

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının İş Konusundaki Kavram Yanılgıları*

Dilek Erduran Avcı**, İzzet Kara***, Dilek Karaca****

Özet

Bu çalışmanın amacı, Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan 1. sınıf öğretmen adaylarının 'iş' konusundaki bilgilerini tespit etmek ve varsa kavram yanılgılarını ortaya çıkarmaktır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2009-2010 eğitim-öğretim yılı Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı 1. sınıfta okuyan 131 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının iş konusundaki bilgilerini eksik bilgidен, hatadan ve tahminden ayırt ederek geçerli ve güvenilir bir şekilde tespit etmek için üç aşamalı 5 soru kullanılmıştır. Sorulara verilen yanıtlar benzerliklerine göre gruplandırılarak sunulmuştur. Araştırmanın sonuçları, öğretmen adaylarının iş konusunda kavram yanılgıları olduğunu ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarının bu yanılgılara sahip olmalarının nedenleri arasında günlük hayattaki iş ile fiziksel anlamdaki iş'i ayırt edememeleri ve iş ile güç kavramlarını karıştırdıkları söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: Kavram yanılgıları, iş, öğretmen adayları.

Misconceptions of Science Teacher Candidates About Work

Abstract

The purpose of this study is to determine the knowledge related to concept of 'Work' of teacher candidates who are freshmen in the program of Science Teaching and to reveal the misconceptions if there are any. The study group covered 131 teacher candidates who study 1st grade at Science Teaching Education Department in Educational Faculty of Mehmet Akif Ersoy University. In order to determine their knowledge related to 'Work' concept in a reliable and valid method, by distinguishing it from lack of knowledge, mistakes and prediction, five questions with three phase were used. The answers to the questions were presented by classifying them according to their similarities. The results of the study show that the teacher candidates have misconceptions about the concept of 'Work'. It can be said that one of the reasons for the teacher candidates to have these misconceptions is the fact that they confuse 'Work' concept in daily life with the work in its real meaning in physics, and that they confuse the concepts Work and Power.

Key Words: Misconceptions, work, teacher candidates.

Giriş

Fizik öğretiminde kavramlar önemli bir yer tutmaktadır. Kavramlar, bireyler tarafından olayları ve olaylar arası ilişkileri anlamlaştırmada kullanılırlar (Ayvacı ve

Devocioğlu, 2009). Öğrenciler bazen yeni karşılaştıkları kavramları mevcut kavramlarla bağdaştırmaya veya mevcut kavramlarının üzerine ilave etmeyi seçerler (Cerit-Berber ve Sarı, 2009). Bu durumda eğer öğrencilerin önceki kavramları da eksik ya da yanlış ise yeni

* Bu çalışma 20. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

** Yrd. Doç. Dr., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, BURDUR.

e-posta: derduran@mehmetakif.edu.tr

*** Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, DENİZLİ.

e-posta: izzetkara@gmail.com

**** Adana. e-posta: dilekcaraca001@gmail.com

yapılandırdıkları kavram da doğal olarak yanlış kavramlar üzerinden şekillenecektir. Böyle bir durumda kavram yanlışlarının ortaya çıkması söz konusu olacaktır. Ayvacı ve Devocioğlu (2009)'na göre öğrenciler genellikle temel bir fizik kavramına anlam veremediklerinde, daha karmaşık olan kavramları anlamada ve kalıcı öğrenmede güçlük çekmektedirler. Bu nedenle öğrencilerin yaşamlarında karşılaştıkları olaylara ilişkin sezgisel düşünceleri ile fizik konu ve kavramları arasındaki köprüyü anlamlı şekilde kurmaları gerektiğini savunmaktadırlar.

Gülçiçek ve Yağbasan (2004a), kavram yanlışlarını öğrenme ve öğretme sürecinin çözümlenmesi gereken anlamlı bir bileşeni olarak ifade etmişlerdir. Hem öğrencilerin kendi doğal dünyalarını anlamaları ve karşılaştıkları olgular karşısında gerekli açıklama yapabilmeleri için hem de anlamlı ve kalıcı öğrenme için kavram yanlışlarının ortadan kaldırılması gerekir. Kavram öğretiminin ön plana çıktığı son yıllarda, fen ve fizik alanlarında kavram yanlışları üzerine yapılan çalışmaların sayısının arttığı görülmektedir. Çeşitli seviyelerdeki öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenler ile yapılan çalışmalar; her yaş grubunda kavram yanlışları olabildiğini, farklı yaş gruplarında aynı kavram yanlışları olabildiğini, kavram yanlışlarını gidermenin zor olduğunu ve kavram yanlışlarının anlamlı öğrenme için bir engel teşkil ettiğini ortaya koymaktadırlar (McDermot, 2001; Ateş, 2008; Yıldız ve diğ., 2007; Yürümezoğlu ve diğ., 2009; Kabapınar, 2001; Küçüközer, 2007).

Piaget'e göre kavram yanlışları bir yapı gibidir ve birbiri üzerine eklenir. Öğrenenlerin ön bilgileri ve kavram yanlışları dikkate alınmadan yapılacak öğretim etkinlikleri kavram yanlışlarının artmasına yol açacaktır (Akt: Aydın ve Özkara, 2011). Akgün ve diğ., (2005) öğretmenlerdeki mevcut kavram yanlışlarının öğrencilerdeki kavramsal gelişimi olumsuz yönde etkileyeceğini ifade etmektedirler. Bu bağlamda düşünüldüğünde geleceğin neslini yetiştirecek olan öğretmen adaylarında var olan kavram yanlışlarının giderilmesinin önemi göz ardı edilemez. Öğretmen adaylarındaki kavram yanlışlarının giderilmesi için öncelikli olarak var olan kavram yanlışları belirlenmelidir.

Kavram yanlışları soyut tabiatından dolayı fizik konularında karşımıza daha çok çıkmaktadır (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Fizik alanında kavram yanlışlarının belirlenmesi ya da giderilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde daha çok mekanik (hız, sürat, enerji), elektrik, Newton kanunları, kuvvet ve hareket konularında yoğunlaştığı görülmektedir (Eryılmaz ve Tatlı, 1999; Yıldız ve Büyükkasap, 2006; Ateş, 2008; Yılmaz ve diğ., 2002; Atasoy ve Akdeniz, 2007; Yürümezoğlu ve diğ., 2009; Gülçiçek ve Yağbasan, 2004a, 2004b; Küçüközer, 2010). Fakat iş konusu ile yapılmış çalışma sayısının oldukça az olduğu görülmektedir (Ayvacı ve Devocioğlu, 2009; Uzunkavak, 2009; Bahar ve diğ., 2002).

