laboratuvar derslerinin de (Fizik Lab. I ve Fizik Lab. II) etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca ilk uygulama sırasında mekanik konularını içeren Fizik I ve Fizik II dersi almakta olduklarından daha emin yanıtlar verdiklerini, ikinci uygulamada ise konuları unutmış olma olasılıkları nedeniyle emin olma oranlarının düştüğünü belirtmişlerdir.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, ilk uygulamada ikinci sınıfta olup da, ikinci uygulamada dördüncü sınıfta olan iki öğretmen adayının görüşleri şöyle özetlenebilir:

Görüşülen öğretmen adayları da birinci sınıftan üçüncü sınıfa geçenler gibi Fizik I ve Fizik II derslerini ilk seferde veremeyip bu süreçte be dersleri ikişer kez almışlardır. Bu derslerin ikinci kez alındığı sırada konu ile ilgili düşüncelerine ve kavramlarına ilişkin değişiklikler oluşturduğunu düşünmektedirler. Ayrıca bu süreçte mekanik ile ilgili aldıkları laboratuvar derslerinin de (Fizik Lab. I ve Fizik Lab. II) etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, ilk uygulamada üçüncü sınıfta olup da, ikinci uygulamada beşinci sınıfta olan iki öğrencinin görüşleri şöyle özetlenebilir:

Görüşülen öğretmen adayları, bu süreçte alan eğitimi derslerini ağırlıklı olarak aldıklarını belirtmişlerdir. Bu dersler içinde temel fizik kavramlarının öğretilmesi ve kavram yanlışları konulu birer ders aldıklarını, bu derslerin kendi kavram yanlışlarını sorgulamalarına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bu süreçte Orta Öğretim Fizik Deneyleri adında iki dönem boyunca aldıkları laboratuvar dersinin de kavram yanlışlarını sorgulamalarında etkili olduğunu dile getirmişlerdir. Söz konusu derslerin tümünde temel fizik konularının uygulamalı veya kuramsal olarak irdelendiğini, bunların içinde düzgün çembersel hareketin de bulunduğunu söylemişlerdir.

Sonuç ve Tartışma

Araştırmada, ele alınan 10 kavram yanlışına betimsel olarak bakıldığında; altısında azalma görülürken (KY01, KY02, KY04, KY06, KY07, KY10), ikisinde artış (KY05, KY08) gözlenmiş, ikisinde ise değişim gözlenmemiştir (KY03, KY05). Bu sonuç, kavram yanlışlarının doğasıyla örtüşmektedir. Çünkü şu bilinen bir gerçektir ki kavram yanlışları dirençli bir özellik gösterdiklerinden bir taraftan yıllara göre değişim göstermeyebilirken diğer bir taraftan çeşitli etmenler sayesinde yıllara göre bir azalma meydana gelebilmektedir. Başka bir açıdan bakıldığında ise çeşitli nedenlerle öğrencilerde başlangıçta görülmeyen kavram yanlışlarının yıllar içinde ortaya çıkabildiği görülebilmektedir. Dolayısıyla kavram yanlışlarının yıllara göre değişimi farklı değişkenlere bağlıdır. Örneğin grubun özelliklerine, yıllar içerisinde aldıkları derslere, günlük yaşam deneyimlerine göre bireylerin kavram yanlışlarında azalma veya artış gösterebileceği gibi değişim göstermeyebilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuca benzer şekilde Bayraktar (2009: 282), fizik öğretmen adayının kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının öğrenim süreleri arttıkça genel olarak azaldığını ancak dördüncü sınıf öğretmen adaylarının üçüncü sınıf öğretmen adaylarına göre daha fazla kavram yanlışına sahip olduğunu belirlemiştir. Bu sonucun ise kuvvet ve hareket konusunu içeren Mekanik I dersini alttan alan öğrencilerin üçüncü sınıfta artış göstermesi olabileceğini öne sürmüştür.

