

Fizik ve Fen Bilgisi Öğretmen Adayları Farkı Fark Edebiliyor Mu? Kütle ve Ağırlık Merkezi Kavramları Örneği

Vahide Nilay KIRTAK AD¹, M. Sabri KOCAKÜLAH²

¹ Arş. Gör., Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir-TÜRKİYE

² Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir-TÜRKİYE

Alındı: 15.03.2012

Düzeltildi: 26.05.2012

Kabul Edildi: 05.11.2013

Orijinal Yayın Dili Türkçedir (v.10, n.4, Aralık 2013, ss.56-74)

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, üniversitede okuyan fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının, “kütle merkezi” ve “ağırlık merkezi” ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmektir. Betimsel nitelikli tarama modelinin kullanıldığı bu çalışmada çalışma grubunu 2008-2009 eğitim-öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi’nde okuyan 335 fizik ve fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının çok sayıda kavram yanlışına sahip oldukları görülmüştür. “Ağırlık merkezi, kütle merkezi ile aynı şeydir; Ağırlık merkezi cismin orta noktasıdır; Ağırlık ve kütle farklıdır. O yüzden ağırlık merkeziyle kütle merkezi de farklıdır; Kütle merkezi değişmez, ağırlık merkezi değişir.” gibi çeşitli kavram yanlışları ile karşılaşmıştır. Bu kavram yanlışlarının çoğunun sebebinin “kütle ve ağırlık” kavramlarının tam olarak bilinmemesinin olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda ortaya çıkarılan kavram yanlışlarını temele alan bir öğretim modelinin geliştirilmesi ve bu modelin etkisinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kütle Merkezi; Ağırlık Merkezi; Kavram Yanlışları; Fizik Eğitimi; Fen Eğitimi.

GİRİŞ

Son yıllarda fen bilimleri eğitiminde “Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı” ön plana çıkmaktadır. Yapılandırmacı öğrenme kuramının gelişimine Piaget’in bilişsel gelişim ve bilginin bilişsel yapılandırılması ile ilgili düşünceleri önemli katkılar sağlamıştır (Taşkın & Koray, 2006). Yapılandırmacı öğrenme kuramı, bilginin öğrenen tarafından oluşturulduğu, yeni bilginin eski bilgiler üzerine inşa edildiği ve bu nedenle de öğretim boyunca eski kavramlarla yeni kavramların ilişkilendirilmesi gerektiğini savunmaktadır (Hewson, 1992). Bu durumda kavram öğretiminin önemi ön plana çıkmaktadır (Novak, 1987).



“Kavram”, deneyimlerimiz sonucunda iki ya da daha fazla varlığı ortak özelliklerine göre bir arada gruplayarak, diğer varlıklardan ayırt ettiğimizde bu grubun zihnimizde bir düşünce birimi olarak yer etmesidir. İşte bu düşünce birimini ifade etmekte kullandığımız sözcük ya da sözcükler bir kavramdır (Yaşar, 2006). Kavram yanlışlığı ise bu düşünce birimlerinin yanlış oluşturulması ya da adlandırılmasıdır (Novak, 1987).

Kavram yanlışlığı bir hata veya bilgi eksikliğinden dolayı yanlış verilen yanıt olmayıp, zihinde bir kavramın yerine yerleştirilen tanımın, o kavramın bilimsel tanımından farklı olması demektir. Eğer bir öğrenci bir kavramı yanlış açıklıyorsa, öğrencide kavram yanlışlığı vardır diyemeyiz. Ama eğer öğrenci bu yanlış açıklamasıyla yüzleştirildiğinde yaptığı açıklamayı hala savunuyorsa ve iddia ediyorsa, o zaman öğrencide bir kavram yanlışlığı olduğu söylenebilir. Eryılmaz ve Sürmeli (2002, p.1) hata ile kavram yanlışlığı arasındaki farkı şöyle açıklamaktadır:

“Hatalarının doğru olduklarını sebepleri ile birlikte açıklıyorlarsa ve kendilerinden emin olduklarını söylüyorlarsa o zaman kavram yanlışlığı var diyebiliriz. Yani bütün kavram yanlışlığı birer hatadır ama bütün hatalar birer kavram yanlışlığı değildir.”

Öğrenme ve öğretme alanlarındaki bilimsel çalışmaların bulguları, öğrenme sürecinde her bireyin karşımıza hazır bulunuşluk düzeyinde ve zihninde bir kavramsal yapıya sahip olarak geldiğini göstermektedir (Çepni, 2006; Kocakulah & Kocakulah, 2002). Öğrencinin öğrenme ortamına getirdiği bu kavramsal yapının bireyin öğrenmesine etki eden en önemli faktörlerden biri olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu kavramsal yapının bireyin özelliklerinden, deneyimlerinden, çevresinden, öğretmenlerinden ve ders kitaplarından kaynaklanan eksik ve yanlış bilgiler ile kavram yanlışlığı içerebildiği tespit edilmiştir. Özellikle kavram yanlışlarının giderilmesinin çok kolay olmadığı ve kavram yanlışlarının öğrenmenin önündeki en büyük engellerden biri olduğu olgusu artık çoğu araştırmacı tarafından kabul görmektedir (MEB, 2008).

Son yıllarda fen eğitiminde ve dolayısıyla fizik eğitiminde yurt içinde ve yurt dışında en fazla çalışılan alanların başında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlığı gelmektedir (Driver, 1989; Gilbert & Watts, 1983; Hestenes, Megowan-Romanowicz, Osborn Popp, Jackson & Culbertson, 2011; Novak, 1987). Özellikle fizik alanında yapılan gelişmeler fizik eğitiminde karşılaşılan zorlukları her geçen gün daha da arttırmaktadır. Kavramların sayısının artması ve programa yeni konuların eklenmesi fizik dersinin öğrenciler tarafından daha zor algılanmasına sebep olmaktadır. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amaçlı pek çok çalışma (Demirci & Çirkinoğlu, 2004; Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Keser, 2007; Küçük, 2005; Ünlü & Gök, 2007) yapılmıştır. Kavram yanlışlarının belirlendiği çalışmaları, bu yanlışları gidermeye yönelik yapılan çalışmalar izlemektedir (Candan, Türkmen & Çardak, 2006; Küçüközer, 2004)

Fiziğin temel konularını oluşturan “kütle ve ağırlık” kavramları üzerine çalışmalar yapılmış ve farklı boyutlarıyla ele alınmıştır. Yapılan kaynak taraması sonucunda Tablo 1’de görüldüğü gibi “kütle ve ağırlık” kavramları ile ilgili pek çok kavram yanlışlığının olduğu bulunmuştur. Koray ve Tatar (2003) tarafından ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada elde edilen bulgulara göre öğrencilerin kütle ve ağırlık kavramlarının bilimsel tanımları ile ilgili sorun yaşadıkları ve çeşitli kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmüştür (Tablo 1). Ayrıca öğrencilerin 6. ,7. ve 8. sınıf düzeylerinde birbirine yakın oranlarda kavram yanlışlığı bulundurmaları, sınıf ve yaş seviyesinin artmasına rağmen, kavram yanlışlığının halen tespit edildiği dolayısıyla yok olmadığı sonucuna varılmıştır.

Koray, Özdemir ve Tatar (2005), ilköğretim öğrencilerinin kütle ve ağırlık birimleri hakkındaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan bir kavram testi hazırlanmış ve sonuçlarını öğrencilerin sınıf düzeylerini göz önüne alarak değerlendirmişlerdir. Araştırmanın sonuçları ilköğretim

öğrencilerinin kütle ve ağırlık kavramlarının birimleri ile ilgili olarak çok sayıda kavram yanlışlığına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Kütle ve ağırlık kavramlarının birimleri ile ilgili görülen kavram yanlışlarından örnekler Tablo 1’de verilmektedir.