Yapılan çalışmalarda açık uçlu sorular, çoktan seçmeli testler, iki aşamalı testler, yarı yapılandırılmış görüşmeler (Garnet ve Treagust, 1992; Yürümezoğlu ve diğ., 2009; Yıldız ve diğ., 2007; Aydoğan ve diğ., 2003; Yıldız ve Büyükkasap, 2006; Atasoy ve Akdeniz, 2007; Aydın ve Özkara, 2011; Küçüközer, 2010) kullanılarak kavram yanlışları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada ulusal literatürde yapılan çalışma sayısının çok az olduğu iş konusundaki kavram yanlışlarını; eksik bilgidan, hatadan ve tahminden ayırt ederek geçerli ve güvenilir bir şekilde tespit etmek için üç aşamalı sorular kullanılmıştır. Çalışmanın bu özellikleri ile alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Amaç

Bu araştırmanın amacı, Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan 1. sınıf öğretmen adaylarının iş konusundaki bilgilerini tespit etmek ve varsa kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaktır.

Çalışma grubu

Araştırmaya 2009-2010 eğitim-öğretim yılı Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören 131 öğretmen adayı katılmıştır. Ancak öğretmen adaylarından biri cevaplarının açıklamalarını yapmadığı ve eminlik durumunu belirtmediği için değerlendirme dışı tutulmuş ve 130 öğretmen adayının cevapları analiz edilmiştir.

Araştırmaya katılan öğretmen adayları bir önceki dönemde mekanik konularını içeren Genel Fizik I dersini almış ve birinci sınıfın ikinci döneminde okumaktadırlar.

Veri toplama araçları

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının iş konusunda kavram yanılgılarının olup olmadığını saptamak amacıyla bir test geliştirilmiştir. Bu test bilimsel anlamda yapılan iş'in kütle, düşey ve yatay düzlemde alınan yol, kuvvet ve hız kavramlarıyla ilişkilerini irdeleyen 5 adet sorudan oluşmaktadır. Araştırmacılar tarafından hazırlanan sorular öğretmen adaylarının iş konusuyla ilgili günlük hayatla ilişkilendirebilecekleri örnekleri kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. Soruları hazırlarken açıklamaların yanı sıra görsel olarak da ifade edebilmek amacıyla çizimler eklenmiştir. Sorulara ait bu çizimler bir resim alan uzmanı tarafından yapılmıştır. Öğretmen adaylarının iş konusundaki bilgilerini; eksik bilgiden, hatadan ve tahminden ayırt ederek geçerli ve güvenilir bir şekilde (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002) tespit etmek için üç aşamadan oluşturulmuş sorular kullanılmıştır. Eryılmaz ve Sürmeli bütün kavram yanılgılarının bilimsel hata olduğunu, ancak bütün hataların kavram yanılgısı olmadığını altını çizmektedirler. Çünkü yapılan hataların bazıları bilgi eksikliğinden kaynaklanabilmektedir. Öğrencilerin kendilerinden emin olarak hatalarının doğru olduklarını sebepleri ile açıklamaları durumunda kavram yanılgılarının olduğunu belirtilmektedir. Bu kapsamda üç aşamalı testlerde kavramsal bir soruya verilen cevap nedeni ile birlikte incelenir. Bu testlerle aynı zamanda öğrencilerin verdikleri cevabın doğruluğuna inanıp inanmadıkları da sorgulanır (Kızılcık ve Güneş, 2011). Bu çalışmada çoktan seçmeli olarak hazırlanan 5 adet sorunun her birinde öğretmen adayları öncelikle doğru olduğunu düşündükleri seçeneği işaretlemişlerdir. Ardından seçtikleri seçeneklerin açıklamasını yapmışlardır. Son olarak cevaplarından emin olma durumlarını belirtmişlerdir (Kesin eminim, eminim, emin değilim, bilmiyorum). Son aşama ile öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtın ve açıklamadan ne derecede emin olduklarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Hazırlanan soruların öğretmen adaylarında mevcut olabilecek yanlış kavramları ne derecede

ortaya çıkaracağı, anlaşılabilirliği ve seviyeye uygunluğu konusunda 3 fizik alan uzmanının görüşleri alınmıştır. Uzmanların önerileri doğrultusunda sorular yeniden düzenlenerek uygulanmıştır.

Verilerin analizi

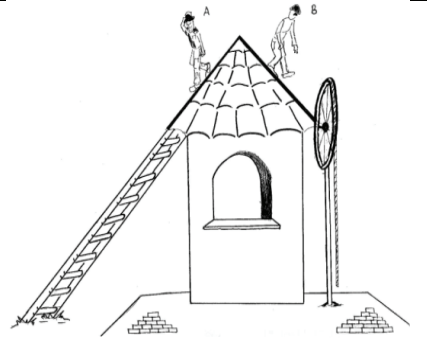
Verilerin analizi üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak öğretmen adaylarının her bir soru için vermiş olduğu seçenekler gruplandırılmıştır. Ardından her bir seçenek için verilmiş cevaplamaların açıklamaları incelenmiştir. Cevapların açıklamaları için içerik analizi yapılmıştır. Bu kapsamda tüm öğrenci açıklamaları tek tek incelenerek birbirine yakın cevaplar gruplandırılmıştır. Gruplanan bu cevapları kapsayacak ortak ifadeler oluşturulmuştur. Bu ifadeler iki alan uzmanına sunulmuştur. Uzmanlardan bu ifadelerin öğretmen adaylarının cevaplara verdikleri açıklamaları yansıtmayı yansıtmadığını belirtmeleri ve önerilerde bulunmaları istenmiştir. Uzmanların değerlendirmeleri araştırmacılarla aynı ise "görüş birliği", farklı ise "görüş ayrılığı" olarak kabul edilmiştir. Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen güvenilirlik hesaplaması yapılmıştır. Tüm sorularda uzmanların araştırmacılarla %100 görüş birliğine vardığı görülmüştür. Son olarak cevaplara verilen emin olma durumları incelenmiştir. Öğretmen adaylarının her bir soru için seçmiş olduğu seçenekler, açıklamaları ve emin olma durumları yüzde ve frekansları tablolarında gösterilmiştir.