Öğrencilerin kavram yanlışlarının değişimini ele alan diğer bir çalışmada ise, Heckler & Sayre (2010), ilk dönem “Mekanik”, ikinci dönem “Elektrik” konularının yer aldığı üniversite birinci sınıf Temel Fizik Derslerini (Introductory Calculus-Based Physics Course) alan 1694 mühendislik fakültesi öğrencisinin “Mekanik” ve “Elektrik” konularındaki temel bilgilerinin değişimini araştırmıştır. Değişim günlük, haftalık ve iki haftalık periyotlarda olmak üzere derslerin başlangıcından bitimine kadar takip edilmiştir. Deneysel desenin kullanıldığı bu çalışmada, bir gruba geleneksel öğretim; diğer gruba kavramsal soruların sıklıkla kullanıldığı bir öğretim yöntemi uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin çalışmada kullanılan 126 kavramsal soruya verdikleri yanıtlardan 37 tanesinde (yaklaşık %30) istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenirken geri kalanında belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Yazarlar, doğru yanıtlarındaki artış ve azalışı, değişimin olduğu haftalarda işlenen konulara bağlarken doğru yanıtlardaki sabitliği dersin etkisiz oluşuna veya bu gruba giren öğrencilerinin sınıf seviyesine göre ya çok üstte ya da çok altta kaldığına bağlamaktadır.

Bunun yanı sıra, Hooke 1684’de çembersel hareket yapan bir cisme etkiyen net kuvvetin merkeze doğru olduğunu açıklamış, bu açıklamayı Alexies Clairaut (1713- 1765) ve

Heinrich Hertz (1857-1894) gibi saygın bilim adamları şiddetle reddetmiştir (akt. Sabancılar, 2006:1). Günümüz öğrencilerinin düzgün çembersel hareket konusundaki bilgilerine baktığımızda, Clairant ve Hertz'in tepkileri doğal karşılanabilir. Çünkü günümüz alanyazınına göre de "Mekanik" konuları içerisinde gerek öğrencilerin gerek öğretmen adaylarının gerekse öğretmenlerin en fazla sahip olduğu kavram yanlışlarından birisi eylemsiz referans sistemlerinde "merkezkaç kuvveti" olarak adlandırılan hayali bir kuvvetin varlığıdır. Bu çalışmada da bu kavram yanılığı hem ilk yıllarda baskın olarak görülmekte hem de yıllar içerisinde frekansı görülmeye devam etmektedir.

Düzgün çembersel hareketle ilgili öğrenilmesi zor olan diğer kavramlar göz önüne alındığında öğretmen adaylarının kuvvet ile hız kavramlarını birbiri ile karıştırdıkları, merkezci kuvvetin özel bir kuvvet olmayıp net bir kuvvet olduğunun farkında olmadıkları ve hızın vektörel bir nicelik olduğunu uygulamalarda kullanamadıkları sonucuna varılmaktadır. Bunun dışında öğretmen adaylarından birçoğunun merkezkaç kuvvetinin gerçekte var olmayan bir kuvvet olduklarının farkında olmalarına rağmen merkezci kuvvetin yönünü dışa doğru çizmekle bu bilgilerinin ezberin ötesine geçmediği ve kavram kargaşasına sahip oldukları sonucuna varılabilir.

Kavram yanlışlarının dirençli yapısı onların giderilmesini güçleştirmektedir. Eğitimleri boyunca çeşitli fizik konularını ve bu konuların öğretilmesi ile ilgili dersler alan öğretmen adaylarında bile kavram yanlışlarının son sınıfa gelmelerine karşın halen var olması, bu direncin ne kadar fazla olduğunun göstergesidir. Bunun dışında, bir öğrencide önceden var olmayan kavram yanlışları; günlük yaşam, dersler ve benzeri çeşitli etmenlerden ötürü daha sonra oluşabilmektedir.

Öneriler

Kavram yanlışlarındaki olumlu veya olumsuz değişimlerin nedenleri sorgulandığında, olumlu değişimlerin Mekanik konularını ve bu konuların öğretilmesini içeren kuramsal ve uygulamalı derslerin bu süreçte ilk kez veya ikinci kez alınması sayesinde olduğu söylenebilir. Bu da göstermektedir ki, uygun yaklaşımlar kullanıldığında kavram yanlışları kısmen de olsa giderilebilmektedir. Ancak önceden var olmayan kavram yanlışlarının daha sonra ortaya çıkması, olası kavram yanlışlarını önleyici bir yaklaşımın izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca var olan yanlışların giderilmesi için yeni stratejiler de araştırılmalıdır. Bunun yanı sıra, öğrencilerin eğitimleri boyunca çeşitli konulardaki kavram yanlışları belirli aralıklarla yoklanmalı ve değişim olup olmadığı izlenmelidir. Böylelikle

eğitim sürecinin değerlendirilmesi, yanlışları giderici biçimde düzenlenmesi ve eksikliklerinin giderilmesi sağlanabilir. Kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik çok sayıda çalışma olmasına karşın, alan yazında kavram yanlışlarının zamanla değişimini izleyen çalışmaların sayısı yetersizdir. Bu konuda alan yazındaki eksiği giderecek yönde çalışmalara öncelik verilmelidir. Kavram yanlışlarındaki değişimler, çok aşamaları testleri destekleyecek şekilde görüşme gibi nitel tekniklerle de irdelenmelidir.