Candan, Türkmen ve Çardak (2006) tarafından yapılan çalışmanın amacı kavram haritalamanın ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket kavramları ile ilgili anlama ve kavram yanlışları üzerindeki etkilerini belirlemektir. Kuvvet, yerçekimi, kütle, ağırlık, sürtünme kuvveti ve yer değiştirme gibi kavramlar hakkında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada, kuvvet ve hareket kavramlarını anlamada, kavram haritaları ile öğretilen deney grubundaki öğrencilerin, geleneksel yaklaşımla öğretilen kontrol grubundaki öğrencilerden daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kütle ve ağırlık kavramları ile ilgili görülen kavram yanlışları da Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Kütle, Ağırlık ve Yerçekimi ile İlgili Kavram Yanlışları

<i>Kavram yanlışları</i>	<i>Görüldüğü çalışmalar</i>
<i>Kütle ile ilgili kavram yanlışları</i>	
Kütle, cismin uzayda kapladığı yerdir.	Koray ve Tatar (2003)
Uzayda yer kaplayan, hacmi ve biçimi olan her şeye kütle denir.	Koray ve Tatar (2003)
Bir cismin madde miktarına kütle denir.	Koray ve Tatar (2003)
Uzaydaki varlıklara kütle denir.	Koray ve Tatar (2003)
Cisimlerin toplandığı yerdir.	Koray ve Tatar (2003)
Kütle, uzayda değişir.	Candan, Türkmen ve Çardak (2006)
Bir cisme yer tarafından uygulanan kuvvetler toplamına denir.	Candan, Türkmen ve Çardak (2006)
Kütle birimi Newton’dur.	Koray, Özdemir ve Tatar (2005)
Kütle birimi terazi/kantar/baskül’dür.	Koray, Özdemir ve Tatar (2005)
<i>Ağırlık ile ilgili kavram yanlışları</i>	
Hacmi ve kütleli olan uzayda yer kaplayan varlıklara ağırlık denir.	Koray ve Tatar (2003)
Bir şeyin kilosudur.	Koray ve Tatar (2003)
Bir maddenin hacmine ağırlık denir.	Koray ve Tatar (2003)
Bir cismin öz kütlesine denir.	Koray ve Tatar (2003)
Bir cismin yerçekimine göre kuvvetine denir.	Koray ve Tatar (2003)
Ağırlık birimi gramdır.	Koray, Özdemir ve Tatar (2005)
Ağırlık birimi kilogramdır.	Koray, Özdemir ve Tatar (2005); Candan, Türkmen ve Çardak (2006)
Bir cismi tartı ile tarttığımızda çıkan miktar o cismin ağırlığıdır.	Candan, Türkmen ve Çardak (2006)
<i>Ağırlık ve kütle kavramlarının birlikte geçtiği kavram yanlışları</i>	
Kütle, bir ağırlık ölçüsüdür.	Koray ve Tatar (2003)
Bir cismin kütlesine yer tarafından uygulanan yerçekimi kuvvetine cismin ağırlığı denir.	Koray ve Tatar (2003)
Cismin ağırlığına kütle denir.	Candan, Türkmen ve Çardak (2006); Koray ve Tatar (2003)
Ağırlık ve kütle, ikisinin de birimi kilogramdır.	Koray, Özdemir ve Tatar (2005); Candan, Türkmen ve Çardak (2006)
Kütle cismin ağırlığına denir.	Candan, Türkmen ve Çardak (2006); Koray ve Tatar (2003)

Alan yazın incelendiğinde Ortaöğretim Fizik Öğretim Programı, 11. Sınıf “Kuvvet ve Hareket” ünitesi içerisinde yer alan “kütle merkezi ve ağırlık merkezi” kavramları üzerine hiç çalışma yapılmadığı görülmektedir. “Kütle merkezi” ve “ağırlık merkezi” birbirinden farklı kavramlardır. Fakat öğrenciler çoğu zaman bu iki kavram arasında bir fark olduğunu bile düşünmeden bu kavramları birbirleri yerine kullanmaktadırlar. Özellikle üniversiteye giriş için hazırlanan kitaplar incelendiğinde kavramsal düzeyde çok fazla hatanın yapıldığı görülmektedir. Örneğin, “kütle merkezi” ve “ağırlık merkezi”nin aynı şey olduğu ve ikisiyle ilgili tüm sorularda aynı yöntemlerin kullanılması gerektiği anlatılmaktadır. Bu durum, öğrencilerde önemli kavram yanlışlarının olmasına sebep olmaktadır. Fakat bu konu üzerine henüz çalışılmadığı için öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları tam ve net olarak ortaya çıkarılmamış; dolayısıyla kavram yanlışlarının giderilmesi için hem öğretim modeli tasarımı hem de tasarlanan bir öğretim modelinin etkisi üzerine yapılandırıcı öğrenme kuramı temelli yeni çalışmalar da yapılmamıştır.

Bu araştırmanın amacı, üniversitede okuyan fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının, “kütle merkezi” ve “ağırlık merkezi” ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmektir.

YÖNTEM

Bu çalışma öğretmen adaylarının “kütle merkezi” ve “ağırlık merkezi” kavramları ile ilgili düşüncelerini incelemek üzere fenomenolojik çalışma deseninin kullanıldığı nitel bir araştırmadır. Fenomenolojik çalışmalar insanların çevrelerindeki gerçeklerle ilgili deneyimleri ve bu gerçekleri nasıl algılayıp onlara hangi anlamlar yüklediklerine odaklanan nitel araştırma yöntemi olarak tanımlanmaktadır. (Smith & Eatough, 2007; Walsh & ark., 1993). Fenomenolojik çalışmada incelenen kavramlara ilişkin çalışılan grubun nitel tanımlamaları bulunmaktadır ve bu tanımlamalar kavramlar arası ilişkiyi de gösteren hiyerarşik olarak düzenlenmiş kategoriler halinde sunulmaktadır.

Betimsel nitelikli tarama modelinin kullanıldığı bu çalışmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme yöntemleri genellikle nitel araştırmalarda kullanılmakta olup pek çok durumda, olgu ve olayın keşfedilmesinde ve açıklanmasında yararlı olmaktadır. Ölçüt örnekleme de ise önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumlar çalışılmaktadır. Burada ölçüt veya ölçütler araştırmacı tarafından oluşturulabilmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2006). Bu çalışmada dikkate alınan örneklem ölçütü, öğretmen adaylarının genel fizik dersini alarak kütle ve ağırlık merkezi konularını görmüş olmalarıdır.

a) Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu 2008-2009 eğitim-öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi’nde okuyan fizik ve fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışma grubuna ait betimsel özellikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışma Grubundaki Öğrencilerin Sınıflara Göre Dağılımı

<i>Bölüm</i>	<i>Sınıf</i>					<i>Toplam Öğrenci Sayısı</i>
	I	II	III	IV	V	
Fizik Öğretmenliği	24	18	15	17	16	90
Fen Bilgisi Öğretmenliği (1.öğretim+2.öğretim)	65	61	54	65	-	245
Toplam öğrenci sayısı	89	79	69	82	16	335

b) Verilerin Toplanması

Çalışma grubundan verilerin toplanması aşamalı olarak aşağıda açıklanmıştır.

Birinci aşama (Veri toplama araçları): Öğretmen adaylarının “kütle merkezi” ve “ağırlık merkezi” ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından açık uçlu sorulardan (Tablo 3) oluşan bir kavramsal anlama testi hazırlanmıştır. Hazırlanan bu test üç fizik eğitimi uzmanının görüşlerine sunulmuş, fikirleri alınmıştır.

Tablo 3. Kavramsal Anlama Testinde Yer Alan Açık Uçlu Sorular

Soru no:	Soru
1.Soru	Ağırlık merkezi nedir? Açıklayınız.
2.Soru	Kütle merkezi nedir? Açıklayınız.
3.Soru	Ağırlık merkezi ve kütle merkezi arasındaki fark nedir? Açıklayınız.

İkinci aşama (Pilot uygulama): Hazırlanan kavramsal anlama testi, ön çalışma olarak, çalışma grubu dışında seçilen fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarına (N=26) uygulanmıştır. Pilot çalışma sonucunda bazı soru kökleri değiştirilerek daha sade ve anlaşılır bir test hazırlanmaya çalışılmıştır. Bu sırada soru sayısında herhangi bir değişiklik yapılmamış, soru eklenmemiş ya da çıkartılmamıştır.

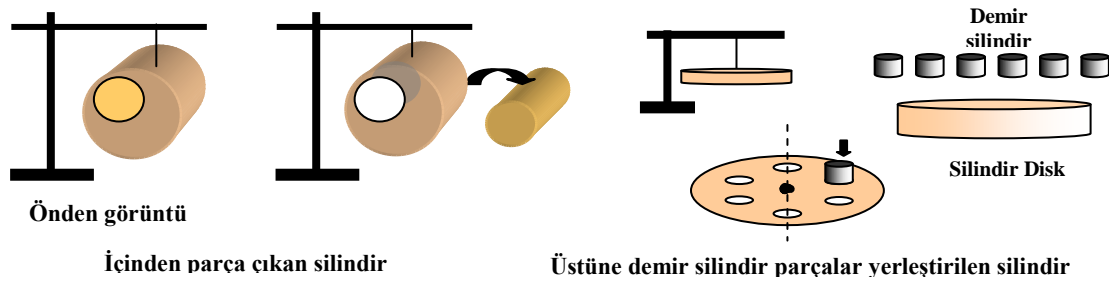
Üçüncü aşama (Asıl uygulama): Fizik ve fen bilgisi öğretmenliği bölümlerinde okuyan 335 öğretmen adayıyla asıl uygulama yapılmıştır. Öğretmen adaylarına 25 dakika süre verilerek kavramsal anlama testindeki üç soruyu cevaplamaları istenmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarının kütle merkezi ve ağırlık merkezi kavramları hakkında sahip oldukları fikirlerle ilgili daha detaylı bilgi almak için pilot çalışma sonucunda elde edilen verilerden ve uzman görüşlerinden yararlanılarak yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşmeler çalışma grubundan seçilen öğretmen adaylarıyla yapılmıştır. Görüşmeler, kavramsal anlama testine verilen yanıtlara göre özellikle de kavram yanılgısı olarak nitelendirilebilecek yanıtlar veren gönüllü 36 öğretmen adayı ile yapılmıştır.