Bulgular

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının iş konusundaki kavramları anlama düzeylerini tespit etmek ve varsa kavram yanılgılarını belirlemek için öğretmen adaylarının sorulara verdikleri cevaplardan ve açıklamalardan elde edilen bulgular tablolarında özetlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular her bir soru için aşağıda sunulmuştur.

Birinci sorudan elde edilen bulgular

Soru 1: Yandaki şekilde görüldüğü gibi bir çatıyı onarmak için iki usta çalışmaktadır. Bu iki usta görevleri paylaşmışlardır ve aynı sayıda kiremit kullanacaklardır. Ustalardan biri kiremitleri makara benzeri sistem kullanarak, diğeri ise merdiven kullanarak yukarıya çıkarmışlardır. Buna göre iki ustanın yaptıkları **iş'ler** hakkında aşağıdakilerden hangileri söylenebilir? (Sürtünme ihmal edilecek)



Seçenekler	Açıklama	KE	E	ED	B
<input type="checkbox"/> A ustası daha çok iş yapmıştır					
<input type="checkbox"/> B ustası daha çok iş yapmıştır					
<input type="checkbox"/> A ustası pozitif iş yaparken, B ustası negatif iş yapmıştır					
<input type="checkbox"/> A ve B ustalarının yaptıkları iş'ler birbirine eşittir					

Öğretmen adaylarının yukarıda belirtilen birinci soruya verdikleri cevaplar ile yüzde ve frekans değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Birinci soruya ait cevapların dağılımı

Seçenekler	Öğretmen adaylarının işaretlediği seçeneklere verdiği açıklamalar	Eminlik durumu				n	Yüzde %	Top. %
		KE	E	ED	B			
A ustası daha çok iş yapmıştır	Basit makinelerin kullanılması iş'ten, kuvvetten ve yoldan kazanç sağlar.	2	7	4	-	13	10	34.6
	Fazla yol alan usta daha fazla iş yapmıştır.	5	8	2	-	15	11.5	
	Fazla kuvvet uygulayan daha fazla iş yapmıştır.	1	7	1	-	9	6.9	
	Daha fazla enerji harcayan daha fazla iş yapmıştır.	1	2	1	-	4	3.1	
	Diğer cevaplar.	1	3	-	-	4	3.1	
B ustası daha çok iş yapmıştır	Kuvvetten kazanç olduğu için daha fazla iş yapmıştır.	2	-	1	2	5	3.6	16.2
	Basit makinelerde iş'ten kazanç vardır.	6	3	-	-	9	6.9	
	Diğer cevaplar.	4	3	-	-	7	5.4	
A ustası pozitif iş yaparken, B ustası negatif iş yapmıştır	Kuvvetle yer değiştirme ya da alınan yol farklı yönlerde olduğu için negatif iş yapılmıştır.	-	1	4	-	5	3.9	6.9
	Diğer cevaplar.	1	1	2	-	4	3.1	
A ve B ustalarının yaptıkları iş'ler birbirine eşittir*	Düseyde aldıkları yollar birbirine eşit olduğu için yapılan iş'ler de eşittir.	13	17	10	-	40	30.8	42.3
	Diğer cevaplar.	2	1	3	3	9	6.9	
	Açıklama yok.	1	-	3	2	6	4.6	

KE: Kesin eminim; E: Eminim; ED: Emin değilim, B: Bilmiyorum; * Doğru seçenek

Birinci soruda öğretmen adaylarının % 42.3'ü doğru seçeneği seçmelerine rağmen, %30.8'si "düşeyde alınan yollar eşit olduğu için yapılan iş'ler de eşittir." doğru açıklamasını vermişlerdir. % 4.6'sı açıklama yapmazken, % 6.9'u kiremit sayısının eşit olması gibi açıklamalarda bulunmuşlardır. Eğik düzlemde daha fazla yol alan ustanın daha fazla iş yaptığını düşünen öğretmen adaylarının oranı % 34.6'dır. Bu cevabı veren adaylar, makara benzeri sistem kullanımının iş'ten, kuvvetten ve yoldan kazanç sağladığı, daha fazla yol alan ustanın daha fazla iş yaptığı ve daha fazla enerji harcayan ustanın da daha fazla iş yaptığı şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Basit makine kullanımı ile iş'ten kazanç sağladığını düşünen öğretmen adaylarının oranı ise % 16.2'dir. Yapılan açıklamalara göre öğretmen adaylarının;

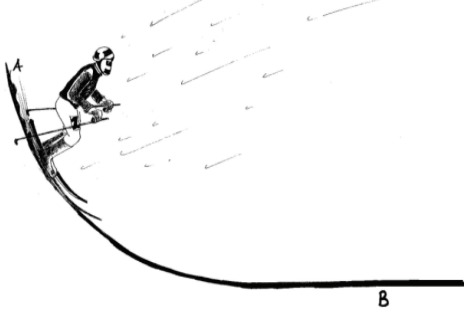
- Basit makineler iş'ten kazanç sağlar.
- Basit makineler kuvvetten ve yoldan aynı anda kazanç sağlar.
- Uygulanan kuvvetin doğrultusu ile cismin hareket doğrultusunun aynı olmadığı durumlarda;

- Alınan yol fazla ise yapılan iş de fazladır.
- Uygulanan kuvvet fazla ise yapılan iş de fazladır.
- Harcanan enerji fazla ise yapılan iş de fazladır.

şeklinde kavram yanılgılarına sahip olduğu söylenebilir.

Doğru seçeneği seçip doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının dörtte biri "emindeğilim" durumunu işaretlemişlerdir. Ayrıca doğru seçenek ve doğru açıklama yapan adayların çoğu "eminim" durumunu "kesin eminim" durumundan daha fazla işaretlemişlerdir. Bu soruda adayların %57.7'si yanlış seçenek işaretlemelerine rağmen genel olarak "kesin eminim" ve "eminim" durumlarını, "emin değilim" ve "bilmiyorum" durumlarından daha fazla işaretlemişlerdir. Doğru seçeneği işaretleyen öğretmen adaylarından 5 tanesi "bilmiyorum" durumunu işaretlerken, yanlış cevap verenlerden sadece 2 tanesi "bilmiyorum" durumunu işaretlemişlerdir.

