

## İlköğretim Öğrencilerinin Gözüyle “Yerçekimi Nerededir?”

M. Sabri KOCAKÜLAH<sup>1</sup> , Zeynep KENAR AÇIL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü Fizik Eğitimi, Balıkesir -Türkiye

<sup>1</sup> Öğretmen, Özel Fırat İlköğretim Okulu, Balıkesir-Türkiye

**Alındı:** 05.04.2010

**Düzeltildi:** 30.09.2010

**Kabul Edildi:** 20.10.2010

*Orjinal Yayın Dili Türkçedir (v.8, n.2, Haziran 2011, ss.135-152)*

### ÖZET

Fen bilimlerinde bazı temel kavram ve prensiplerin öğretiminde bazı sorunlarla karşılaşmakta ve bu süreçte öğrencilerde birçok kavram yanlışlığı oluşmaktadır. Bu çalışmada öğrencilerin yerçekimi konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Çalışmanın örneklemini Balıkesir il merkezinde yer alan çeşitli okullarda öğrenim gören 370 ilköğretim 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma nitel bir araştırma olup veriler, açık uçlu sorulardan oluşan bir test ve 18 öğrenci ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler yardımıyla toplanmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerden öğrencilerin alan yazında yer alan kavram yanlışlarının büyük bir çoğunluğuna sahip olduğu, aynı zamanda alan yazında yer almayan kavram yanlışlarının da mevcut olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonunda kavram yanlışlarını gidermek üzere önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yerçekimi; Kavramsal Anlama Testi; Fen Eğitimi; Kavram Yanlışları.

### GİRİŞ

Günümüzde bilim ve teknoloji alanındaki hızlı gelişmelerin bireylerce takip edilebilmesi, anlaşılabilmesi ve hayata geçirilebilmesi açısından fen ve teknoloji öğretiminin önemi büyüktür. Fen dersleri birçok soyut kavram içerdiğinden, bu derslerin öğrencilere etkili ve yeterli bir şekilde öğretilmesinde kavramların önemli bir yeri vardır. Kavramların, insanların zihinlerinde yer alan soyut düşünceler olduğu, içinde bulunulan çevrenin karmaşıklığını azaltarak, çevredeki ve dünyadaki nesne ve olayların tanınmasına yardımcı olduğu belirtilmektedir (Osborne & Freyberg, 1985). İnsanların düşünme sürecini işleten malzeme olan kavramlarla dünyada var olan olaylar, varlıklar ve nesnelere benzerlik ve farklılıklarına göre gruplara ayrılmaktadır. Bu gruplara verilen isimler dünyadaki bütün insanlar tarafından aynı şekilde anlaşılmakta, bu da insanlar arasındaki iletişimi kolaylaştırmaktadır. Bilinen kavramlar yoluyla bilinmeyenler açıklanmaya çalışılmakta



böylece yeni kavramların yapılanması yaşam boyu devam ederek insanların dünyaya bakış açıları değişmektedir (Çalık & Ayas, 2005).

Öğrenmeyi açıklamak üzere ortaya atılan kuramlardan yapılandırmacı öğrenme kuramına göre, öğrenen yeni bilgileri eskileri üzerine yerleştirir ve bu nedenle öğretim süresince eski kavramlarla yeni kavramları ilişkilendirir (Çepni, 2007). Bu bakımdan kavram öğretimi önemli bir süreçtir. Bazı durumlarda öğrenciler kavramlar arası ilişkilendirmeyi bizim istediğimiz şekilde gerçekleştiremez. Öğrenci kendi hafızasındaki bilgilerle yeni bilgiyi test ederken eğer yeni bilgi anlamlı değil ise ilişkilendirme yapamaz veya yanlış ilişkilendirir (Köseoğlu vd., 2003). Yapılan yanlış ilişkilendirmeler sonucunda öğrencilerde bilimsel olarak doğru kabul edilen gerçeklerle çatışan fikirler oluşur. Öğrencilerin bu alternatif fikirlerine; kavram yanılgısı, yanlış kavrama, ön kavrama, alternatif yapılar, çocukların bilimi, genel duyu kavramları, kendiliğinden oluşan bilgiler veya yetersiz kavrama gibi çeşitli isimler verilmektedir (Bacanak, Küçük & Çepni, 2004; Driver, 1985; Driver & Easley, 1978; Gunstone, 1990; Mike & Treagust, 1998; Osborne & Freyberg, 1985). Bu çalışmada öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilmeyen bu fikirleri kavram yanılgısı olarak isimlendirilecektir.

Kavram yanılgılarının kaynakları araştırıldığında ise temel olarak, öğrenci önbilgisinin, sosyal çevrenin, konuşma dilinin, öğretmenlerin ve kitapların yanlış kavramaya sebep olduğu anlaşılmaktadır (Bozkurt, Salman Akın & Uşak, 2004; Hammer, 1995). Dolayısıyla anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için kavram yanılgılarının doğasını ve kaynaklarını tanıdıktan sonra bunların tespit edilmesi gerekmektedir. Buradan yola çıkarak bu çalışmada öğrencilerin yer çekimi konusundaki kavram yanılgıları üzerinde durulmuştur. Alan yazında bu konu ile ilgili yapılan farklı çalışmalar yer almaktadır.

Sharma, Miller, Smith ve Sefton (2004), 200 üniversite birinci sınıf öğrencisinin yürügende yer alan uzay gemisindeki yerçekimi hakkındaki fikirlerini öğrenmek amacıyla bir soru yöneltmişlerdir. Soruda dünyanın yürüncesinde yer alan uzay gemisindeki astronotun tartıldığı ve tartının “0” değerini gösterdiği belirtilmiştir. Öğrencilerden, astronotun kütleinde bir değişikliğin olmadığı bilindiğine göre tartının “0” değerini göstermesinin nedenini fizik prensiplerini kullanarak açıklamaları istenmiştir. Verilen cevaplardan öğrencilerin %22’sinin, Dünya’nın çekimsel alanının dışında kalan uzayda yerçekiminin olmadığını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Öte yandan öğrencilerden %49.5’i dünyanın yürüncesinde yer alan uzay gemisinde yerçekiminin olmadığını belirtmiştir.

Öğrencilerin yerçekimi konusundaki kavramsal anlamalarının sınıflara göre gelişip gelişmediğini belirlemek amacıyla Gürel ve Gürdal (2002) tarafından yapılan çalışmada 1998-1999 öğretim yılında, 7.-11. sınıflarda okuyan 230 öğrenciye açık uçlu sorulardan oluşan anket uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlardan bazılarına göre öğrenciler, “Yerçekimi kuvvetinin olması için havanın gerekli olduğu”, “Ay’da yerçekiminin Dünya’ya göre az olduğu fakat bunun cisimleri yere düşüremeyeceği”, “Yerçekimi kuvvetinin sadece cisim düşerken etki edeceği”, “Yerçekimi ve ağırlığın farklı kavramlar olduğu” gibi görüşlere sahiptirler. Ağırlık ve yerçekimi arasındaki ilişkiyi konu alan bir başka çalışmada çocukların “Nesnelerin yere düşmeleri ağır olmalarından kaynaklanmaktadır ve ağır nesnelere hafif olanlardan daha erken düşerler” şeklinde fikirlere sahip oldukları belirtilmiştir (Galili, 2001; Galili & Bar, 1997; Küçük, 2005).