c) Verilerin Analizi ve Yorumu

Araştırmadan elde edilen verilerin analizi, nitel veri analiz tekniklerinden betimsel analiz ile gerçekleştirilmiştir. Betimsel analiz, çeşitli veri toplama araçları ile elde edilmiş verilerin önceden belirlenmiş temalara göre özetlenmesi ve yorumlanmasını gerektiren bir nitel veri analiz türüdür. (Özdemir, 2010; Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu amaçla kavramsal anlama testine verilen yanıtların analizinde önceden belirlenen “*Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir*” ve “*Bilimsel Olarak Kabul Edilemez*” temaları esas alınmıştır. Ardından her bir öğrenci yanıtının içeriğine bakılarak yanıtlar kategorilendirilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin verdiği bilimsel anlamda kabul edilebilir yanıtlar içerdikleri ifadelerle bakılarak “*tam yanıt*” ya da tam yanıtın bileşenlerini içeren “*kısmi yanıt*” olarak kategorilendirilmiştir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar da “*Ağırlık/ağırlık merkezi veya Kütle/kütle merkezi kavramlarının tanımı ile ilgili yanıtlar*”, “*Yerçekimi kavramının geçtiği yanıtlar*”, “*Denge kavramının geçtiği yanıtlar*”, “*Moment kavramının geçtiği yanıtlar*” ve “*Yer tanımına dayalı yanıtlar*” olarak beş alt kategori altında toplanmıştır. Bu alt kategoriler öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelenerek oluşturulmuştur. Sadece üçüncü soruda moment kavramı ile ilgili yanıt veren öğrenci olmadığı için bu kategori açılmamıştır. Ayrıca öğrencinin neyi ifade etmeye çalıştığı belli olmayan yanıtlar için “*kodlanamaz*” ve yanıt vermeyen öğrenciler için “*yanıtsız*” kategorileri kullanılmıştır. Kavramsal anlama testinin analiz işleminde bu kodlama esasına göre hareket edilmiştir. Özellikle birinci ve ikinci soruda bazı öğretmen adaylarının

yanıtlarının birden fazla kategoriye içerdiği durumlarla karşılaşmıştır. Bu öğretmen adaylarının yanıtları birden fazla kategoriye yerleştirilerek değerlendirilmiştir. Bu yüzden toplam katılımcı sayısı tablolarında yer alan yanıtların sayısı farklılık gösterebilmektedir. Yanıtı hem bilimsel olarak kabul edilebilir hem de kabul edilemez ifadeler içeren öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Kavramsal anlama testinden elde edilen veriler, yarı-yapılandırılmış görüşmeden elde edilen veriler ile desteklenmeye çalışılmıştır. Kavramsal anlama testinin uygulandığı fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarından, 14 kişi fizik öğretmenliğinden 22 kişi de fen bilgisi öğretmenliğinden seçilerek toplam 36 kişiyle görüşme yapılmıştır. Öğretmen adaylarına sorulmak üzere on temel soru hazırlanmıştır. Ayrıca görüşme esnasında öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlara göre yanıtın altında yatan asıl nedeni görmek amacıyla sonda (yanıtın açıklanmasını gerektiren) sorularına başvurulduğu da olmuştur. Bu sırada değişik örnekler üzerinde öğrencilerin düşüncelerini öğrenmek amacıyla çeşitli materyallerden yararlanılmıştır. Tahtadan hazırlanan değişik geometrik şekiller üzerinde öğretmen adaylarından kütle ve ağırlık merkezini göstermeleri istenmiştir. Kullanılan materyallerden bazılarının modeli Şekil 1’de verilmektedir.



Şekil 1. Görüşme Esnasında Kullanılan Materyallerden Örnekler

Çalışmaya katılan öğrenciler kodlanarak isimlendirilmişlerdir. Örneğin; 1.Fz.1., 1.sınıf fizik öğretmenliği öğrencisi 1. kişiyi temsil etmektedir. 2.Fz.3, fizik öğretmenliği 2. sınıfta okuyan 3. öğrenciyi göstermektedir. Ya da 1.2.F.3, Fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf 2. öğretimde okuyan 3 numaralı öğrenciyi temsil etmektedir.

d) Geçerlik ve Güvenirliği Test Etme İşlemleri

Nitel araştırmalar için geçerliliği ve güvenirliliği sağlamanın yolları nicel araştırma türlerinden daha farklıdır (Kuş, 2006). Nitel araştırmalarda dış güvenilirlik olayların bireylere ve içinde bulunulan ortama göre sürekli bir değişim içinde olduğu gerçeğini göz önüne almak ve araştırmanın benzer gruplarda tekrarlanmasının aynı sonuçlara ulaşmayı mümkün kılması ile sağlanır. Bunu sağlamanın yolu gerek araştırmanın temel aşamalarının gerekse araştırmacının araştırma sürecindeki konumunun ve yaklaşımının ayrıntılı bir şekilde incelenmesidir (Yıldırım & Şimşek, 2006). Bu çalışmada kavramsal anlama testi ve görüşme formu araştırmacılar tarafından uzman görüşü alınarak hazırlanmış ve uygulanmıştır. İki aşamada toplanan veriler mümkün olduğunca açık ve net bir şekilde ifade edilmeye çalışılmıştır.

İç güvenilirlik, nitel araştırmanın temel özelliklerinden biriyle çelişmektedir. Nitel yaklaşım her araştırmacının olayları algılama ve yorumlama biçiminin farklı olacağını kabul eder. Nitel araştırmada iç güvenilirliğin sağlanması için verilerin doğrudan sunulması gerekmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2006). Bu çalışmada iç güvenilirliğin sağlanması amacıyla öğretmen adaylarının kavramsal anlama testinde ve görüşmelerde verdikleri yanıtlardan birebir örnekler verilmektedir. Ayrıca kavramsal anlama testinde yer alan sorulara verilen yanıtlar iki farklı uzman tarafından kodlanmıştır ve bağımsız kullanıcılar arası

güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır (Tablo 4). Kodlama aşamasında iki uzman arasında fikir ayrımı olması durumunda üçüncü bir araştırmacıdan yardım alınarak, kodlama yapılmıştır. Şencan (2005), ölçüm aracı kullanılarak yapılan değerlendirmelerde araştırmacılar arasındaki uyumun en az .80 düzeyinde olması gerektiğini söylemektedir. Tablo 4' te görüldüğü gibi bu araştırmadaki uyum yüzdeleri kabul edilebilir değerlerdedir.

Tablo 4. Kodlayıcılar Arası Güvenilirlik Katsayıları

Soru No	Soru 1	Soru 2	Soru 3
Güvenilirlik katsayısı	.92	.95	.90

Nitel araştırmalarda geçerlilik ise araştırmacının araştırdığı olguyu olduğu biçimiyle ve olabildiğince yansız gözlemesini gerektirmektedir. Bunun sağlanabilmesi için de uzman teyidi, katılımcı teyidi, veri çeşitlemesi, ayrıntılı betimleme gibi tekniklere başvurulabilir (Yıldırım & Şimşek, 2006). Bu çalışmada geçerliliğin sağlanabilmesi için araştırmanın her aşamasında uzman teyidine başvurularak, ayrıntılı betimleme yapılmaya çalışılmıştır. Ayrıca uygulanan kavramsal anlama testinin yanı sıra görüşmeler yapılarak mümkün olduğunca çok açıklayıcı veri toplanmaya çalışılmıştır.

BULGULAR

Çalışmanın bu kısmında teste yer alan her bir soruya verilen yanıtlar, bu yanıtların altında yatan temel sebeplerin sorgulandığı görüşme bulguları ile birlikte sunulmaktadır.

a) Birinci soruya ait bulgular

Birinci soru ağırlık merkezi kavramı ile ilgili olup “Ağırlık merkezi nedir? Açıklayınız” şeklinde verilen soruya öğretmen adaylarının yanıtları Tablo 5’ te verilmiştir.