Kaynakça

- Bayraktar, Ş. (2009). Misconceptions of Turkish Pre-Service Teachers About Force And Motion, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 273-291.
- Chambers, S.K. & Andre T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current, *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107–121.
- 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. & Sürmeli, E. (2002). *Üç-Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanlışlarının Ölçülmesi*, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Eryılmaz, A. (2010). Development and Application of Three-Tier Heat and Temperature Test: Sample of Bachelor and Graduate Students, *Eurasian Journal of Educational Research*, Issue 40, Summer 2010, 53-76.
- Gilbert, J.K. & Watts, D.M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education, *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
- Güneş, B. (2005), *Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu: IV. Bölüm, Bilimsel Hatalar ve Kavram Yanlışları*.(Kitabın diğer bölümlerinin yazarları: Yağbasan,R, , Özdemir, E, Temiz, B, Gülçiçek, Ç, Kanlı, U, Ünsal Y, Tunç,T), Gazi Kitabevi, Ankara.
- Heckler, A., F. & Sayre, E., C. (2010). What happens between pre- and post-tests: Multiple measurements of student understanding during an introductory physics course, *American Journal of Physics*, 78, 768-777.
- Hestenes, D. & Wells, M. (1992), A Mechanics Baseline Test, *The Physics Teacher*, 30, 159-166.

- Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992), Force Concept Inventory, *The Physics Teacher*, 30, 141-158.
- Hestenes, D. & Halloun, I. (1995). Interpreting the FCI. *The Physics Teacher*, 33, 502-506.
- Howe, A.C. & Jones, L. (1998). *Engaging Children in Science* (2nd ed.) Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Kaltakçı, D. (2012). *Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers misconceptions about geometrical optics*. Unpublished PhD Dissertation. METU, Ankara.
- Kızılcık, H. Ş. & Güneş, B. (2011) Düzgün Dairesel Hareket Konusunda Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi Geliştirilmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 278-292.
- Kızılcık, H. Ş.; Önder N. & Güneş, B. (2012) Fizik Öğretmen Adaylarının Düzgün Dairesel Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Değişimi, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Bildiri, 27-30 Haziran 2012, Niğde-TÜRKİYE.
- Mazur, E. (1997), *Peer Instruction: A User's Manual, Concept Test*, Prentice Hall, USA.
- Palmer, D.H. & Flanagan, R.B. (1997). Readiness to change the conception that "Motion-Implies-Force": A comparison of 12-year-old and 16-year-old Students. *Science Education*, 81, 317-331.
- Sabancılar, H. (2006). *Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Dairesel Hareket Konusundaki Kavram Yanılgıları*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şahin, Ç. ve Çepni, S. (2011) Yüzme-batma, kaldırma kuvveti ve basınç kavramları ile ilgili iki aşamalı kavramsal yapılarıdaki farklılaşmayı belirleme testi geliştirmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8-1, 79-110.
- Tregust, D. (1986) Evaluating students misconceptions by means of diagnostic multiple-choice items, *Research in Science Education*, 16, 199-207.
- Trumper, R. (2000). A cross-college age study about physics students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers, *Curriculum Matters*, 227-238.
- Trumper, R. & Gorsky, P. (1997). A survey of biology students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers, *Research in Science & Technological Education*, 15(2), 133-147.

- 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.
- Yıldız, A., 2003. *Fizik Öğrencilerinin, Çekim, Kuvvet ve Hareket Hakkındaki Düşünceleri ve Öğretim Elemanlarının Öğrenci Düşünceleri İle İlgili Tahminler*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi İlköğretim Anabilim Dalı, Erzurum.
- Yin, R., K. (1984). *Case Study Research: Design and Methods*, Newbury Park, CA. :Sage.