Chandler (1991) ise çalışmasında, ilköğretim öğrencilerine “Atmosfer aniden yok olsa ağırlığınıza ne olur?” sorusunu yöneltmiş ve çoğunluğun “Uzay’da uçuşuruz.” cevabıyla karşılaşmıştır. Öğrenciler arasında dünya atmosferi bittiğinde yerçekiminin de bittiği düşüncesi yaygındır. Yapılan başka bir çalışma da (Bar, Zinn & Rubin, 1997), öğrencilerin böyle bir fikre sahip olduklarını desteklemektedir. Çalışmada, öğrencilerin yer çekiminin yükseklikle arttığı, fakat havanın bittiği yerde birden bire bittiğini düşündükleri

anlaşılmıştır. Yine buna benzer bir sonuç Bar, Zinn ve Rubin'nin yaptıkları çalışmada da elde edilmiştir. 9-10 yaş grubundaki 300 öğrenciyle yapılan çalışmada etkileşim kuvvetlerinin doğası araştırılmış ve hava ile yerçekimi arasındaki ilişki sorgulanmıştır. Öğrencilerin havası boşaltılmış fanus içinde yerçekiminin etkili olmayacağı, yer çekiminin etkin olabilmesi için havaya ihtiyaç duyduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada; 9. sınıftaki öğrencilerin yarısından fazlasının uzayda yerçekiminin olmadığına ve ayda hava olmadığından yerçekiminin de olmadığına inandıkları tespit edilmiştir (Küçük, 2005). Başka bir çalışmada elde edilen bir sonuç da “Güneş Dünya'ya düşmez çünkü Güneş' in bulunduğu yerde hava yoktur ve havanın olmadığı yerde yerçekimi etki etmez” şeklindedir (Bar, Zinn, Goldmuntz & Sneider, 1994).

Dostal (2005) tarafından öğrencilerin yerçekimi hakkındaki görüşlerini incelemek, konuyu daha etkili öğrenmelerini sağlamak için eğitici materyaller hazırlamak ve materyallerin etkisini nicel olarak değerlendirmek amacıyla 2500 üniversite ve ortaöğretim öğrencisiyle bir çalışma yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin, farklı kütlelerdeki cisimlerin birbirlerine eşit olmayan kuvvet uyguladıklarına; büyük cisimlerin küçük cisimlere, küçük cisimlerin büyük cisimlere uyguladığından daha fazla kuvvet uyguladığına ve uzayda ve Ay'da yer çekiminin olmadığına inandıkları belirtilmiştir.

Küçük (2005), farklı öğretim seviyelerindeki öğrencilerin ve Fen bilgisi öğretmen adaylarının yerçekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavramların farklı problem durumları tarafından nasıl etkilendiğini ortaya koymak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Örnekleme ilköğretim, lise ve üniversite öğrencilerinin yer aldığı 82 kişi oluşturmaktadır. Bu çalışma sonucunda, özellikle ilköğretim ve üniversite seviyelerindeki öğrencilerin yerçekimi hakkında birçok yanlışlığa sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin yerçekimi hakkındaki kavram yanlışlarının incelenen nesnenin konumu, hareketi ve içinde bulunduğu fiziksel ortam gibi şartlardan etkilendiği ortaya çıkmıştır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalardan yerçekimi konusu ile ilgili elde edilen kavram yanlışları bazı kaynaklarda şu şekilde sunulmuştur:

- Dünya tarafından bir elmaya uygulanan kuvvet ile Ay'a uygulanan kuvvet aynı değildir;
- Ay, serbest düşme hareketi yapmaz;
- Uzayda yerçekimi kuvveti yoktur;
- Uzay aracına etkiyen yerçekimi kuvveti yaklaşık sıfırdır;
- Ay'ın yörüngesinde dolanmasının sebebi yerçekimi kuvvetinin Ay'a etkiyen merkezkaç kuvvet ile dengelenmiş olmasıdır;
- Tüm düşen cisimlere etkiyen yerçekimi kuvveti aynıdır;
- Yerçekimi kuvveti aynı anda sadece bir cisme etki eder;
- Aynı yükseklikten bırakılan ağır cisimler hafif cisimlere göre daha önce yere düşer;
- Ağırlıksızlık yerçekiminin olmaması demektir;
- Dünyanın kendi etrafında dönme (spin) hareketi yerçekimini doğurur;
- Yerçekimi yükseklikle artar (Demirci, 2003; Güneş, 2008).

Bunların dışında 2005 yılında hazırlanan fen ve teknoloji dersi programında “Bazı öğrenciler yerçekimi kuvvetinin sıvı içindeki cisimlere etki etmediği yanlışlığına sahip olabilir” şeklinde bir uyarıya da yer verilmektedir.

Bilindiği gibi 2005-2006 öğretim yılından bu yana yeni ilköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı uygulamaya konmuştur. Yapılandırmacılık temelli hazırlanan yeni programla birlikte öğrenme ve öğretme süreci de değişmiştir. Öğrencilerin ön bilgilerinin öğretimi şekillendirmede daha çok önemsenmesi gerektiği ve bununla birlikte de yeni

programın kullanılması sonrasında öğrencilerin kavramsal anlamalarının belirlenmesi gereği bir kez daha önem kazanmıştır. Ayrıca alan yazın taraması, yerçekimi konusu ile ilgili birçok kavram yanlışlığının tespit edilmiş olduğunu ve yapılan çeşitli çalışmalarla da bunların desteklendiğini göstermektedir. Yapılacak olan çalışmalarda yanlışların tespit edilmesinin yanında, bunların nasıl giderilebileceği üzerinde de durulması gerekmektedir.

Bu çalışmada, ülkemizde yeni bir öğretim programı henüz uygulanmaya başlamışken, ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin yerçekimi konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve uygulamaya dönük olarak da bu kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik somut öğretim durumları içeren önerilerde bulunmak amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

Araştırma, öğrencilerin yerçekimi konusuna ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmek yani var olan bir durumun betimlenmesi amaçlandığı için tarama türündedir. Çalışmada açık uçlu sorulardan oluşan bir kavramsal anlama testi (KAT) uygulanmış ve ardından yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

### a- Örneklem

Çalışmanın örneklemini Balıkesir ilindeki altı farklı ilköğretim okulunda öğrenim gören 370 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Örneklemin belirlenmesinde uygun örnekleme yapılarak, Balıkesir ilindeki kolay erişilebilecek farklı semtlerde yer alan okullar seçilmiştir. Sekizinci sınıf öğrencilerinin seçilme nedeni yerçekimi konusu ile ilgili öğretime 4. sınıftan itibaren başlanmış olması ve ilköğretim seviyesinde öğrenilmesi gereken tüm bilgileri görmüş olmalarıdır.