Tablo 5. Ağırlık Merkezi ile İlgili Yanıtlar

Yanıt Türleri	f	(%)
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
A1. Doğru Yanıt		
---	---	---
A2. Kısmen Doğru Yanıtlar		
Bir cismi ağırlık merkezinden asarsak ve ya desteğe oturtursak cisim dengede kalır/ sabit durur.	57	14.84
Bir cismi iki farklı noktadan astığımızda ipin uzantılarının/doğrultularının/dik uzantılarının kesişim noktaları ağırlık merkezidir.	8	2.08
Diğer (Örn: Kütle merkezinin yerçekimi ivmesiyle anlam kazandığı noktadır/ yer çekimi kuvvetinin kütle merkezine etki ettiği noktadır.)	5	1.30
Toplam	70	18.22
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
Ağırlık/ağırlık merkezi kavramlarının tanımı ile ilgili yanıtlar		
Ağırlık merkezi cismi her iki taraftaki ağırlık eşit olacak şekilde ikiye böler.	5	1.30
Kütle merkezi ile aynı şeydir.	5	1.30
Diğer (Örn: mg'ye eşittir.; Ağırlığın yere olan etkisine denir.)	10	2.60
Toplam	20	5.20
Yerçekimi kavramının geçtiği yanıtlar		
Yerçekiminin etkisiyle cismin odak noktasıdır.	2	0.50
Cisimlerin ağırlıklarının yerçekimi kuvvetine bağlı olarak oluşturdukları yerdir.	2	0.50
Diğer (Örn: Yerçekimi kuvveti ile orantılıdır.)	5	1.30
Toplam	9	2.30
Denge kavramının geçtiği yanıtlar		
Cismin denge noktasıdır/merkezidir.	54	14.10
Cismin bir noktadan asılıp denge konumuna geldiğinde, asıldığı yerin hizasında/ ipin denge noktasından geçen bir noktadır.	14	3.60
Diğer (Örn: Cismi düşey veya yatay bir şekilde tuttuğumuzda dengede kaldığı nokta veya düzlemdir.; Cismin denge konumuna gelmiş halidir)	22	5.70
Toplam	90	23.40

Tablo 5'in devamı...

Moment kavramının geçtiği yanıtlar		
Bir cisme uygulanan kuvvetlerin momentlerinin eşit olduğunu noktaya denir.	41	10.70
Diğer (Örn: Cismin ağırlık merkezinden moment aldığımızda sıfır çıkmalıdır.)	6	1.50
Toplam	47	12.20
Yer tanımına dayalı yanıtlar		
Ağırlığın, toplandığı noktadır/merkezidir/uygulandığı yerdir/ orta noktasıdır/yoğunlaştığı yerdir.	69	18.00
Cisimlerin ağırlıklarının bileşkesidir/dengelenildiği noktadır/birbirlerine göre momentlerinin eşit olduğu noktadır.	13	3.40
Cismin orta noktasıdır.	11	2.80
Diğer (Örn: Bir cismin yerçekimine göre toplam kütesinin bulunduğu/ en yoğun olduğu noktaya denir. ; Bir cismin kütesinin yerçekimi etkisiyle yere uyguladığı kuvvete ağırlık denir. Bu kuvvetin uygulanma noktası/ hissedildiği yer ağırlık merkezidir.)	34	8.80
Toplam	127	33.00
C. Kodlanamaz		
Maddenin her yönde eşit olduğu noktadır.	2	0.50
Diğer (Örn: Ortak ağırlık noktasıdır. ; Cismin ağırlığının verdiği ortalama ile tam merkezine denir.)	9	2.30
Toplam	11	2.80
D. Yanıtsızlar		
	10	2.60

* Bir öğrenci birden fazla kategoride yanıt vermiştir.

Birinci soruya verilen yanıtlar incelendiğinde “ağırlık merkezi”nin ne olduğunu tam olarak açıklayabilen öğrencinin olmadığı görülmektedir. Ayrıca az sayıda öğrenci (% 18.22) kısmen doğru yanıt verebilmiştir. Fakat bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların oldukça fazla olduğu görülmektedir. Özellikle “denge” (% 23.40) ve “yer tanımına dayalı” (% 33.00) yanıtların sayısının diğer kategorilere göre daha fazla olduğu dikkati çekmektedir.

Ağırlık merkezini tanımlarken 54 öğrencinin (% 14.10) “Ağırlık merkezi, cismin denge noktasıdır/merkezidir” şeklinde açıklama yaptığı görülmektedir. Ayrıca “Cismin bir noktadan asılıp denge konumuna geldiğinde, asıldığı yerin hizasında/ ipin denge noktasından geçen bir noktadır.” diyen 14 (% 3.60) öğrenci bulunmaktadır. İlk bakıldığında kısmen doğru yanıt gibi görünse de yapılan görüşmeler sonucunda öğrencilerin bu konuda kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir. 1Fz11 kodlu öğrenci bu durumu “Bir cismin dengede kaldığı yer onun ağırlık merkezini ve kütle merkezini verir” diye açıklama yapmıştır. Ayrıca çizdiği bütün şekillerde cismi astığı ya da desteğe koyduğu noktayı ağırlık merkezi olarak göstermiştir. 1Fz18 kodlu öğrenci ise bu durumu “bir cismi iple bir yere astığımızda cisim dengeye gelir ve iple astığımız nokta ağırlık merkezi olur” şeklinde açıklamıştır.

Yer tanımına dayalı verilen yanıtlar incelendiğinde 69 (% 18) öğrencinin “Ağırlığın, toplandığı noktadır/ merkezidir/ uygulandığı yerdir/ orta noktasıdır/ yoğunlaştığı yerdir” şeklinde açıklama yaptığı görülmektedir. 11 (% 2.80) öğrenci ise ağırlık merkezini “cismin orta noktasıdır” diye açıklamıştır. 22F21 kodlu öğrenci bu durumu şöyle açıklamaktadır:

A: Ağırlık merkezi nedir? Açıklayabilir misin?

22F21: Ağırlık merkezi cismin orta noktasıdır, çünkü orası dengede kalmasını sağlayan yerdir.

A: Bütün cisimlerde aynı mıdır?

22F21: Evet, bütün cisimlerin orta noktası, ağırlık merkezidir.

Ağırlık merkezi ile ilgili yer tanımına dayalı yanıt kategorileri incelendiğinde “orta nokta” ifadesinin oldukça sık kullanıldığı görülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının heterojen cisimleri göz ardı ettiklerini göstermektedir. Ayrıca yapılan görüşmelerde bazı öğretmen adaylarının hem homojen hem de heterojen cisimler için ağırlık ve kütle merkezini sadece cismin geometrik şekline bakarak ortada gösterdikleri durumlarla da karşılaşmıştır. Diğer yanıt kategorileri incelendiğinde 11 (% 2.80) öğrencinin kodlanamaz yanıt verdiği, 10 (% 2.60) öğrencinin ise soruyu boş bıraktıkları görülmüştür.

b) İkinci soruya ait bulgular

“Kütle merkezi nedir? Açıklayınız” sorusuna ait öğretmen adaylarının yanıtları Tablo 6’da verilmiştir. İkinci soruya verilen yanıtlar incelendiğinde toplamda 17 (% 4.60) öğrencinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt verdiği görülmektedir. Bu grupta kısmen doğru yanıt kategorisinde bulunan “Ağırlık merkezi ve kütle merkezi aynı noktada bulunur” ifadesi 6 (% 1.67) öğrenci tarafından kullanılmıştır. Bu ifadeyi doğru olarak açıklayan öğrenciler bulunmakla birlikte yapılan görüşmeler sonucunda aslında zihninde kavram yanlışlığı barındıran öğrencilere de rastlanmıştır. 1Fz18 kodlu öğrenci “*homojen cisimler için ağırlık merkezi ve kütle merkezinin aynı yer*” olduğunu ifade etmektedir. 11F33 kodlu öğrenci bu durumu şöyle açıklamaktadır:

11F33: Dünyada yerçekimi ihmal edilemediği için ağırlık merkezi ve kütle merkezi aynı noktada bulunur. O yüzden yerleri aynıdır. Fakat yerçekimini ihmal edebilsaydik ikisi arasında fark olurdu. Örneğin Ay’da farklıdır.