İkinci sorudan elde edilen bulgular

<p>Soru 2: Bir kayak pistinin A noktasından kendini serbest bırakan <u>m</u> kütleli kayakçı B noktasına kadar kayabiliyor ve B noktasında duruyor. Yine aynı A noktasından <u>2m</u> kütleli bir kayakçı kendini serbest bırakırsa nerede durur? (yataydaki pist yeteri kadar uzundur.)</p>					
Seçenekler	Açıklama	KE	E	ED	B
<input type="checkbox"/> B noktasında durur*					
<input type="checkbox"/> B noktasına varmadan durur					
<input type="checkbox"/> B noktasından daha ileride bir noktada durur					
<input type="checkbox"/> m kütleli kayakçının aldığı yolun iki katı kadar yol alarak durur					

Tablo 2: İkinci soruya ait cevapların dağılımı

Seçenekler	Öğretmen adaylarının işaretlediği seçeneklere verdiği açıklamalar	Eminlik durumu				n	Yüzde %	Top. %
		KE	E	ED	B			
B noktasında durur*	Alınan yol kütleyle bağlı değildir.	10	12	6	-	28	21.2	21.2
B noktasına varmadan durur	Kütle arttığı için sürtünme kuvveti artacak ve alacağı yol azalacaktır.	3	6	2	-	11	8.5	30
	Kütle arttıkça hız azalacaktır. Hız azalınca da aldığı yol azalacaktır.	-	7	4	-	11	8.5	
	Kütle artınca alınan yol azalır.	-	4	2	-	6	4.6	
	Diğer cevaplar.	1	5	3	2	11	8.5	
B noktasından daha ileride bir noktada durur	Kütle arttığı için enerjide artacaktır ve daha fazla yol alacaktır.	7	9	5	1	22	16.9	28.5
	Kütle arttığı için kayakçı daha hızlı inecektir ve daha fazla yol alacaktır.	-	1	4	1	6	4.6	
	Kütlesi fazla olan cisim daha fazla yol alır.	-	5	-	-	5	3.9	
	Diğer cevaplar.	1	-	3	-	4	3.1	
m kütleli kayakçının aldığı yolun iki katı kadar yol alarak durur	Potansiyel enerji 2 katına çıktığı için alınan yolda iki katına çıkar.	1	9	2	1	13	10	20
	Kütleyle alınan yol doğru orantılıdır. Kütle iki katına çıkarsa alınan yol da iki katına çıkar.	-	5	5	1	11	8.5	
	Diğer cevaplar.	-	2	-	-	2	1.5	

Öğretmen adaylarının yukarıda belirtilen ikinci soruya verdikleri cevaplar ile yüzde ve frekans değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Öğretmen adaylarının % 21.2’si doğru seçeneği seçmiş ve “alınan yollar kütleyle bağlı değildir” doğru açıklamasını yapmışlardır. Kütle arttığı için alınan yolun azalacağını düşünen öğretmen adaylarının oranı %30, kütle arttığı için alınan yolun artacağını düşünenlerin oranı % 28.5 ve kütle iki katına çıkacağı için alınan yolun da iki katı olacağını düşünenlerin oranı da % 20’dir. Yani alınan yolu kütle ile ilişkilendirme kavram yanılığısına sahip öğretmen adaylarının oranı % 78.8’dir. “Kütle artınca alınan yol azalacaktır” düşüncesine sahip öğretmen adayları (%30) ile tersi “kütle artınca alınan yol artacaktır” düşüncesine sahip öğretmen adaylarının (% 28.5) oranının birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Yapılan açıklamalara göre öğretmen adaylarının;

- Sürtünmeli eğrisel yörüngelerde hareket eden cisimler için;

- Kütle ile alınan yol doğru orantılıdır.
- Kütle ile alınan yol ters orantılıdır.
- Kütle artarsa sürtünme kuvveti artar ve alınan yol azalır.

şeklinde kavram yanılıklarına sahip oldukları söylenebilir.

Doğru seçeneği işaretleyip doğru açıklama yapan öğretmen adayları, birinci soruda olduğu gibi “eminim” durumunu “kesin eminim” durumundan daha fazla işaretlemişlerdir. % 78.8 kavram yanılığısına sahip öğretmen adaylarının eminlik durumlarına bakıldığında genel olarak “kesin eminim” ve “eminim” durumlarını, “emin değilim” ve “bilmiyorum” durumlarından daha fazla işaretlemişlerdir. Bu durumun birinci soruda da benzer şekilde olduğu görülmektedir.

Üçüncü sorudan elde edilen bulgular

Soru 3: Bir garson bir masadaki boş bardakları tepsiye yerleştirip mutfağa taşımıştır. Diğer bir garson ise aynı sayıda ama dolu olan bardakları mutfaktan aynı masaya taşımıştır. Garsonların tepsiyi düşeyde hareket ettirmeden sabit hızla taşıdıkları bilindiğine göre aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?						
Seçenekler	Açıklama	KE	E	ED	B	
<input type="checkbox"/> Dolu bardakları taşıyan garson iş yapmış, boş bardakları taşıyan garson iş yapmamıştır						
<input type="checkbox"/> İkisi de aynı iş'i yapmıştır						
<input type="checkbox"/> İkisi de iş yapmamıştır*						
<input type="checkbox"/> Dolu bardakları taşıyan garson, boş bardakları taşıyan garsondan daha fazla iş yapmıştır.						

Tablo 3'te öğretmen adaylarının yukarıda belirtilen üçüncü soruya verdikleri cevaplar ile yüzde ve frekans değerleri verilmiştir. Öğretmen adaylarının % 31.6'sı doğru seçeneği seçmiş olmalarına rağmen, % 26.2'si "tepsiler düşeyde hareket ettirilmediği için iş yapılmamıştır" doğru açıklamasını yapmışlardır. Dolu bardakları taşıyan garsonun daha fazla iş yaptığını düşünen öğretmen adaylarının oranı % 33.9'dur. Bu cevabı veren öğretmen adaylarının % 16.9'u dolu bardakları taşıyan garsonun daha fazla kuvvet

uyguladığı için daha fazla iş yaptığını ifade ederken, % 13.9'u kütle arttığı için yapılan iş'in de artacağını ifade etmişlerdir. İki garsonun da aynı iş'i yaptığını düşünen öğretmen adaylarının oranı % 33.1 iken, bunların %19.2'si yatayda alınan yolların eşit olmasından dolayı yapılan iş'lerin eşit olduğunu, kütlelerin bir öneminin olmadığını ifade etmişlerdir. Alınan mesafenin aynı ama uygulanan kuvvetin farklı olmasından dolayı daha fazla iş yapıldığını düşünen öğretmen adaylarının oranı % 1.5'tir.