### b- Verilerin Toplanması

Veri toplamada kullanılan araçlardan biri olan KAT'ın hazırlanması için alan yazın taraması yapılarak konu ile ilgili çalışmalardan elde edilen kavram yanlışları dikkate alınmış ve ayrıca Fen ve Teknoloji Programı incelenerek KAT soruları oluşturulmuştur. Sorularda özellikle yerçekimi kuvvetinin farklı ortamlarda nasıl ve ne şekillerde etki ettiğini ölçmeye yönelik olarak çeşitli sorular hazırlanmıştır. KAT'ın geçerliliğini ve güvenilirliğini arttırmak amacıyla hazırlanan sorular, fizik eğitimi alanında çalışmakta olan üç alan uzmanına gösterilmiş ve üzerlerinde tartışılmıştır. Bunun yanında gerçek uygulamadan önce 20 kişilik bir sınıfta deneme (pilot) çalışması yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda öğrencilerin verdikleri yanıtlar doğrultusunda önemli noktaların vurgulanması gerektiği anlaşılmış, soruların bazı kısımlarının altı çizilmiştir. Bunun yanında ikinci soru öğrencilerin anlama seviyesinin üstünde olduğu ve kavram yanlışlığı tespit etmede yetersiz kaldığı gerekçesiyle tamamen değiştirilmiştir. KAT'ın dört açık uçlu sorudan oluşan son hali üzerinde de alan uzmanlarıyla tartışıldıktan sonra gerçek uygulama aşamasına geçilmiştir. KAT, kuvvet ve hareket ünitesinin öğretimi bittikten bir hafta sonra ve bir ders saati süresince uygulanmıştır.

Uygulanan KAT'ın genel bir değerlendirmesi yapıldıktan sonra belde okulundan yedi, özel okuldan beş ve devlet okulundan altı öğrenci olmak üzere toplam 18 öğrenciyle yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşme için seçilen öğrenciler tespit edilirken KAT sorularına verilen yanıtlar dikkate alınmış bunun yanında fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin tavsiyeleri göz önünde bulundurulmuştur. Görüşme soruları KAT'ta yer alan soruların daha derinlemesine tartışıldığı ve özellikle öğrencilerin yanlışlarının nedenlerinin sorgulanmasına yönelik sorulardan oluşmuştur. Böylece öğrencilerin ortaya koydukları alternatif fikirlerin temelli, tutarlı olup olmadıkları anlaşılmış aynı zamanda

kavram yanlışlarının kaynaklarının neler olduğu belirlenmiştir. Görüşmeler KAT'ın uygulanmasından iki hafta sonra her bir öğrenci ile tek tek gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin izni alınarak ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Görüşmelerin süresi 18-35 dakika arasında sürmüştür.

### c- Verilerin Çözümlemesi

Araştırma öncesinde öğrencilerin konu hakkındaki fikirleri tam anlamıyla bilinmediğinden, KAT sorularından elde edilen verilerin analizinde kategorileme sistemi kullanılmıştır (Driver & Erickson, 1983; Kocakulah, 2002). Kullanılan kategorileme sistemi iki temel adımdan oluşmaktadır. Birinci adımda her bir soruya ait tam doğru yanıtın uzman görüşü olarak belirlenmesi yani önceden belli olan analiz yöntemi (nomothetic approach) tercih edilmiştir. Buna göre öğrenci yanıtları belirlenen bu tam doğru yanıtla göre “Bilimsel olarak kabul edilebilir” ve “Bilimsel olarak kabul edilemez” gibi iki büyük kategoride toplanmıştır. İkinci adımda ise bilimsel olarak kabul edilemeyecek öğrenci yanıtları her bir yanıtın içeriğine göre kâğıtlar okunduktan sonra önceden belli olmayan analiz yöntemi (idiographic approach) ile kategorilere ayrılmıştır. Bu grupta bulunan yanıtları, yerçekimi kavramının yer aldığı ve yerçekimi kavramının yer almadığı yanıtlar olarak içerik bağlamında sınıflandırmak mümkündür. Bu yanıtlar arasında kaynak taraması sırasında rastlanan kavram yanlışları ile örtüşen ve bu çalışmada ortaya çıkarılıp önceki çalışmalarda rapor edilmeyen kavram yanlışları da yer almaktadır.


Bu çalışmada iç ve dış güvenirliliğin sağlanması için çalışmada kullanılan stratejilerin, neden ve nasıl kullanıldığının belirgin hale getirilmesine çalışılmıştır. Açık uçlu sorulardan elde edilen verilerin analizinde çalışmacının algı, kavrama ve yorum becerisinden kaynaklanan yanlışları kısmen de olsa ortadan kaldırmak amacıyla ikincil bir çalışmacı kullanılması gerekmektedir (Kocakulah, 2011). Yapılan analizlerin iç güvenirliliğini denetlemek adına 60 öğrencinin anketteki yazılı açık uçlu sorulara verdiği yanıtlar ikinci bir çalışmacı tarafından kodlanmıştır. Ardından çalışmacının kodlamaları ile ikinci kodlayıcıdan elde edilenler karşılaştırılmıştır. İki kodlama arasındaki tutarlık her soru için ayrı hesaplanmış ve soruların tamamına ilişkin tutarlılık yüzdesi %81 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuca göre güvenirliliğin yeterli olduğu düşünülmektedir.

## BULGULAR

Çalışmanın bu kısmında KAT'taki her soru için elde edilen veriler, görüşme bulgularıyla birlikte detaylandırılarak sunulmuştur.

### 1. Soru'dan Elde Edilen Bulgular

Birinci soru, öğrencilerin yerçekiminin dünyanın merkezinden uzaklaştıkça azaldığının farkında olup olmadıklarını ve bu durumun cisimlerin ağırlığına nasıl etki edeceğiyle ilgili görüşlerini tespit etmek amacıyla sorulmuş olup Şekil 1'de sunulmuştur.

	<p>1. Dünya'nın en yüksek dağı olan, Everest tepesinde bir adamın ağırlığı ölçülüyor. Ardından adam bir helikopterle dağdan indiriliyor ve ağırlığı tekrar ölçülüyor. Bu iki ölçüm arasında nasıl bir farklılık olmasını beklersiniz? <u>Neden?</u></p> <p>.....</p>
---	--

Şekil 1. KAT'ta Yer Alan Birinci Soru

Soruya verilen yanıtlar bilimsel olarak kabul edilebilir, bilimsel olarak kabul edilemez, kodlanamaz ve yanıtız olmak üzere dört ana kategori ve bunların ilk ikisinin altında yer alan alt kategorilerle gruplandırılmış ve Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1 incelendiğinde öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlarının oranının % 52.98 olduğu görülmektedir. Bu gruptaki öğrencilerin % 29.46’sı tam doğru yanıtı verirken diğerleri ya yalnızca yerçekimi kuvvetinden ya yalnızca ağırlıktan ya da farklılık gözleneceğinden bahsetmişlerdir ve yanıtları kısmen doğru kabul edilmiştir. Öğrencilerin kısmen doğru cevap vermelerine, bildiklerini tam olarak ifade edememelerinin ya da eksik bilgiye sahip olmalarının neden olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlardan bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde yer alanlar (%40), ifadelerinde yer çekimi kavramına yer verenler (%13.25) ve yer vermeyenler (% 26.75) olarak gruplandırılmışlardır.