Tablo 6. Kütle Merkezi ile İlgili Yanıtlar

Yanıt Türleri	f	(%)
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
A1. Doğru Yanıt		
Maddenin sonsuz sayıda parçacıktan oluştuğunu varsayarak her birinin herhangi bir noktaya göre olan momentleri toplamına eşit bir noktasal kütle olduğunu düşünürsek, o noktasal kütlelerin yeri kütle merkezidir.	1	0.20
A2. Kısmen Doğru Yanıtlar		
Ağırlık merkezi ve kütle merkezi aynı noktada bulunur	6	1.67
Cisim o noktadan asılırsa dengede kalır	4	1.10
Diğer (Örn: Bir cismin her noktadaki kütlelerinin toplandığı nokta/ bileşke kütlelerinin bulunduğu yerdir.)	6	1.67
Toplam	16	4.40
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
Kütle/kütle merkezi kavramlarının tanımı ile ilgili yanıtlar		
Ağırlık merkezi ile aynı şeydir.	37	10.30
Kütle merkezi her yerde aynıdır kesinlikle değişmez	11	3.00
Diğer (Örn: Cismin her noktadaki kütlelerinin ortalamasıdır. ; Ağırlık merkezi, cismin yerçekimine maruz kaldığı yerdeki kütle merkezidir. ; Kütle merkezinin doğrultusu (yönü) yoktur.)	24	6.70
Toplam	72	20.00
Yerçekimi kavramının geçtiği yanıtlar		
Yerçekiminin etkisi yoktur.	6	1.70
Maddenin her yerinin yerçekiminin etkisi ile oluşan kuvvetlerin bileşkesinin olduğu yerdir.	1	0.30
Toplam	7	2.00
Denge kavramının geçtiği yanıtlar		
Denge konumu/noktası/merkezidir	50	14.00
Cismin kütlelerinin dengelendiği noktadır.	14	3.80
Diğer (Örn: Cisim kütle merkezinden tutulduğunda sağdan soldan aşağıdan ve yukarıdan eşit kütle düşecek ve cisim dengelenecektir. ; Bir cisim astığımızda dengede durduğu noktaya denir.)	18	5.00
Toplam	82	22.80
Moment kavramının geçtiği yanıtlar		
Toplam/o noktaya göre, momentin sıfır olduğu noktadır.	2	0.50
Diğer (Örn: Her bir tanecinin kütlelerinin birbirine göre momentlerinin eşit olduğu noktadır.)	4	1.10
Toplam	6	1.60
Yer tanımına dayalı yanıtlar		
Cismin ortası/uzayda kaplamış olduğu alanın orta noktası/geometrik ortası/merkezidir.	44	12.20
Cismin kütlelerinin toplandığı/yoğunlaştığı/geçtiği noktadır.	31	8.60
Kütlelerin merkezidir/ortasıdır.	31	8.60
Diğer (Örn: Ağırlığın merkezidir. ; Ortalama kütlelerin alındığı yerdir.)	31	8.60
Toplam	137	38.00
C. Kodlanamaz		
Daha önce hiç duymadım.	11	3.00
Diğer (Örn: Kütle merkezi diye bir şey yoktur. ; Bir maddenin homojen ise, eşit uzaklıktaki noktadır.)	7	2.00
Toplam	18	5.00
D. Yanıtsızlar		
	20	5.60

* Bir öğrenci birden fazla kategoride yanıt vermiştir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde “denge” (% 22.80) ve “yer tanımına dayalı” (% 38.00) açıklamaların sayısının diğer kategorilere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca 72 (% 20.00) öğrenci de kütle/kütle merkezi kavramlarının tanımı ile ilgili yanıtlar vermiştir. “Kütle merkezi *ağırlık merkezi ile aynı şeydir*” diye açıklayan öğrenci sayısı (% 10.30) bu kategori içerisinde yer alan yanıt sayısının yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. 4Fz21 kodlu öğrenci kütle merkezini şöyle açıklamaktadır:

A: Kütle merkezi nedir? Açıklayabilir misin?

4Fz21: Bana göre kütle merkezi ve ağırlık merkezi aynı. Çünkü aynı şartlarda ölçtüğümüz de yer çekimi ivmesi değişmiyor o yüzden ikisi de aynı.

A: Peki, neden iki farklı kavram kullanıyoruz o zaman?

4Fz21: Onu bilmiyorum, bence gerek yok.

A: Bir küpün ağırlık ve kütle merkezi nerededir?

4Fz21: Dediğim gibi ikisinin de aynı olduğunu düşünüyorum. Bir kenarına a diye dersek a/2, tam merkezde

A: Silindir için?

4Fz21: Boyut olarak tam yarıda yine merkezde iç tarafında, ikisi de aynı yerde.

İkinci soruya verilen yanıtlar incelendiğinde 11 (% 3.00) öğrencinin kütle merkezi için “Kütle merkezi her yerde aynıdır kesinlikle değişmez” ifadesini kullandıkları görülmektedir. 1Fz19 ve 1Fz11 kodlu öğrenciler bu durumu şöyle açıklamaktadır.

A: Silindirin içindeki parçayı çıkartırsak, kalan parçanın kütle merkezi değişir mi? (Görüşme esnasında içinden parça çıkan bir silindir kullanılmıştır)

1Fz19: Silindirin içinden parça çıkınca ağırlık merkezi değişir fakat kütle merkezi değişmez. Değişmemesinin sebebi hacim değişmediği için değişmez.

1Fz11: Bir cismin içinden parça çıkarıldığında geriye kalan cismin ağırlık merkezinin yeri değişir fakat kütle merkezinin yeri değişmez. Çünkü kütle değişmez.

Bilimsel olarak kabul edilemez diğer yanıt kategorileri incelendiğinde 50 (% 14.00) öğrencinin kütle merkezini aynı ağırlık merkezini tanımlarken olduğu gibi “Denge konumu/noktası/merkezidir” şeklinde tanımladıkları görülmektedir. Ayrıca yer tanımına dayalı yanıtlardan da 44 (% 12.20) öğrencinin kütle merkezi için “Cismin ortası/uzayda kaplamış olduğu alanın orta noktası/geometrik ortası/merkezidir.” yanıtını verdikleri görülmektedir.

Kodlanamaz kategorisi incelendiğinde, 11 (% 3.00) öğrenci “kütle merkezi” kavramını daha önce hiç duymadıklarını belirtmişlerdir. Bu grupta kütle merkezi diye bir şey olmadığını iddia eden öğrenciler de bulunmaktadır. 20 (% 5.60) öğrenci de bu soruyu yanıtız bırakmıştır.

c) Üçüncü soruya ait bulgular

Kütle merkezi ve ağırlık merkezi arasındaki farkın açıklanmasının istendiği üçüncü soruya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtların kategorilere ayrılmış dağılımı Tablo 7’de verilmiştir.

Üçüncü soruya verilen yanıtlar incelendiğinde 8 (% 2.40) öğrencinin tam yanıt ve 65 (% 19.40) öğrencinin kısmen doğru yanıt verdiği görülmektedir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde verilen yanıtların büyük kısmının (% 40) kütle merkezi/ağırlık merkezi kavramlarının tanımı ile ilgili yanıtlar olduğu görülmektedir. Bu kategoride 58 (% 17.31) öğrenci “ağırlık ve kütle farklıdır. O yüzden ağırlık merkeziyle kütle merkezi de farklıdır” ifadesini kullanmıştır. 11F32 kodlu öğrenci bu durumu şöyle açıklamaktadır:

A: Ağırlık merkezi ve kütle merkezi arasındaki fark nedir?

11F32: Kütle merkezi cismin orta noktasıdır, ağırlık merkezi ise denge noktasıdır.

A: İçi dolu bir silindirin ağırlık ve kütle merkezi nerededir?

11F32: İkisi de ortasındadır

A: Peki, silindirin içindeki parçayı çıkarırsak ağırlık ve kütle merkezi nasıl değişir?

11F32: Ağırlık merkezi biraz kayar, kütle merkezinin yeri değişmez gene ortadadır.

A: Üzerinde ağırlıklar bulunan plakanın kütle merkezi nerededir? (Görüşmeler sırasında üzerinde altı tane ağırlık bulunan bir plaka kullanılmıştır, bu ağırlıklar çıkabilmektedir.)

11F32: İkisi de ortada, aynı yerdedir.

A: Peki ağırlıklardan birini çıkarırsak ne olur?

11F32: Ağırlık merkezinin yeri değişir fakat kütle merkezinin yeri değişmez?

A: Neden?

11F32: Çünkü ağırlık ve kütle farklıdır. O yüzden ağırlık merkezi ve kütle merkezi de farklı olmak zorundadır. Ağırlık değiştiği için ağırlık merkezi değişir fakat kütle değişmediği için kütle merkezi değişmez.