Tablo 3: Üçüncü soruya ait cevapların dağılımı

Seçenekler	Öğretmen adaylarının işaretlediği seçeneklere verdiği açıklamalar	Eminlik durumu				n	Yüzde %	Top. %
		KE	E	ED	B			
Dolu bardakları taşıyan garson iş yapmış, boş bardakları taşıyan garson iş yapmamıştır	Alınan mesafe aynı ama uygulanan kuvvetler farklıdır. Biri daha fazla kuvvet uyguladığı için diğerine göre iş yapmıştır.	-	-	-	2	2	1.5	1.5
İkisi de aynı iş'i yapmıştır	Yatayda aldıkları yollar eşit olduğu için yaptıkları iş de eşittir, kütlelerin bir önemi yoktur.	3	15	6	1	25	19.2	33.1
	Diğer cevaplar.	4	6	7	1	18	13.9	
İkisi de iş yapmamıştır*	Tepsiler düşeyde hareket ettirilmediği için iş yapılmamıştır.	16	11	2	1	34	26.2	31.6
	Bardaklara uygulanan bir kuvvet yoktur.	-	2	-	-	2	1.5	
	Diğer cevaplar.	1	1	2	1	5	3.9	
Dolu bardakları taşıyan garson, boş bardakları taşıyan garsondan daha fazla iş yapmıştır.	Dolu bardakları taşıyan garson daha fazla kuvvet harcamıştır.	3	14	4	1	22	16.9	33.9
	Kütle arttığı için yapılan iş artmıştır.	5	5	8	-	18	13.9	
	Diğer cevaplar.	-	2	2	-	4	3.1	

Yapılan açıklamalara göre öğretmen adaylarının;

- Kuvvet ile cismin hareket doğrultusunun birbirine dik olduğu durumlarda;
- Kütle artarsa yapılan iş artar.
- Daha fazla kuvvet uygulayan daha fazla iş yapar.
- Cisim yol alıyorsa iş yapılmıştır.

şeklinde kavram yanılgılarına sahip oldukları söylenebilir.

Doğru seçeneği seçip doğru açıklama yapan öğretmen adayları "kesin eminim"

durumunu "eminim" durumundan daha fazla işaretlemişlerdir. Testteki sorulardan sadece bu soruda "kesin eminim" durumunun işaretlenmesi daha fazladır. Doğru seçeneği seçen öğretmen adaylarından "bilmiyorum" durumunu işaretleyenlerinin sayısı, yanlış seçeneklerden birini seçip "bilmiyorum" durumunu seçenlerin sayısına eşit ya da fazla olduğu görülmektedir. Kavram yanılgısına sahip öğretmen adaylarının eminlik durumlarına bakıldığında yine "kesin eminim" ve "eminim" durumlarını işaretleme oranlarının genellikle "emin değilim" ve "bilmiyorum" durumlarından daha fazla olduğu görülmektedir.

Dördüncü sorudan elde edilen bulgular

Soru 4: K noktasından serbest bırakılan m kütleli bir cisim M noktasına kadar geliyor ve M noktasında duruyor. Aynı noktadan serbest bırakılan başka bir cisim yine M noktasında duruyor ise bu cismin kütlesi ile ilgili ne söylenebilir?							
Seçenekler	Açıklama	KE	E	ED	B		
<input type="checkbox"/> m kütlelidir							
<input type="checkbox"/> Kütlesi m' den küçüktür							
<input type="checkbox"/> Kütlesi m' den büyüktür.							
<input type="checkbox"/> Hepsi olabilir*							

Tablo 4: Dördüncü soruya ait cevapların dağılımı

Seçenekler	Öğretmen adaylarının işaretlediği seçeneklere verdiği açıklamalar	Eminlik durumu				n	Yüzde %	Top. %
		KE	E	ED	B			
m kütlelidir	Aynı noktada durduğuna göre enerji değişimlerinin aynı olması, dolayısıyla da kütlelerin aynı olması gerekir.	10	11	7	-	28	21.5	52.3
	Yükseklik ve alınan yol aynı ise hızların da aynı olması, dolayısıyla da kütlelerin aynı olması gerekir.	3	14	6	1	24	18.5	
	Alınan yol kütleyle bağlıdır. Kütle daha az olsaydı daha az yol, kütle daha fazla olsaydı daha fazla yol alırdı.	1	7	3	-	11	8.5	
	Diğer cevaplar.	1	-	4	-	5	3.9	
Kütlesi m' den küçüktür	Alınan yol kütle ile ilişkilidir.	-	2	-	-	2	1.5	1.5
Kütlesi m' den büyüktür.	-	-	-	-	-	-	-	-
Hepsi olabilir*	Enerji değişiminden dolayı kütlelerin bir önemi yoktur.	7	11	6	-	24	18.5	46.9
	Sürtünmeden dolayı hepsi olabilir.	2	8	3	1	14	10.8	
	Diğer cevaplar.	3	6	11	2	22	17.7	

Yapılan açıklamalara göre öğretmen adaylarının;


- Sürtünmeli eğik düzlemde hareket eden cisimler için;
- Alınan yol kütleyle bağlıdır.
- Alınan yol ile kütle doğru orantılıdır.
- Aynı yükseklikten bırakılan cisimler aynı yolu alıyor ise kütleleri aynıdır.

şeklinde kavram yanılgılarına sahip oldukları söylenebilir.

Doğru seçeneği seçip doğru açıklamayı yapan öğretmen adayları "eminim" durumunu

"kesin eminim" durumundan daha fazla tercih etmişlerdir. Ayrıca bu adayların dörtte biri birinci soruda olduğu gibi "emin değilim" durumunu işaretlemişlerdir. Kavram yanılgısına sahip öğretmen adaylarının eminlik durumlarına bakıldığında yine "kesin eminim" ve "eminim" durumlarını işaretleme oranlarının genellikle "emin değilim" ve "bilmiyorum" durumlarından daha fazla olduğu görülmektedir. Doğru cevap veren öğretmen adaylarından "bilmiyorum" durumunu işaretleyenlerin sayısı, yanlış seçenek seçerek "bilmiyorum" durumunu işaretleyenlerin sayısından daha fazladır.