**Tablo 1. Birinci Soruya Ait Öğrenci Yanıtlarının Dağılımı**

Yanıt Türleri	f	(%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>		
<b>A1. Doğru Yanıt</b>		
Dağdaki ağırlık daha azdır. Çünkü yükseklere çıkıldıkça yerçekimi kuvveti/ivmesi azalır.	109	29.46
<b>A2. Kısmen Doğru Yanıtlar</b>		
Yukarı doğru çıkıldıkça ağırlık azalır, aşağıda artar.	41	11.08
Yerçekimi kuvveti olduğu için adamın kilosu aşağıda farklı yukarıda farklı çıkar.	33	8.93
Aslında iki ölçüm arasında bir fark olur ama sebebini bilmiyorum.	13	3.51
<b>Toplam</b>	196	52.98
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>		
<b>B1. Yerçekimi kavramının yer aldığı yanıtlar</b>		
En yüksekte yerçekimi fazlalaşır ve ağırlığı fazla olur, aşağıda ise kilosu azalır. Çünkü yerçekimi azalır.	21	5.67
Aşağıda ağırlığın daha fazla olmasını beklerim. Bunun sebebi yerçekimi kuvvetinin deniz seviyesine yakın bölgelerde daha fazla kuvvet uygulamasıdır. Fakat yerçekimi kuvveti deniz seviyesinden yukarıya çıktığı zaman azalır, aşağı inildiğinde azalır/etkimez.	12	3.24
Adamın ağırlığı değişmez çünkü dünyada yerçekimi kuvveti her yerde aynıdır.	8	2.17
Dağın tepesinde ölçüldüğünde adam hafif gelir. Aşağıda ağır gelir. Çünkü tepede iken yerçekimi kuvveti yok. Aşağı inince var.	8	2.17
<b>Toplam</b>	49	13.25
<b>B2. Yerçekimi kavramının yer almadığı yanıtlar</b>		
Adam yüksek bir tepede olduğu için havanın yaptığı basınçtan/hava ve oksijen miktarından dolayı tepede daha hafif/ağır olur.	40	10.81
Ağırlık aynı olmuştur, çünkü ağırlık hiçbir yerde değişmez.	29	7.84
Yüksekte ağırlık fazla, alçakta iken ise daha azdır. Yüksekliğe çıkıldıkça ağırlık artar.	21	5.67
Everest tepesinde ağırlığı daha fazladır. Dağdan indirildiğinde ağırlığı daha az olur. Çünkü cisimler deniz seviyesine doğru indirildikçe ağırlıkları azalır.	5	1.35
Dünyanın en yüksek dağında tabii ki de hafiftir. Çünkü ekvatora olan uzaklık azaldığı için hafiftir. Yerde ölçüldüğünde ağır çıkar çünkü ekvatora olan uzaklık artar.	4	1.08
<b>Toplam</b>	99	26.75
<b>C. Kodlanamaz</b>	21	5.67
<b>D. Yanıtızlar</b>	5	1.35

Öğrencilerden yanıtlarında yerçekimi kavramına yer verenler (%5.67) “Yükseklere çıkıldıkça yerçekiminin artması” şeklinde bir kavram yanılgısına sahiptir. Bu grupta dikkat çeken başka bir kavram yanılgısı ise gerçekte cisimlerin ağırlığını belirlerken yerçekimi ivmesi yerin merkezine göre yorumlanırken öğrencilerden % 3.24’ünün yer çekiminin

değişmesini deniz seviyesini referans alarak yorumlamalarıdır. Yapılan görüşmeler sırasında bu yoruma ait iki farklı görüşün mevcut olduğu anlaşılmıştır. Birincisine göre deniz seviyesinden yukarılara çıkıldıkça ve aşağılara inildikçe yerçekimi ivmesi azalmakta ya da artmaktadır. İkinci görüşe göre yerçekimi deniz seviyesinden itibaren etkimeye başlamaktadır ve deniz seviyesinin altında yerçekimi yoktur. Öğrenci 123 ve 244 görüşmelerde bu düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmektedir.

*“Yerçekimi deniz seviyesinden itibaren etkimeye başlıyor... Bunu fen dersinden hatırlıyorum”* (Öğrenci 123)

*“Deniz seviyesinden yukarılara çıkıldıkça ve aşağılara inildikçe yerçekiminin etkisi azalır... Mantık yürüterek bu sonuca ulaşıyorum”* (Öğrenci 244)

Yanıtlarında yer çekimi kavramına yer vermeyen öğrencilerin büyük bir kısmı temelde hava basıncına ve basınç farklılığına dayalı açıklamalarda bulunmuşlardır. Hava basıncını öne süren öğrenciler yükseklerle çıkıldıkça basıncın artacağını veya azalacağını belirtmektedirler. Öte yandan iki ölçüm arasındaki farklılığın doğrudan basınç farklılığına dayandırıldığı da görülmektedir. Soruyu bu şekilde yanıtlayan öğrenciler katılımcıların %10.81' ini oluşturmaktadır. Yapılan görüşmelerden öğrencilerin genellikle basınç konusuyla ilgili öğretim sırasında verilen “Yükseklere çıkıldıkça hava basıncı azalır” ifadesini soru ile ilişkilendirdikleri anlaşılmaktadır.

**Araştırmacı:** *Neden bu durumu hava basıncı ile açıklıyorsun?*

**Öğrenci 178:** *Okulda yükseklerle çıkılınca açık hava basıncı azalıyor aşağı inildikçe deniz seviyesine yaklaştıkça artıyor denmişti. İşte burada da biri aşağıda biri yukarıda ölçülüyor ya o yüzden.*

Bunun yanında görüşme sırasında bir öğrenci soruya bu şekilde yanıt verme nedenini açıklarken şu ifadeyi kullanmıştır:

*“Yükseğe çıkarsak hava basıncı azalır, insan vücuduna etkiyen basınç da azalır. O zaman ağırlığımız da azalır”* (Öğrenci 160)

Başka bir öğrenci (Öğrenci 206) ise; *“Hani bir deney yapılıyordu hem deniz seviyesinde hem dağda o yerçekimi ile ilgiliydi sanırım ya da basınçta olabilir. Hatırlayamadım”* şeklinde bir ifade kullanmıştır. Buradan öğrencilerin yerçekimi ve basınç konularında öğrendiklerini birbirine karıştırdıkları anlaşılmaktadır.

Soruda, yapılan uygulama sonucu nasıl bir farklılık gözlenmesini bekledikleri sorulmasına rağmen, öğrencilerin bir kısmı (% 7.84) sonuçta hiç bir farklılık gözlenmeyeceğini, çünkü ağırlığın her yerde eşit olacağını belirtmişlerdir. Bu konuda görüşmeler sırasında öğrenci 92 ile araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

**Öğrenci 92:** *Dağa çıktığımda ağırlığım değişmez her yerde aynıdır ağırlık.*


**Araştırmacı:** *Peki ağırlık nedir, kütle nedir? Aralarında nasıl bir ilişki var?*

**Öğrenci 92:** *İkisi benzer şeyler fark yok.*

Yukarıdaki alıntıdan öğrencilerin, kütle ve ağırlık kavramlarını karıştırdıkları sonucu da çıkarılabilir.