Tablo 7. Kütle Merkezi ve Ağırlık Merkezi ile İlgili Yanıtlar

Yanıt Türleri	f	(%)
A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar		
A1. Doğru Yanıt		
Cismin kütle merkezi ile ağırlık merkezi aynı noktada bulunur. Bununla birlikte, yerçekiminin olduğu bir ortamda ağırlık merkezi, yerçekimi ivmesinin olmadığı ortamda ise kütle merkezi bulunabilir.	8	2.40
A2. Kısmen Doğru Yanıtlar		
Ağırlık merkezinde yerçekimi ivmesinin etkisi varken kütle merkezinde yoktur.	31	9.25
Ağırlık merkezi ve kütle merkezi aynı noktada bulunur ama farklı kavramlardır.	28	8.35
Diğer (Örn: Ağırlık merkezi de kütle merkezi de cismin asıldığında dengede kaldığı yerdır.)	6	1.79
Toplam	65	19.40
B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
Kütle merkezi/ağırlık merkezi kavramlarının tanımı ile ilgili yanıtlar		
Ağırlık ve kütle farklıdır. O yüzden ağırlık merkeziyle kütle merkezi de farklıdır.	58	17.31
Ağırlık merkezi ve kütle merkezi aynı şeydir.	40	11.94
Diğer (Örn: Kütle merkezi değişmez, ağırlık merkezi değişir.; Ağırlık merkezinde kuvvet, kütle merkezinde ise kütle söz konusudur. ; Ağırlık merkezi değişmez, kütle merkezi değişir. ; Ağırlık merkezi mg'dir.)	36	10.74
Toplam	134	40
Yerçekimi kavramının geçtiği yanıtlar		
Ağırlık merkezinin hesaplamalarında yerçekimi ivmesi kullanılır.	7	2.08
Yerçekimi ivmesine bağlı olarak kütle merkezi değişmezken ağırlık merkezi değişebilir.	7	2.08
Diğer (Örn: Yerçekimi ivmesi, her noktaya aynı şekilde etki edeceği/değişmediği için ağırlık merkezi ve kütle merkezi aynı şeydir.)	9	2.68
Toplam	23	6.86
Denge kavramının geçtiği yanıtlar		
Ağırlık merkezi bir cismin denge noktası iken; kütle merkezi, bu kütlelerin merkezinden geçen doğrudur./cismin kütlelerinin yoğunlaştığı noktadır. Dengede aranmaz.	7	2.08
Ağırlık merkezinden asılan bir cisim her zaman dengede kalır. Ancak kütle merkezinden asılan cisim dengede kalmaz.	3	0.89
Diğer (Örn: Bir cisim ağırlık merkezinden asıldığından eşit miktarda dengede olmamaktadır.)	10	2.98
Toplam	20	5.97
Yer tanımına dayalı yanıtlar		
Yerleri aynıdır.	13	3.88
Ağırlık merkezinin bir doğrultusu (yönü) vardır. Kütle merkezinde ise bir doğrultu (yön) yoktur /kütlelerin tam orta noktasını belirtir.	12	3.58
Diğer (Örn: Ağırlık merkezi cismin üzerinde, kütle merkezi cismin dışında olabilir.; Ağırlık merkezi cismin yer yüzeyine temas ettiği yerdır.)	19	5.67
Toplam	44	13.13
C. Kodlanamaz		
İkisi de aynı şekilde bulunuyor.	6	1.79
Ağırlık merkezi için sadece düşey bileşen önemlidir. Kütle merkezi için hem düşey hem yatay bileşen önemlidir.	3	0.89
Diğer (Örn: Kütle merkezi diye bir şey yok; İkisi aynı şey de olabilir farklı şeyde bilmiyorum.)	8	2.38
Toplam	17	5.07
D. Yanıtsızlar		
	24	7.16

Verilen yanıtlar incelendiğinde çok sayıda öğrencinin “*kütle merkezi değişmez, ağırlık merkezi değişir*” yanıtını verdikleri görülmektedir. Bazı öğrenciler bu durumu kütle ve ağırlık arasındaki farktan açıklarken bazı öğrencilerin farklı yorumlar yaptığı da görülmüştür. Örneğin 1Fz23 kodlu öğrenci bu durumu *hacmin değişmemesine* bağlayarak açıklamıştır.

Bilimsel olarak kabul edilemez diğer yanıt kategorileri incelendiğinde 23 (% 6.86) öğrencinin yerçekimi kavramının geçtiği, 20 (% 5.97) öğrencinin denge kavramının geçtiği ve 44 (% 13.13) öğrencinin de yer tanımına dayalı yanıtlar verdiği görülmektedir. 7 (% 2.08) öğrencinin “*Ağırlık merkezinin hesaplamalarında yerçekimi ivmesi kullanılır.*” ifadesini kullandıkları görülmektedir. Bu durumun sebebi öğrencilerin yine kütle ve ağırlık kavramlarından hareket ederek ağırlık merkezi ve kütle merkezi kavramlarını açıklamaya çalışmalarıdır. 7 (% 2.08) öğrenci de “*Yerçekimi ivmesine bağlı olarak kütle merkezi değişmezken ağırlık merkezi değişebilir.*” ifadesini kullanmışlardır. 12F16 kodlu öğrenci bu durumu şöyle açıklamaktadır:

A: Sence, kütle ve ağırlık arasındaki fark nedir?

12F16: Ağırlıkta yerçekiminin etkisi var...

A: Peki bir silindir göz önüne alalım. Silindirin ağırlık ve kütle merkezi nerededir?

12F16: Ağırlık merkezi tam ortadadır, fakat kütle merkezinde ortada değildir Çünkü aralarında yerçekimi ivmesi kadar fark olmalı.

A: Peki silindirin içinden parça çıkarırsak ne olur?

12F16: Kütle merkezi değişmez, çünkü o sabit. Ağırlık merkezi de yerçekimi ivmesine bağlı olarak değişir.

Yer tanımına dayalı yanıtlar incelendiğinde 12 (%3.58) öğrencinin “*ağırlık merkezinin bir doğrultusu (yönü) vardır. Kütle merkezinde ise bir doğrultu (yön) yoktur /kütlenin tam orta noktasını belirtir.*” ifadesini kullandıkları görülmektedir. Ayrıca tam tersini yani kütle merkezinin bir doğrultu üzerinde, ağırlık merkezinin ise tam ortada olduğunu söyleyen öğrencilerde bulunmaktadır. Bu konuda 2Fz21 ve 5Fz2 kodlu öğrencilerin fikirleri şöyledir:

A: Kütle merkezi ve ağırlık merkezi arasındaki fark nedir?

2Fz21: Ağırlık merkezi, iple bağladığımızda burada alınabilecek bütün noktalar ağırlık merkezidir. Ama kütle merkezi tam merkezidir.

A: Silindirin ağırlık ve kütle merkezi nerededir?

2Fz21: Aynı şekilde. Kütle merkezi tam göbeğinde, ağırlık merkezi ise tam merkezden itibaren bir çizgi çektiğimiz zaman oradaki bütün noktalar.

A: Kütle merkezi ve ağırlık merkezi arasındaki fark nedir?

5Fz2: Kütle merkezi doğrultu üzerinde oluşur, ağırlık merkezi ise tek bir noktadır.

A: Kübün ağırlık ve kütle merkezi nerededir?

5Fz2: Küpü astığımızda asılan doğrultu üzerinde kütle merkezi oluşur, orta da bir noktada da ağırlık merkezi vardır.

“*Ağırlık merkezi cismin üzerinde, kütle merkezi cismin dışında olabilir*” gibi çeşitli yanıtlarda yer tanımı ile ilgili diğer yanıtlar arasında yer almaktadır. Bu grupta bazı öğrenciler kütle merkezinin bazı öğrenciler de ağırlık merkezinin cismin dışında olabileceğini iddia etmektedir. 4Fz23 kodlu öğrenci bu durumu “*İçi dolu cisimlerde kütle merkezi tam ortasındadır ama ağırlık merkezi cismin üstünde, altında ve tam ortadan asınca her yerde olabilir*” şeklinde açıklamaktadır.

Kodlanamaz yanıtlar kategorisi incelendiğinde ikinci soruya verilen yanıtlarda olduğu gibi burada da öğrencilerin “*Kütle merkezi diye bir şey yok; İkisi aynı şey de olabilir farklı şeyde bilmiyorum*” türünden yanıtlar verdikleri görülmektedir. Ayrıca 24 (% 7.16) öğrenci bu soruyu yanıtlamamıştır.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen bu çalışmada öğretmen adaylarının çok sayıda kavram yanılgısına sahip oldukları görülmüştür. Tablo 8 ağırlık merkezi ve kütle merkezi ile

bu iki kavram arasındaki fark üzerine ortaya çıkan belirgin kavram yanlışlarını özetlemektedir.

Tablo 8. Tespit Edilen Kavram Yanlışları

<i>Ağırlık merkezi ile ilgili kavram yanlışları</i>
Kütle merkezi ile aynı şeydir. Ağırlık merkezi, cismin denge noktasıdır/merkezidir. Cismin bir noktadan asılıp denge konumuna geldiğinde, asıldığı yerin hizasında/ ipin denge noktasından geçen, bir noktadır. Ağırlığın, toplandığı noktadır/ merkezidir/ uygulandığı yerdir/ orta noktasıdır/ yoğunlaştığı yerdir. Cismi düşey veya yatay bir şekilde tuttuğumuzda dengede kaldığı nokta veya düzlemdir. Cismin orta noktasıdır. Ağırlık merkezi bir doğru boyunca uzanır.
<i>Kütle merkezi ile ilgili kavram yanlışları</i>
Ağırlık merkezi ile aynı şeydir. Kütle merkezi her yerde aynıdır kesinlikle değişmez. Denge konumu/noktası/merkezidir. Cismin ortası/uzayda kaplamış olduğu alanın orta noktası/geometrik ortası/merkezidir. Ağırlığın merkezidir.
<i>Ağırlık merkezi ve kütle merkezi arasındaki fark ile ilgili kavram yanlışları</i>
Ağırlık ve kütle farklıdır. O yüzden ağırlık merkeziyle kütle merkezi de farklıdır. Kütle merkezi değişmez, ağırlık merkezi değişir. Ağırlık merkezinin hesaplamalarında yerçekimi ivmesi kullanılır. Yerçekimi ivmesine bağlı olarak kütle merkezi değişmezken ağırlık merkezi değişebilir. Ağırlık merkezinin bir doğrultusu (yönü) vardır. Kütle merkezinde ise bir doğrultu (yön) yoktur /kütlenin tam orta noktasını belirtir. Ağırlık merkezi cismin üzerinde, kütle merkezi cismin dışında olabilir.

Araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının kütle ve ağırlık kavramlarında olduğu gibi kütle merkezi ve ağırlık merkezi kavramlarını da karıştırdıklarını göstermektedir (Koray & Tatar, 2003). Hatta bazı öğrenciler ikisinin aslında aynı şey olduğunu ifade etmektedir. Kütle merkezi ve ağırlık merkezi kavramları açıklanırken kütle ve ağırlık kavramlarından hareket edilerek yapılan açıklamalar oldukça fazladır. “Ağırlık ve kütle farklı olduğu için ağırlık merkezi ve kütle merkezi de farklı olmalıdır” ya da “bir cismin içinden parça çıkarıldığında kütle değişmediği için kütle merkezi değişmez ama ağırlık değiştiği için ağırlık merkezi değişir” şeklinde verilen yanıtlar bu durumun bir göstergesidir (Tablo 8). Özellikle bir cismin içinden parça çıkarıldığında cismin kütlelerinin değişmeyeceğinin iddia edilmesi “bir cismin kütlesi asla değişmez” gibi öğretmenler tarafından dikkat edilmeden yapılan açıklamaların öğrencilerde nasıl kavram yanlışlarına sebep olduğunu göstermektedir.

Tablo 8 incelendiğinde kütle merkezi ve ağırlık merkezi için denge konumudur ya da denge merkezidir gibi açıklamalar yapıldığı görülmektedir. Bir cismin ağırlık veya kütle merkezinden asıldığında ya da desteğe oturtulduğunda dengede kaldığı doğrudur. Fakat yapılan görüşmeler bazı öğretmen adaylarının bu konuda kavram yanlışlığına sahip olduğunu göstermiştir. Bu duruma en önemli kanıt olarak öğretmen adaylarının bir cismi ipe asıp ya da desteğe oturtup dengeye getirdikten sonra ipe asılan ya da desteğe oturtulan noktayı ağırlık veya kütle merkezi olarak göstermelerini verebiliriz. Bu konuda daha vahim bir tablo cisim ortasından asıldığında ağırlık veya kütle merkezinin öğrencilerde her yerde olabileceği düşüncesinin oluşmasıdır. Dolayısıyla öğretim sırasında cismin asıldığı nokta ile ağırlık ve kütle merkezi arasında nasıl bir ilişki kurulması gerektiği tartışılmalıdır. Ayrıca Akkaya (2006) tarafından yapılan çalışmada da olduğu gibi bir cismin dengede kalması için yatayda kalması gerektiği de düşünülmektedir.

Ağırlık ve kütle merkezi ile ilgili yapılan konu anlatımlarında ya da soru çözümlerinde genellikle homojen ve düzgün şekilli cisimler kullanılmaktadır. Dolayısıyla ağırlık ve kütle merkezi de genellikle cismin orta noktasında bulunmaktadır. Fakat bu durum öğrencilerin

heterojen cisimleri göz ardı etmelerine sebep olmaktadır. Yapılan görüşmelerde bazı öğretmen adaylarının hem homojen hem de heterojen cisimler için ağırlık ve kütle merkezini ortada göstermelerinin bu durumun bir göstergesi olduğu düşünülmektedir.

Bir cismin ağırlığı hesaplanırken cismin kütlesi ve yer çekimi ivmesi kullanılır. Öğrenciler yerçekimi ivmesinin değişmesinin bir cismin ağırlığını değiştireceğini bilmektedir. Öğretmen adayları bu bilgiyi bir cismin ağırlık ve kütle merkezi aynı yerde iken yerçekimi ivmesi değiştiğinde cismin kütle ve ağırlık merkezlerinin yerlerinin değişeceği şeklinde yorumlamaktadır. Bu durum öğretmen adaylarının hem yerçekimi ivmesi hem de kütle ve ağırlık merkezi hakkında eksik bilgilerinin ve kavram yanlışlarının olduğunu göstermektedir.

Yapılandırmacı öğrenme kuramı, yeni bilginin eski bilgiler üzerine inşa edildiği ve bu nedenle öğretim boyunca eski kavramlarla yeni kavramların ilişkilendirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin “kütle ve ağırlık” kavramları ile ilgili çok sayıda kavram yanlışlarının olduğu görülmüştür (Candan, Türkmen & Çardak, 2006; Koray, Özdemir & Tatar, 2005; Koray & Tatar, 2003). Dolayısıyla bu durumun kütle ve ağırlık konularından sonra anlatılan kütle merkezi ve ağırlık merkezi konularında da kavram yanlışlarına ve yanlış öğrenmelere sebep olmasının olası olduğu düşünülmektedir. Koray, Özdemir & Tatar (2005), kütle ve ağırlık kavramları ile ilgili olarak kavram yanlışlığı olan öğrencilerin diğer bilimsel kavramları anlamlı bir şekilde yapılandırmalarının zor olduğunu savunmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları Koray, Özdemir ve Tatar (2005) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre öğrencilerin kütle merkezi ve ağırlık merkezi kavramlarının bilimsel tanımları ile ilgili sorunlar yaşadıkları ve çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca araştırma öncesinde araştırmacılar tarafından fizik öğretmenliği öğrencilerinde daha az kavram yanlışlığının bulunacağı öngörülmüştür. Fakat uygulanan kavramsal anlama testi ve yapılan görüşmeler sonucunda iki bölümde de kavram yanlışlarının oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum fen bilimleri alanındaki pek çok öğretmen adayında da aynı kavram yanlışlarının görülebileceğini akla getirmektedir.

Öğrencilerin fizik dersini anlamlı bir şekilde öğrenmeleri için kavramlar düzeyinde fizik eğitimi verilmelidir (Chi, Slotta & Leeuw, 1994). Kavram öğretiminde, öğrencilerin sınıfa getirdikleri ve önceden sahip oldukları bilgiler yeni kavramın öğrenilmesini çoğu zaman zorlaştırmakta bazen de imkânsız kılmaktadır. Öğretmenin, öğrencinin sınıfa getirdiği kendi fiziksel dünyasına ait daha önceden var olan ön bilgilerini ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarması gerekmektedir (Novak, 1987). Özellikle öğretmenlerin kütle ve ağırlık kavramlarının öğrenildiğinden emin olduktan sonra kütle merkezi ve ağırlık merkezi kavramlarının öğretimine başlamaları gerekmektedir.

Araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının, “kütle merkezi” ve “ağırlık merkezi” ile ilgili çok farklı tanımlar yaptıklarını göstermektedir. Ağırlık merkezi ve kütle merkezi kavramlarının öğretilmesi ve öğrenilmesi sırasında karşılaşılan güçlükleri bilimsel verilerle tespit edip, bunların nasıl aşılabileceğine ilişkin öneriler getirecek yeni çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, öğretmen adaylarının üniversiteye başladıklarında ve öğrenimleri boyunca bu konuları nasıl anladıkları ve ne derece öğrenebildiklerinin de saptanması gerekmektedir. Bu nedenle bu alanda yapılacak sonraki çalışmalarda ülkemizin farklı bölgelerinden çok sayıda öğrenciye ulaşılarak, değişik teknikler (örneğin üç aşamalı sorular, vs.) kullanılarak, bu çalışmanın bulgularının teyidi ve farklı kavram yanlışlarının ortaya çıkıp çıkmadığı araştırılabilir. Bu araştırmaların devamında ortaya çıkarılan kavram yanlışlarını temele alan bir öğretim modelinin etkisi üzerine bir çalışma yapılabilir.

Can Pre-Service Physics and Science Teachers Detect the Difference? An Example of Centre of Mass and Centre of Gravity Concepts

Vahide Nilay KIRTAK AD¹ , M. Sabri KOCAKÜLAH²

¹ Research Assist., Balıkesir University, Faculty of Necatibey Education, Balıkesir-TURKEY

² Assoc. Prof. Dr. Balıkesir University, Faculty of Necatibey Education, Balıkesir-TURKEY

Received: 15.03.2012

Revised: 26.05.2012

Accepted: 05.11.2013

The original language of article is Turkish (v.10, n.4, December 2013, pp.56-74)

Key Words: Centre of Mass; Centre of Gravity; Misconceptions; Physics Education; Science Education.