Beşinci sorudan elde edilen bulgular

Soru 5: Yandaki şekilde görülen köpek hareket etmek istememektedir. Sahibi ise onu hareket ettirmeye çalışmaktadır. İkisi de ipi kendilerine doğru çekmektedirler. Sahibi ipi çekerek zorla da olsa köpeği hareket ettirmeyi sonunda başarmıştır. Bu durum için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?					
Seçenekler	Açıklama	KE	E	ED	B
<input type="checkbox"/> Köpek iş yapmıştır					
<input type="checkbox"/> Hem köpek hem de sahibi iş yapmıştır					
<input type="checkbox"/> Üzerine iş yapılan köpektir*					
<input type="checkbox"/> Üzerine iş yapılan köpeğin sahibidir					

Tablo 5'te öğretmen adaylarının yukarıda belirtilen beşinci soruya verdikleri cevaplar ile yüzde ve frekans değerleri verilmiştir. Öğretmen adaylarının % 50.8'i doğru seçeneği seçmişlerdir. Ama bu oranın sadece % 23.9'u kuvveti uygulayarak iş'i sahibin yaptığını, üzerine iş yapılanın köpek olduğu doğru açıklamasını yapmışlardır. Geri kalan % 26.9 oranındaki adaylar "üzerine kuvvet uygulandığı için üzerine iş yapılan köpektir", "sahibi hareket etmediği için iş yapmamıştır, ama üzerine iş yapılan köpektir" gibi çeşitli açıklamalarda bulunmuşlardır. "Köpek yer

değiştirdiği için iş yapmıştır" düşüncesine sahip öğretmen adaylarının oranı % 13.9'dur. "Hem köpeğin hem de sahibinin iş yaptığı" düşüncesine sahip adayların oranı ise % 27.7'dir. Bu adayların %12.3'ü hem köpeğin hem de sahibinin kuvvet uyguladığı için iş yaptığı düşüncesine sahiptirler. İkisinin de hareket ettiği için iş yaptığını ifade edenlerin oranı % 6.2 ve diğer çeşitli açıklamalarda bulunanların oranı da % 9.2'dir. "Üzerine iş yapılanın köpeğin sahibi" olduğu yanılgısına sahip öğretmen adaylarının oranı da %7.7'dir.

Tablo 5: Beşinci soruya ait cevapların dağılımı

Seçenekler	Öğretmen adaylarının işaretlediği seçeneklere verdiği açıklamalar	Eminlik durumu				N	Yüzde %	Top. %
		KE	E	ED	B			
Köpek iş yapmıştır	Köpek yer değiştirdiği için iş yapmıştır.	8	7	3	-	18	13.9	13.9
Hem köpek hem de sahibi iş yapmıştır	İkisi de kuvvet uyguladığı için ikisi de iş yapmıştır.	5	6	4	1	16	12.3	27.7
	İkisi de hareket ettiği için iş yapmışlardır.	-	2	5	1	8	6.2	
	Köpek hareket ettiği için, sahibi de hareket ettirici kuvveti uyguladığı için ikisi de iş yapmıştır.	-	3	1	2	6	4.6	
	Diğer cevaplar.	2	1	3	-	6	4.6	
Üzerine iş yapılan köpektir*	İş yapan sahibidir. Hareket eden köpek olduğu için üzerine iş yapılan da köpektir.	8	18	4	1	31	23.9	50.8
	Üzerine kuvvet uygulanan köpek olduğu için.	1	9	5	3	18	13.9	
	Köpeğin sahibi hareket etmediği için iş yapmamıştır. Ama üzerine iş yapılan köpektir.	-	1	1	-	2	1.5	
	Diğer cevaplar.	1	7	4	3	15	11.5	
Üzerine iş yapılan köpeğin sahibidir	Kuvveti uygulayan köpeğin sahibi olduğu için üzerine iş yapılan sahiptir.	1	1	2	-	4	3.1	7.7
	Diğer cevaplar.	1	1	4	-	6	4.6	

Yapılan açıklamalara göre öğretmen adaylarının;

- Hareket eden tüm cisimler iş yapar.
- Kuvvet uygulayan her cisim iş yapar.
- Kuvveti uygulayanın üzerine iş yapılır.

şeklinde kavram yanılgılarına sahip oldukları söylenebilir.

Doğru seçeneği seçip doğru açıklamayı yapan öğretmen adayları 1., 2. ve 4. sorularda da olduğu gibi "eminim" durumunu "kesin eminim" durumundan daha fazla tercih etmişlerdir. Kavram yanılgısına sahip öğretmen adaylarının eminlik durumlarına bakıldığında yine "kesin eminim" ve "eminim" durumlarını işaretleme oranlarının genellikle "emin değilim" ve "bilmiyorum" durumlarından daha fazla işaretledikleri görülmektedir. Doğru seçeneği seçen öğretmen adaylarından "bilmiyorum" durumunu işaretleyenlerinin sayısı 7 iken, yanlış seçenek seçerek "bilmiyorum" durumunu seçenlerin sayısı 4'tür.

Sonuç ve Tartışma

Çalışmadan elde edilen veriler öğretmen adaylarının iş konusunda kavram yanılgıları olduğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarına yöneltilen soruların dördünde

adayların yarısından fazlası yanlış seçeneği seçmiş ve yanlış açıklamalarda bulunmuşlardır.

Öğretmen adaylarına sorulan ilk soruda öğretmen adaylarının iş kavramını bilimsel anlamından farklı olarak algıladıkları, günlük hayatta kullanılan iş kavramıyla karıştırdıkları görülmektedir. Ayvacı ve Devecioğlu (2009) ile Aydoğmuş (2008)'un yaptıkları çalışmaların sonuçlarına göre öğrencilerin kavramları bilimsel anlamından farklı olarak günlük hayattaki anlamlarıyla kullandıkları tespit edilmiştir. Adayların yapılan iş ile alınan yol, uygulanan kuvvet ve harcanan enerji arasında yanlış ilişki kurmaktan kaynaklanan yanılgıları olduğu sonucuna varılmaktadır. Fizikte iş, iki vektörün skaler çarpımıdır. Bunlar kuvvet ve yerdeğiştirme vektörleridir. İş; kuvvet ve alınan yolun çarpımı değil, kuvvet doğrultusundaki yerdeğiştirmenin skaler çarpımıdır. Öğretmen adayları alınan yolun artması halinde yapılan iş'in de artacağını düşünmektedirler. Bu duruma vektörlerin skaler çarpımı konusundaki eksik bilgi ya da kavram yanılgılarının neden olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca adayların basit makine kullanmanın kuvvetten ve iş'ten kazanç sağladığı yanılgısına da sahip oldukları belirlenmiştir.