## 2. Soru'dan Elde Edilen Bulgular

KAT' ın bu sorusunda (Şekil 2) cisimlerin birbirine karşı çekim kuvveti uygulama durumları ve uzayda yerçekiminin varlığı hakkında öğrencilerin ne düşündüklerinin ortaya çıkartılması hedeflenmiştir.



**2.** Dünya, Ay'a ve elmaya çekim kuvveti uygulamaktadır. Elma Dünya'ya doğru hareket edip yere düşerken Ay'ın yere düşmemesinin nedeni ne olabilir?

.....

Şekil 2. KAT'ta Yer Alan İkinci Soru

Tablo 2’ de öğrencilerin yalnızca %7.02’sinin bilimsel olarak doğru kabul edilebilir yanıtlar verdiği görülmektedir. Bunların da büyük çoğunluğunu (% 5.42) kısmen doğru yanıtlar oluşturmaktadır.

Soruya bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verenler, yani Ay’ın düşme hareketi yapmayı sabit yerinde durduğunu düşünenler katılımcıların %81.63’ünü oluşturmaktadır. Görüşmelerde öğrenci 353 bu durumu “*Ay’ın Dünya’ya doğru bir hareketi yoktur, sabittir. Aralarındaki kuvvet dengededir*” ifadesiyle açıklamıştır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar veren öğrencilerin % 62.43’ü ifadelerinde yerçekimine ya da çekim kuvvetine değinirken, % 19.20’si bu kavramları içeren ifadeler kullanmamıştır. Bu iki grup ayrı ayrı incelendiğinde, birinci gruptaki öğrencilerin çoğunun (%17.57) uzayda yerçekiminin olmadığı görüşüne sahip oldukları görülmektedir. Görüşme sırasında Öğrenci 92’nin “*Televizyonda astronotları gördüm, uzay gemisinde uçuyorlardı. Demek ki uzayda yerçekimi kuvveti yok*” şeklindeki ifadesi öğrencilerin bu tür görüşe sahip olma nedenlerinden birini ve medyanın bu tür kavram yanlışlarının en önemli sebeplerinden biri olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Aynı gruptaki öğrencilerin %11.89’u “*Ay’da yerçekimi olmadığından/olduğundan*” ifadesini kullanmışlardır. Bu cevabı veren öğrencilerin bir kısmı “*Ay’da*” derken Ay’ın bulunduğu yeri kastetmiş olup bir kısmı Ay’ın kendisinin yerçekimi kuvvetine sahip olup olmama durumunu diğer bir kısmı da her iki yorumu da kastetmişlerdir. Bu durumu öğrenci 84 şöyle açıklamaktadır.

**Öğrenci 84:** *Ay’da yerçekimi olmadığından Ay düşmüyor.*

**Araştırmacı:** *Ay’ın bulunduğu yerde mi yoksa Ay’ın kendinde mi yerçekimi yok peki?*

**Öğrenci 84:** *İkisinde de hem Ay’da hem de Ay’ın bulunduğu yerde yerçekimi yok.*

**Tablo 2.** İkinci Soruya Ait Öğrenci Yanıtlarının Dağılımı

Yanıt Türleri	f	(%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>		
<b>A1. Doğru Yanıt</b>		
Ay, Dünya etrafında belirli bir hızda ve yörüngede dönüyor, Dünya’ da onu çekiyor. Eğer Ay dönmeseydi o da elma gibi yere düşerdi.	6	1.62
<b>A2. Kısmen Doğru Yanıtlar</b>		
Ay’ın bir yörüngesi vardır ve o yörünge dahilinde hareket ettiği için yere düşmez.	20	5.42
<b>Toplam</b>	26	7.02
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>		
<b>B1. Yerçekimi kavramının yer aldığı yanıtlar</b>		
Uzay’da yerçekimi kuvveti yoktur. Bunun için Ay düşmez.	65	17.57
Ay’da yerçekimi vardır/yoktur. Bu yüzden tüm gezegenler gibi oda yere düşmez.	44	11.89
Ay uzakta olduğu için yerçekimi kuvveti Ay’a çok etki edemez.	41	11.08
Ay atmosferin dışında/havasız ortamda yani yerçekiminin olmadığı bir yerdedir.	30	8.11
Ay’ında bir çekim kuvveti var, ancak elmanın herhangi bir çekim kuvveti yoktur.	24	6.49
Dünya’da Ay’da karşılıklı çekim kuvveti uygulanır ve bu çekim kuvveti dengeyi sağlar.	16	4.34
Dünya’nın Ay’ı çekmesi gibi diğer gezegenler de Ay’ı çeker.	11	2.97
<b>Toplam</b>	231	62.43
<b>B2. Yerçekimi kavramının yer almadığı yanıtlar</b>		
Atmosferin dışında olması nedeniyle Ay kalır, elma düşer.	27	7.30
Elmanın kütlesi hafif Ay’ınki büyük olduğu için Dünya Ay’ı çekemez.	23	6.23
Ay Dünya’ya doğru hareket etmez yeri bellidir.	21	5.67
<b>Toplam</b>	71	19.20
<b>C. Kodlanamaz</b>	30	8.11
<b>D. Yanıtsız</b>	12	3.24



Ay'ın elmaya göre uzakta bulunduğunu, bu nedenle Ay'a daha az yerçekimi kuvveti etkiyeceğini ve dolayısıyla da Dünya'nın çekim kuvvetinin Ay'ı düşürmeye yetmeyeceğini savunan öğrenciler ise katılımcıların %11.08'ini oluşturmaktadır.

Öğrencilerin sahip oldukları bir diğer kavram yanılgısı da atmosferin dışında, havasız ortamda yerçekiminin olmayacağıdır. Bu görüşü savunan 30 (% 8.11) öğrenci vardır. Burada dikkat çeken durum, sorunun başında "Dünya Ay'a ve elmaya çekim kuvveti uygulamaktadır" ifadesinin kullanılmış olmasına rağmen öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını yansıtmaları, uzayda ve atmosferin dışında yerçekimi olmadığını ısrarla öne sürmeleridir. Öğrencilerin bu yanılgıya düşme nedeni görüşmelerle irdelenmiş ve öğrenciler şu cevapları vermiştir:

"Yerçekimi dünyanın içinde etkilidir. Atmosfere kadar olan kısım dünyanın içidir elma dünyanın içinde olduğu için yere düşer" (Öğrenci 169)

"Yerçekimi atmosferin bulunduğu yere kadar etkiliyor zaten sonrasında boşluk başlıyor yani uzay uzayda da yerçekimi yok" (Öğrenci 150)

Soruyu açıklarken havasız ortamda yerçekiminin olmayacağı yanılgısına sahip olduğu anlaşılan bir diğer öğrenci ile yapılan görüşmede geçen diyalog aşağıdaki gibidir.