SYNOPSIS

INTRODUCTION

Constructivist learning theory advocates that knowledge is constructed by learner and new knowledge is placed upon old ideas which therefore have to be linked with the new concepts throughout teaching (Hewson, 1992). In this case, the importance of teaching is emerged (Novak, 1978).

Studies concerning “mass and gravity” concepts which are the fundamental out and investigated thoroughly from different dimensions. However, literature review results revealed that there is a lack of research concerning centre of mass and centre of gravity concepts which are embedded in the “Force and Motion” unit of grade 11 physics curriculum. “Centre of mass” and “centre of gravity” are different concepts. However, students mostly confuse these two concepts without thinking of the difference between them. Additionally, students’ misconceptions have not been revealed exactly due to the lack of research in this area. Therefore, new studies have not been conducted to remedy misconceptions by taking into account both the design of a teaching model and effects of a designed teaching model based on constructivist learning theory.

PURPOSE OF THE STUDY

The purpose of this study is to find out misconceptions of pre-service teachers who enrolled physics and primary science departments at the university, about “centre of mass” and “centre of gravity” concepts.



METHODOLOGY

This study was a qualitative study in which phenomenological research design was used to examine ideas of pre-service teachers about the concepts of “centre of mass” and “centre of gravity”. Criterion sampling was used within purposeful sampling model in this descriptive kind survey model study. Sampling criterion considered in this study was that pre-service teachers had been taught to centre of mass and gravity concepts in general physics courses. Sample of the study is composed of pre-service physics (N=90) and primary science (N=245) teachers who were enrolled at Balıkesir University, Necatibey Faculty of Education in the academic term of 2008-2009.

Conceptual understanding test, which was designed by the authors, and semi-structured interviews were used as data collection instruments. Descriptive analysis technique, which is a kind of qualitative analysis technique, has been carried out in order to analyze the data.

FINDINGS

It has been revealed that pre-service teachers have many misconceptions. Table 1 summarizes the misconceptions related to centre of gravity, centre of mass and the difference between centre of gravity and centre of mass.

Table 1. *Emerging Misconceptions*

<i>Misconceptions related to centre of gravity</i>
Same thing with the centre of mass.
Centre of gravity is the equilibrium point/centre of an object.
When an object is hanged up and comes to its equilibrium position, it is the point that corresponds to its hanged vertical level/equilibrium point of the string.
It is the point where gravity is/accumulated/centered/applied/the mid point/condensed.
It is the balanced point or plane when we hold the object horizontally or vertically.
It is the midpoint of the object.
Centre of gravity lies down along a line.
<i>Misconceptions related to centre of mass</i>
Same thing with the centre of gravity.
Centre of mass is the same in everywhere never changes.
It is the equilibrium point/position/centre.
It is the midpoint/ middle point of the area that covers in the space/geometrical midpoint/centre of the object.
It is the centre of the gravity.
<i>Misconceptions related to the difference between centre of gravity and centre of mass</i>
Gravity and mass are different. Thus, centre of gravity and centre of mass are different.
Centre of mass never changes but centre of gravity does change.
Gravitational acceleration is used in the calculations of centre of gravity.
While centre of gravity changes, centre of mass does not change depending on the gravitational acceleration.
Centre of gravity has a direction. Centre of mass has no direction/indicates exactly the midpoint of a mass.
Centre of gravity is on the object while centre of mass can be out of the object.

DISCUSSION and RESULTS

Findings of this study show that pre-service teachers confuse centre of mass and centre of gravity concepts as in the case of mass and gravity concepts (Koray & Tatar, 2003). Even some students claim that centre of mass and centre of gravity are the same things. Explanations involving mass and gravity concepts are used excessively when the concepts of centre of mass and centre of gravity are described. Responses such as “gravity and mass are different so centre of gravity and centre of mass should be different” and “when a place of an object is taken out its centre of mass remains constant due to its mass is not changed but its centre of gravity changes since its gravity changes” can be given to exemplify the situation.

It has been found out that students mostly described centre of mass and centre of gravity as an equilibrium position or equilibrium centre. It is correct that when an object is hanged from or attached to its centre of gravity or mass, it comes to the equilibrium state. However, analyses of interviews show that some pre-service teachers have misconceptions on this notion. The most important evidence to this point can be given as the students’ representation which indicates that the point we hang with a string or attach to its fulcrum of an object corresponds to its centre of gravity or centre of mass when the object is balanced. Additionally, it is believed that an object should be kept in horizontally so as to balance it. This result was also reported in the study of Akkaya (2006).

It is evident that students experience problems and have misconceptions about the scientific definitions of centre of mass and centre of gravity concepts according to the findings obtained from this study. Although the researchers anticipated before the investigation that pre-service physics teachers would have few misconceptions about the subject of interest, both pre-service physics and primary science teachers responded many misconceptions as a result of conceptual understanding test and interviews conducted.

SUGGESTIONS

It is suggested that a teaching design, which is based upon the misconceptions revealed in this study, should be developed and effects of such a developed teaching model should be outlined in forthcoming studies.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- Akkaya, M. M. (2006). *Ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin moment konusundaki kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Candan, A., Türkmen, L. & Çardak O. (2006). Kavram haritalamanın ilköğretim öğrencilerinin hareket ve kuvvet kavramlarını anlamalarına etkileri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1), 65-75.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D. & Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Çepni, S. (Editör). (2006). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem A Yayınları.
- Demirci, N. & Çirkinöğlü, A. (2004). Öğrencilerin elektrik ve manyetizma konularında sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 116-138.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.
- Eryılmaz, A. & Sürmeli, E. (2002). *Üç aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi*. 20.01.2009 tarihinde <http://www.metu.edu.tr/~eryilmaz/TamUcBaglant.pdf> adresinden alınmıştır.
- Gilbert, J. & Watts, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
- Hestenes, D., Megowan-Romanowicz, C., Osborn Popp, S. E., Jackson, J. & Culbertson, R. J. (2011). A graduate program for high school physics and physical science teachers. *American Journal of Physics*, 79 (9), 971-979.
- Hewson, P.W. (1992). *Conceptual change in science teaching and teacher education*. National Center for Educational Research Documentation, and Assessment, Ministry for Education and Science, Madrid, Spain.
- Keser, A. (2007). *Afyonkarahisar il merkezindeki 9. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Kocakulah, M. S. & Kocakulah, A. (2002). *Ortaöğretim öğrencilerinin ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal yapıları*, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Koray, Ö. Özdemir, M. & Tatar, N. (2005). İlköğretim öğrencilerinin "birimler" hakkında sahip oldukları kavram yanlışları: Kütle ve ağırlık örneği. *İlköğretim Online*, 4(2), 24-32.
- Koray, Ö. & Tatar, N. (2003). İlköğretim öğrencilerinin kütle ve ağırlık ile ilgili kavram yanlışları ve bu yanlışların 6.,7. ve 8. sınıf düzeylerine göre dağılımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13), 187-198.
- Kuş, E. (2006). *Sosyal bilimlerde bilgisayar destekli nitel veri analizi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Küçüközer, H. (2004). *Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim modelinin lise 1. sınıf öğrencilerinin basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2008). *Ortaöğretim Fizik Dersi 10. sınıf Öğretim Programı*. Ankara: MEB.
- Novak, J. D. (July, 1987). *Research on students' alternative frameworks in science- topics, theoretical frameworks, consequences for science teaching*. Second International

- Seminar, Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Cornell University, Ithaca, USA.
- Özdemir, M. (2010). Nitel veri analizi: Sosyal bilimlerde yöntembilim sorunsalı üzerine bir çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11(1), 323-343.
- Smith, J. A. & Eatough, V. (2007). *Interpretative phenomenological analysis*. In E. Lyons ve A. Coyle (Eds.). *Analysing Qualitative Data In Psychology*. (p. 35-50). Los Angeles: SAGE Publications.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Taşkın, Ö. & Koray, Ö. (Editörler). (2006). *Fen ve teknoloji öğretimi*. (1.Baskı). İstanbul: Lisans Yayıncılık.
- Ünlü, P. & Gök, B. (2007). Öğrencilerin düzgün dairesel harekette merkezci kuvvet hakkındaki kavram yanlışlarının araştırılması. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(3), 141-150.
- Walsh, E., Dall'Alba, G., Bowden, J., Martin, E., Marton, F., Masters, G., Ramsden, P. & Stephanou, A. (1993). Physics students' understanding of relative speed: A phenomenographic study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1133-1148.
- Yaşar, I. Z. (2006). *Fen eğitiminde zihin haritalama tekniğiyle not tutmanın kavram öğrenmeye ve başarıya etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (5.Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.