İkinci soruda öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu aynı yanılgıya sahiptirler. Adaylar sürtünmeli eğrisel yörüngede hareket eden

cisimlerin kütlesi ile alınan yol arasında bir ilişki olduğunu düşünmektedirler. Hırça ve diğ. (2011)'nin 10. sınıf lise öğrencileri ile yapmış olduğu çalışmada da öğrenciler, benzer şekilde eğimli sürtünmeli bir yüzeyden serbest bırakılan bir cismin kütlesi değişir ise ilk durduğu yerden farklı yerde duracağını belirtmişlerdir. Adaylardan; kütle artınca alınan yol azalacaktır (%30) düşüncesine sahip olanlar ile bu düşünceye ters olan kütle artınca alınan yol azalacaktır (%28.5) düşüncesine sahip olanların oranının birbirine oldukça yakın olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, adayların iş-enerji ilişkisini kuramamalarının bir sonucudur. Birbiriyle ilişkili kavramların doğru öğrenilmemesi durumunda kavram yanılgılarının nasıl oluştuğuna güzel bir örnektir.

Adaylara sorulan üçüncü soruda adayların, uygulanan kuvvetin doğrultusu ile cismin hareket yönü arasındaki bağı kuramamaktan ya da yanlış kurmaktan kaynaklanan yanılgılara sahip olduğu görülmektedir. Adaylar kuvvet ile cismin hareket doğrultusunun birbirine dik olduğu durumlarda, yapılan iş'in kütleye, alınan yola ve uygulanan kuvvetin büyüklüğüne bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu soru için vermiş oldukları cevaplardan uygulanan kuvvet arttıkça iş'in de artacağını, alınan yolun arttıkça yapılan iş'in de artacağını düşündükleri görülmektedir. Aynı yanılgılara Aydoğmuş (2008)'in yapmış olduğu çalışmada da rastlanmaktadır. Burada diğer önemli bir nokta, adayların %19.2'sinin "İkisi de aynı iş'i yapmıştır" seçeneğini işaretlemeleri ve açıklamalarından, birinci sorudaki kavram yanılgısının sahip olunduğunun diğer bir göstergesidir. Adayların %19.6'sı açıklamalarında "Dolu bardakları taşıyan garson daha fazla kuvvet harcamıştır" ifadesini kullanmışlardır. Gerçekte kuvvet, harcanan değil uygulanandır. Bu da bir kavram yanılgısıdır.

Dördüncü soru ile ikinci soru birbirine oldukça yakındır. Aralarındaki fark ikinci soru günlük hayattan seçilerek hazırlanırken dördüncü soru teorik olarak hazırlanmıştır. İkinci soruda adayların büyük bir çoğunluğu (% 78.8) kavram yanılgısına sahip iken, dördüncü soruda adayların yaklaşık yarısı (%53.1) kavram yanılgısına sahiptir. Bunun nedeni fiziği günlük hayatla ilişkilendirilmede zorluklar yaşandığından kaynaklanabilir. Adaylar ikinci

soruda olduğu gibi sürtünmeli eğik düzlemde hareket eden cisimlerin aldığı yolun kütleye bağlı olduğunu düşünmektedirler.

Öğretmen adayları beşinci soruda yarı yarıya doğru cevap vermişlerdir. Adaylardan bir kısmı sadece kuvvet uygulamanın ya da sadece hareket etmenin iş yapmak olduğunu ifade etmektedirler. Bu bulgu Aydoğmuş (2008) ve Cerit-Berber (2008)'in yapmış oldukları çalışmanın bulguları ile paralellik göstermektedir. Bu soruya verilen cevaplardan adayların, iş'i yapan ve üzerine iş yapılan kavramlarını tanımlamadan kaynaklanan yanılgılara sahip olduğu belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının sorulara verdikleri cevaplardan emin olma durumlarına bakıldığında şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

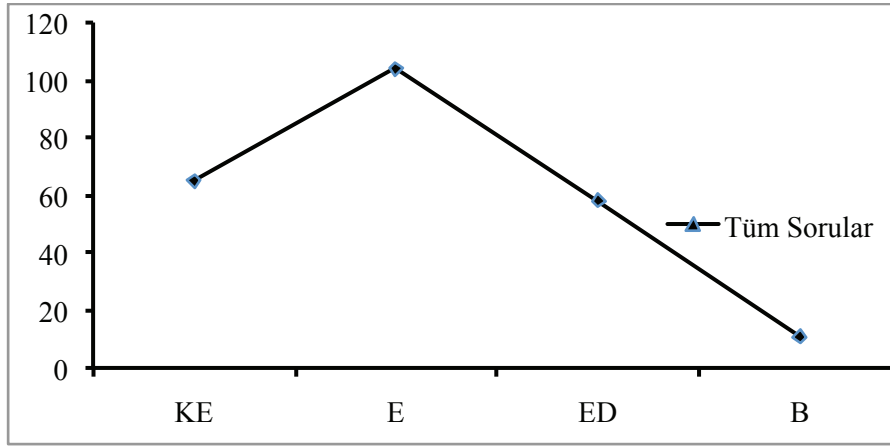
- Doğru seçeneği seçip doğru açıklama yapan adaylar 1., 2., 4. ve 5. sorularda "eminim" durumunu "kesin eminim" durumundan daha fazla işaretlemişlerdir. Sadece 3. soruda "kesin eminim" durumunu "eminim" durumundan daha fazla tercih etmişlerdir.
- Kavram yanılgısına sahip öğretmen adayları da tüm sorularda "kesin eminim" ve "eminim" durumlarını "emin değilim" ve "bilmiyorum" durumlarından daha fazla tercih etmişlerdir.
- 1. ve 4. sorularda doğru seçeneği seçip doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının dörtte biri "bilmiyorum" durumunu işaretlemişlerdir.
- 1., 4. ve 5. sorularda doğru seçeneği seçmelerine rağmen "bilmiyorum" durumunu seçen öğretmen adaylarının sayısı, yanlış seçenekleri seçerek yanlış açıklama yapan ve "bilmiyorum" durumunu seçen adayların sayısından daha fazladır. Adaylar 3. soruda yine aynı şekilde eşit ya da daha fazla "bilmiyorum" durumunu tercih etmişlerdir. En fazla kavram yanılgısı oranına (%78.8) sahip oldukları 2. soruda ise doğru seçeneği seçen öğretmen adaylarından hiç kimse "bilmiyorum" durumunu işaretlememiştir.