**Öğrenci 344:** *Uzayda hava yok, boşluk olduğu için yerçekimi ivmesi de olmuyor.*

**Araştırmacı:** *Havanın olmadığı ortamda yerçekimi yok mudur?*

**Öğrenci 344:** *Yoktur.*

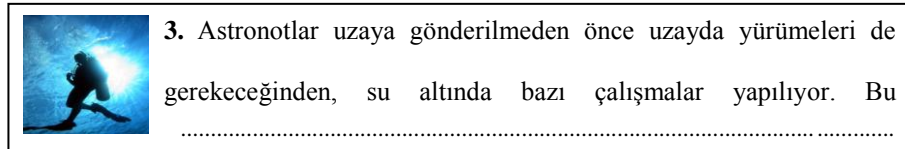
**Araştırmacı:** *Bu odanın havasını boşaltsak ve bir cisim belli bir yükseklikten bıraksak düşer mi?*

**Öğrenci 344:** *Hayır düşmez havada kalır.*

İkinci grupta yer alan öğrencilerin bir kısmı (%7,30) Ay'ın elma gibi Dünya'ya düşmeme nedenini atmosferin dışında olmasına bağlamış ancak yerçekimi kuvvetinden bahsetmemişlerdir. Yine bu grupta yer alan ve katılımcıların % 6.23'ünü oluşturanlar durumu elmanın kütlesi ile Ay'ınkinin farklı olmasına bağlamışlardır. Görüşme sırasında Öğrenci 135'in yaptığı açıklama "Elmanın bir kütlesi olduğu için düşer ama Ay düşmez... Ay'da elmanın bulunduğu yere getirilip bırakılsa yine düşmez " şeklindedir. Bu grupta dikkat çeken durum ise öğrencilerin % 5.67'sinin Ay'ın bulunduğu yere ait olduğunu savunmaları, düşme hareketi yapma olayını kabullenememiş olmaları veya bu olayın imkânsız olduğunu belirtmeleri olmuştur.

### 3. Soru'dan Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin, yerçekimi kuvvetinin su altındaki ve uzaydaki etkisinin nasıl olacağı hakkında görüşlerini almak amacıyla hazırlanmış olan bu soru Şekil 3'te verilmiştir. Öğrencilerin verdiği yanıtların %20.54'ü bilimsel olarak kabul edilebilir, % 68.92'si ise bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar kategorisine dâhil edilmiştir.



Şekil 3. KAT'ta Yer Alan Üçüncü Soru

Tam doğru yanıt veren öğrenciler katılımcıların % 5.14'ünü oluşturmaktadır. Yine bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar kategorisinde yer alıp kısmen doğru yanıt veren ve suyun kaldırma kuvvetinin olmasını astronotların su altında çalışma yapmasına gerekçe olarak sunan 51 öğrenci (% 13.78) bulunmaktadır.

**Tablo 3. Üçüncü Soruya Ait Öğrenci Yanıtlarının Dağılımı**

Yanıt Türleri	f	(%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>		
<b>A1. Doğru Yanıt</b>		
Dünya'nın bir cisme uyguladığı kuvvet Ay'ın bu cisme uyguladığı kuvvetten büyüktür. Su da içine konulan cisimlere bir kaldırma kuvveti uygulayacağından, yerçekimini azaltır.	19	5.14
<b>A2. Kısmen Doğru Yanıtlar</b>		
Su insana kaldırma kuvveti uygular da ondan.	51	13.78
Suda uzayda olduğu gibi yer çekimi etkisi daha az olduğu için, suda çalışma yapılıyor.	6	1.62
<b>Toplam</b>	76	20.54
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>		
<b>B1. Yerçekimi kavramının yer aldığı yanıtlar</b>		
Çünkü suyun kaldırma kuvveti var. Uzayda/Ay'da da yerçekimine rastlanmadığı için su altında deneme yapıyorlar.	65	17.57
Suyun altında yerçekimi kuvveti yoktur. Uzayda da yerçekimi kuvveti olmadığı için astronotlar suda çalışma yapıyorlar.	56	15.14
Sudaki yerçekimi kuvvetiyle Ay'daki aynıdır.	32	8.65
<b>Toplam</b>	153	41.36
<b>B2. Yerçekimi kavramının yer almadığı yanıtlar</b>		
Çünkü insanların uzayda yürümesi zordur. Suda da zordur. Bu yüzden suda alıştırmaya yapmış olabilirler.	33	8.93
Uzaydaki basıncın su altındaki basınç gibi çok olmasıdır. Basınca dayanıklı olabilmek için su altında deneme yapılabilir.	31	8.37
Ay'da da hava yoktur suda da hava yoktur. Bu yüzden su altında çalışırlar.	25	6.75
Ay'ın kaldırma kuvveti olduğundan, suda da olduğundan su altında çalışılır.	13	3.51
<b>Toplam</b>	102	27.56
<b>C. Kodlanamaz</b>	31	8.37
<b>D. Yanıtsızlar</b>	8	2.17

Öğrencilerin %41.36'sı yanıtlarında yerçekimi kavramına bilimsel olarak kabul edilemez anlamda değinmektedir ve bu grupta en çok savunulan görüş (% 17.57) uzayda ya da Ay'da yer çekiminin olmadığı suda ise kaldırma kuvvetinin olmasından dolayı ortamların benzer olmasıdır. Burada dikkati çeken kısım uzayda/Ay'da yerçekiminin olmaması görüşüdür. Bu yanılgıya bir önceki soruya verilen yanıtlarda da rastlanmıştır. Aynı grupta yer alan ve dikkat çeken bir diğer yanılgı ise "Suda yerçekimi yoktur" ifadesidir. Öğrencilerin %15.14'ü bu görüşe katılmaktadır. Görüşme yapılarak bu soru için verdiği yanıtı açıklaması istenen öğrenciler aşağıdaki türden ifadeler kullanmışlardır.

**Öğrenci 206:** *Ay'da yerçekimi yok, her şey havaya kalkıyor. Suyu girdiğimizde de havaya kalkıyoruz demek ki suda da yerçekimi yok.*

**Öğrenci 353:** *Suyun altında yerçekimi yoktur çünkü suda batmıyoruz kendi istediğimiz gibi hareket ediyoruz yerçekimi olsaydı zaten boğulurdu insanlar.*

**Öğrenci 123:** *Denize girdiğimizde zaten suyun altında fazla kalamayız su yüzeyine çıkarız çünkü suyun altında da hava yoktur ve yerçekimi ivmesi olmaz o yüzden uzayda da hava olmadığı için astronotlar gidince yerçekimi ivmesi uygulanmayacak onlar da havada kalacaklar o yüzden.*

**Öğrenci 178:** *Suyun altında açık hava basıncı olmadığı için yerçekimi de yoktur uzayda da aynı geçerli o yüzden orada çalışıyorlar.*

Son iki açıklamayı yapan öğrencilerin havasız ortamda yerçekiminin olmayacağı yanılgısına da sahip oldukları görülmektedir. Gruptaki diğer öğrenciler (%8.65) ise suyun altındaki yerçekimi kuvvetinin yeryüzündekine göre az olduğunu, Ay'daki ya da uzaydaki

yerçekiminin de az olması nedeniyle iki ortamın benzerlik gösterdiklerini düşünmektedirler. Bu öğrencilerin bir kısmı verdikleri cevaplarda ilk soruda da rastlandığı gibi deniz seviyesinden aşağı inildiğinde ya da yukarı çıkıldığında yerçekiminin etkisinin azalacağı görüşünü savunmaktadırlar. Öğrenci 166'nın testteki soruya ilişkin “Deniz seviyesinden aşağı veya yukarı gidildikçe yerçekimi kuvveti azaldığından, yukarıya doğru çıkıldığında Ay, aşağı doğru inildiğinde deniz olduğundan.” yanıtı örnek olarak verilebilir.