- Adayların tüm sorulara vermiş oldukları eminlik durumlarının oranlarına bakıldığında en fazla (289) "eminim", ardından (176) "emin değilim", daha sonra (150) "kesin eminim" ve en az (35) olarak "bilmiyorum" durumunu işaretledikleri belirlenmiştir. Yıldız ve Büyükkasap (2006)'ın 4 seçenekli olarak (kesinlikle eminim, eminim, emin değilim ve kesinlikle emin değilim) yapmış olduğu çalışmada elde edilen verilerde de genel olarak öğrencilerin "kesinlikle eminim" ve "eminim" seçeneklerini daha fazla tercih ettikleri görülmektedir.

Şekil 1'de, adaylarca beş sorunun doğru seçeneklerine verilen sayıların dağılımına bakıldığında "Kesin Eminim" ve "Eminim"

sayısı 169 iken, 69 tane "Emin Değilim" ve "Bilmiyorum" seçeneği belirlenmiştir. Doğru cevap verip nedenini bilmeyenlerin sayısındaki bu oran azımsanmayacak kadar büyüktür. Bu da gerçekte kavram yanlışlığının görüldüğünden daha yüksek olduğunu işaret etmektedir.

Fizikte 'iş' kavramı vektörler, enerji, kuvvet gibi birçok önemli konuyla ilişkilidir. Öğrencilerin bu konudaki kavram yanlışlarının giderilebilmesi için öncelikle "Vektörlerin Skaler Çarpımı" ve "Kuvvet" ve "Enerji" konularındaki temel kavramlar doğru şekilde tartışılması ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin doğru kurulması gerektiği düşünülmektedir. Bu noktada çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerinden yararlanılabilir ve benzer çalışmalarda etkileri araştırılabilir.



Şekil 1. Adayların beş sorunun doğru seçeneklerine verdikleri sayıların eminlik durumuna göre dağılımı (KE: Kesin eminim; E: Eminim; ED: Emin değilim, B: Bilmiyorum)

KAYNAKÇA

- Akgün, A., Gönen, S. ve Yılmaz, A. (2005) Fen bilgisi öğretmen adaylarının karışımların yapısı ve iletkenliği konusundaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 1-8.
- Atasoy, Ş. ve Akdeniz, A. R. (2007) Newton'un hareket kanunları konusunda kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik bir testin geliştirilmesi ve uygulanması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 4, 1, 45-59.
- Ateş, S. (2008) Mekanik konularındaki kavramları anlama düzeyi ve problem çözme becerilerine cinsiyetin etkisi. *Education and Science*, 33, 148, 3-12.

- Aydın, Ö. ve Özkara, D. (2011) Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin atmosferde meydana gelen doğal elektriklenme konusundaki kavram yanlışları ve bilgi eksikliklerinin belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4, 6, 11-20.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003) Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 2, 111-124.
- Aydoğmuş, E. (2008) *Lise-2 fizik dersi iş-enerji konusunun öğretiminde 5E modelinin öğrenci başarısına etkisi*. Yüksek lisans tezi,

- Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ayvacı, H. Ş. ve Devocioğlu, Y. (2009) İlköğretim öğrencilerinin iş-güç-enerji konusunda sahip oldukları yanlış anlamalar. First International Congress of Educational Research Educational Research Association Turkey, Çanakkale.
- Bahar, M., Öztürk, E. ve Ateş, S. (2002) *Yapılandırılmış grid metodu ile lise öğrencilerinin Newton'un hareket yasası, iş, güç ve enerji konusundaki anlama düzeyleri ve hatalı kavramlarının tespiti*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Cerit-Berber, N. (2008) İş-güç-enerji konusunun öğretiminde pedagojik-analojik modellerin kavramsal değişimin gerçekleşmesine etkisi: Konya ili örneği. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Cerit-Berber, N. ve Sarı, M. (2009) Kavramsal değişim metinlerinin iş, güç, enerji konusunu anlamaya etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 159-172.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E., (2002) Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanılgılarının ölçülmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara.
- Eryılmaz, A. ve Tatlı, A., (1999) *ODTÜ öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları*. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, KTÜ, Trabzon, M.E.B. ÖYGM, 103-108.
- Garnett, P. J. ve Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of chemistry: Electrochemical (Galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 10, 1079-1099.
- Gülçiçek, Ç. ve Yağbasan, R. (2004a) Sarmal yay sisteminde mekanik enerjinin korunumu konusunda öğrencilerin kavram yanılgıları. *Milli Eğitim Dergisi*, 163. <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/163/gulcicek.htm>
- Gülçiçek, Ç. ve Yağbasan, R. (2004b) Basit sarkaç sisteminde mekanik enerjinin korunumu konusunda öğrencilerin kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 3, 23-38.
- Hırça, N., Çalık, M. ve Seven, S. (2011) 5E modeline göre geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal değişimine ve fizik dersine karşı tutumlarına etkisi: iş, güç ve enerji ünitesi örneği. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8, 1, 139-152.
- Kabapınar, F. (2001) *Orta öğretim öğrencilerinin çözünürlük kavramına ilişkin yanılgılarını besleyen düşünce biçimleri*. Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Kızılcık, H. Ş. & Güneş, B. (2011). Düzgün dairesel hareket konusunda üç aşamalı kavram testi geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 278-292.
- Küçüközer, H. (2007). Prospective science teachers' conceptions about astronomical subjects. *Science Education International*, 18, 2, 113-130.
- Küçüközer, A. (2010) Fen öğretmeni adaylarının dalgalar konusunda kavram yanılgıları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7, 2, 66-75.
- McDermott, L. C. (2001) Oersted medal lecture 2001: "Physics education research – the key to student learning". *American Association of Physics Teachers*, 69, 11, 1127-1137.
- Miles, M.B. ve Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Uzunkavak, M. (2009) Öğrencilerin iş kavramında pozitiflik-negatiflik ayrımı becerilerinin yazı ve çizim metoduyla ortaya çıkarılması. *Süleyman Demirel University International Journal of Technology Sciences*, 1, 2, 10-20.
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. (2003) Fen öğretiminde kavram yanılgılarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 13, 102-120.
- Yıldız, A. ve Büyükkasap, E. (2006) Fizik öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanılgıları ve öğretim elemanlarının bu konudaki tahminleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 268-277.
- Yıldız, A., Büyükkasap, E., Erkol, M. ve Dikel, S. (2007) Fen bilgisi öğrencilerinin, hız, sabit hız, sürat ve yer değiştirme kavramlarını anlama düzeyleri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 2.
- Yılmaz, S., Eryılmaz, A. ve Geban, Ö. (2002) *Birleştirici benzetme yönteminin lise öğrencilerinin mekanik konularındaki kavram yanılgıları üzerine etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A. (2009) İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3, 2, 52-73.