Görüşmelerde ise öğrencilerden biri suyun altında yerçekimin az olmasına dair verdiği yanıtını kendi yaşantısına dayanarak şöyle açıklamıştır:

**Öğrenci 316:** *Yüzmek için havuza girdiğimde, kendimi bıraktığımda yere basamıyorum.*

*Ama suyun içinde durabiliyorum. Sanırım yerçekimi kuvveti var ama az.*



Soruyu yanıtlarken yerçekimi kavramına değinmeyen öğrencilerin oluşturduğu grup incelendiğinde örneklemin %8.93'ünü oluşturanların suda ve uzayda hareket etmenin zor olması nedeniyle su altında çalışma yapıldığını düşündükleri görülmektedir. Ancak bu öğrenciler bu ortamlarda hareket etmenin neden zor olduğunu açıklayamamışlardır. Bazı öğrenciler (%8.37) ise olayı basınç kavramını ele alarak açıklamışlardır. Bunlara göre uzaydaki ve su altındaki basıncın az olması ya da fazla olması nedeniyle ortamlar benzerlik göstermektedirler ve astronotlar o basınç altında nasıl davranacaklarını öğrenmektedirler. Öğrencilerin %6.75'i ortamların havasız olması durumunu göz önünde bulundurarak olayı açıklama yoluna gitmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin %3.51'inin iki ortam arasındaki benzerliğin sudaki gibi Ay'da da bir kaldırma kuvvetinin olmasından kaynaklandığını düşünüyor olmaları da dikkati çeken bir diğer yanılgıdır.

#### 4. Soru'dan Elde Edilen Bulgular

Testteki dördüncü soru, Aristoteles'ın savunduğu ve bir dönemde herkes tarafından da kabul edilen “nesnelere ağırlıklarıyla doğru orantılı sürelerde düşerler” görüşünün öğrenciler arasında ne derece yaygın olduğunu ortaya çıkarmak amacıyla sorulmuştur. Galileo tarafından “Pisa Kulesi” deneyi ile bu görüşün yanlış olduğu gösterilmesine rağmen öğrencilerin hala Aristo gibi düşünüyor olabileceği göz önünde bulundurularak bu konudaki görüşlerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Soru iki kısımdan oluşmaktadır ve her kısım için yapılan analizlere ilişkin bulgular ayrı tablolarda sunulmaktadır.

##### a- 4. Soru I. Kısım

Sorunun birinci kısmında (Şekil 4) öğrencilerin, ağırlıkları farklı olan cisimlerin Dünya'da yere düşme sürelerinin nasıl olacağı hakkındaki görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerin 4. sorunun birinci kısmına ilişkin olarak verdikleri yanıtlar ve bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Tablo 4' te sunulmuştur.

	<p><b>4.</b> a) Elinizde bir tüy ve bir çekiç olduğunu düşünün. Bu iki cisim aynı anda aynı yükseklikten bıraktığımızda Dünya'da cisimlerin yere düşme süreleri arasında fark var mıdır? <u>Nedenlerini açıklayınız!</u></p> <p>.....</p>	
---	---	---

Şekil 4. KAT'ta Yer Alan Dördüncü Sorunun Birinci Kısım

Tablo 4'te sorunun birinci kısmına verilen yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin %20'sinin doğru ya da doğruya yakın kısmen doğru cevaplar verdiği görülmektedir. Bu öğrenciler havanın varlığının cisimlerin düşme sürelerini etkilediğinin farkında olanlardır ve verdikleri yanıtlar bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar kategorisine dâhil edilmiştir.

**Tablo 4. Dördüncü Sorunun Birinci Kısımına Ait Öğrenci Yanıtlarının Dağılımı**

Yanıt Türleri	f	(%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>		
<b>A1. Doğru Yanıt</b>		
Fark vardır. Çünkü Dünya’da hava var. Bu hava tüye daha çok kuvvet uygulayacak ve tüy daha geç düşecektir. Ama çekice daha az kuvvet uygulayacaktır.	42	11.35
<b>A2. Kısmen Doğru Yanıtlar</b>		
Tüy yere daha geç düşer, çekiç daha çabuk düşer. Bunun nedeni cisme etki eden havadır.	24	6.48
Cismin öz kütlesi havanın öz kütlesinden ne kadar büyük olursa o kadar hızlanır. Tüyün öz kütlesi az olduğundan havada uçar, çekiç ise hızlı düşer.	8	2.17
<b>Toplam</b>	74	20.00
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>		
<b>B1. Yerçekimi kavramının yer aldığı yanıtlar</b>		
Her cismin kütlesi farklıdır. Ağırlığı fazla olan cisme yerçekimi kuvveti daha çok etkir.	30	8.11
Vardır. Tüy hafif olduğu için yerçekiminden etkilenmez, çekiç ağır olduğu için etkilenir.	11	2.97
<b>Toplam</b>	41	11.08
<b>B2. Yerçekimi kavramının yer almadığı yanıtlar</b>		
Kütleleri arasındaki farklılıklar. Örneğin bir tüyün ağırlığı/kütlesi daha azdır. O yüzden daha yavaş düşer. Ama çekicinin ağırlığı/ kütlesi fazla olduğundan çekiç daha önce düşer.	221	59.72
Hayır, fark yoktur. Çünkü Dünya’nın her yerinde yerçekimi kuvveti vardır.	9	2.43
Tüy yere yavaş düşer ama çekiç ağır olduğundan havaya basınç uygular ve hızlı düşer.	7	1.89
Vardır, çünkü hepsinin ağırlığı ve hacmi farklıdır.	6	1.62
Çekiç ağır olduğu için hızlı düşer, çünkü cisim ne kadar ağır olursa havanın sürtünme kuvveti o kadar az etki eder.	4	1.08
<b>Toplam</b>	247	66.75
<b>C. Kodlanamaz</b>	8	2.17
<b>D. Yanıtsızlar</b>	-	-

Diğer sorularda olduğu gibi burada da bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar yerçekimi kavramına yer verilen ve yer verilmeyen yanıtlar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Yanıtlarında yerçekimi kavramına yer veren ve tüm katılımcıların %8.11’ ini oluşturan öğrenciler, ağır cisme uygulanan yerçekimi kuvvetinin fazla olması nedeniyle çekicinin tüyden önce düştüğü görüşüne sahiptirler. Burada ağır cismin önce düşeceği yanlışlığının yanında dikkat çeken başka bir durum da *yerçekimi kuvveti* ve *ağırlığın* farklı kavramlar olduğu düşüncesidir. Aynı kategoride yer alan diğer öğrenciler (% 2.97) ise yerçekiminin hafif olan cisimleri az etkilediğini hatta bazıları hiç etkilemediğini, bu nedenle hafif olan tüyün yere düşmesinin çok zaman aldığını düşünmektedirler. Bu şekilde verilen yanıtlarda öğrenciler yerçekimi ifadesiyle yerçekimi ivmesini kastetmektedirler. Bir başka deyişle, öğrenciler daha önce alan yazında rapor edilen “*Kütlesi az olan cisimlere yerçekimi ivmesi daha az etkir.*” şeklinde bir kavram yanlışlığı barındıran düşünce yapısına sahiptirler. Bu durum görüşmeler sırasında da şu şekilde açığa çıkmıştır:

**Öğrenci 123:** *Ağırlığı fazla olan cisme daha fazla yerçekimi ivmesi uygulanır.*

**Araştırmacı:** *Yer çekimi ivmesi nedir yerçekimi kuvveti nedir?*


**Öğrenci 123:** *İkisi aynı şeydir “g” ile gösterilir.*

Yapılan bu çalışmayla günümüzde birçok öğrencinin hala Aristo gibi düşünüyor olduğu görülmektedir. Yerçekimi kavramının yer almadığı yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun (% 59.72) sahip oldukları görüş, ağır veya kütlesi fazla olan cismin önce düşeceği görüşüdür. Aslında bilimsel olarak kabul edilemez kategorisine dâhil edilen öğrencilerin hepsi bu görüşe sahiptirler ancak durumu farklı sebeplere

dayandırdıklarından ve vurguyu bu sebeplere yaptıklarından yanıtları farklı temalarda yer almaktadır. Bu soruya verilen yanıtların genelini kapsayan, bir diğer önemli kavram yanılgısı da 370 öğrencinin çoğunda görülen kütle ve ağırlık kavramlarının birbirleri yerine kullanılması durumudur. KAT'ın diğer sorularına verilen yanıtlarda da bu duruma rastlanmıştır ancak testte bu yanılgıyı tespit etmeye yönelik özel bir soru yer almadığından bu yanılgıya sahip öğrencilerin oranını vermek mümkün değildir. Görüşme sırasında Öğrenci 169 bu yanılgı ile ilgili olarak "Aslında Türkçe'de yani herkesin bildiği, kütle ile ağırlık aynıdır, kelimeler aynıdır ama fen bilgisinde bunlar aynı olmuyor" şeklinde bir açıklama yapmıştır. Böyle bir açıklamadan öğrenciler için dil etkisinin kavramların anlamlandırılmasında ne denli önemli olduğu anlaşılmaktadır.

#### **b- 4. Soru II. Kısım**

Sorunun ikinci kısmında öğrencilerin Ay'da yerçekiminin etkisinin nasıl olacağı hakkındaki fikirleri saptanmak istenmiş ve birinci kısımda verilen aynı şartlarda deneyin Dünya yerine Ay' da gerçekleştirildiğinde ne gözleneceği sorulmuştur.



**4. b) Havanın olmadığı bir ortam olan Ay'da aynı deneyi yaptığımızda neler gözlemlersiniz?**  
.....

**Şekil 5. KAT'ta Yer Alan Dördüncü Sorunun İkinci Kısım**

Şekil 5'teki soruda elinde tüy ve çekiçle bu deneyi gerçekleştirmekte olan bir astronot resmi görülmektedir. Bu soruya verilen yanıtların analizi sonucu Tablo 5'te yer alan yanıt kategorileri oluşturulmuştur.

**Tablo 5. Dördüncü Sorunun İkinci Kısımına Ait Öğrenci Yanıtlarının Dağılımı**

Yanıt Türleri	f	(%)
<b>A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar</b>		
<b>A1. Doğru Yanıt</b>		
Havanın olmadığı ortamda cismin düşme süresi sadece yüksekliğine bağlıdır. Bu nedenle bu ortamda aynı anda yere düşerler.	37	10
<b>A2. Kısmen Doğru Yanıt</b>		
İkisi de aynı anda ve yavaş düşer.	28	7.57
<b>Toplam</b>	65	17.57
<b>B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar</b>		
<b>B1. Yerçekimi kavramının yer aldığı yanıtlar</b>		
Ay'dayken cisimler uçar, çünkü aşağıya doğru uygulanan bir yerçekimi kuvveti yoktur.	120	32.44
Havanın olmadığı bir ortamda yerçekimi olmayacağı gibi tüy de çekiç de yere düşmez.	18	4.86
Tüy de çekiç de yere düşmez, Yer çekimi çok az olduğundan dolayı.	7	1.89
Ay'da da çekim kuvveti olduğundan aynı sürede de olsa ikisi de düşer.	7	1.89
<b>Toplam</b>	152	41.08
<b>B2. Yerçekimi kavramının yer almadığı yanıtlar</b>		
Cisimler yere düşmez.	58	15.67
Çekiç ağırlığı tüyden fazla olduğu için daha hızlı düşer.	33	8.93
Havasız bir ortamda deney yapamayız. Hava olmadan yaşayamayız.	18	4.86
Çekiç yere çok zaman sonra düşer, tüy ise düşmez.	10	2.70
Ay'da tüy daha çabuk düşer. Tüy çok hafif bir cisimdir.	3	0.81
<b>Toplam</b>	122	32.97
<b>C. Kodlanamaz</b>	25	6.76
<b>D. Yanıtsızlar</b>	6	1.62

Sorunun bu kısmına verilen yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %10'u ortamın havasız olması özelliğini de vurgulayarak iki cismin de aynı anda düşeceği şeklinde tam doğru yanıt verirken, %7.57'si sebep göstermeksizin iki cismin aynı anda düşeceğinden bahsetmişlerdir.

Yanıtları bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen öğrencilerden yerçekimi kavramına değinenlerin %32.44'ü Ay'da yerçekimi kuvvetinin olmadığını, bu nedenle de cisimlerin yere düşmeyeceği havada kalacağı ya da uçacağı görüşünü savunmaktadırlar. Görüşme sırasında öğrencilerden biri aşağıdaki açıklamayı yapmıştır.

*“Astronotlara bakıyoruz havada geziyorlar, askıda kalıyorlar. Ancak aşağı doğru bir kuvvet uygulanırsa yere inerler. Cisimlere de ancak yere doğru bir kuvvet uygulanırsa düşerler. Ay'da yerçekimi olmadığından durup dururken düşmezler”* (Öğrenci 16)

Görüşme yapılan Öğrenci 158 ise Ay'da ve Uzay'da yerçekiminin olmadığını düşünmesinin nedenini açıklarken “İlkokulda öğretmenimiz göstermişti yerçekimi yok diye böyle çok yavaş hareket ediyorlardı” ifadesini kullanmıştır.

Hatırlanacağı üzere ikinci ve üçüncü sorularda da öğrencilerin çoğunda Ay'da yerçekiminin olmadığına dair kavram yanlışlığının mevcut olduğu saptanmıştır. Burada göze çarpan diğer kavram yanlışlığı ise “*Havasız ortamda yerçekiminin olmayacağı*”dır. Öğrencilerin %4.86'sı bu fikre dayanarak cisimlerin yere düşmeyeceğini belirtmektedirler.

Bir grup öğrenci de (% 1.89) Ay'daki yerçekiminin çok az olması nedeniyle cisimleri düşürmeye yetmeyeceğini düşünmektedir. Bu yanıtı veren öğrencilerin yerçekimi, yerçekimi ivmesi ve yerçekimi kuvvetinin aynı şeyi ifade eden kavramlar olduğunu düşündükleri yapılan görüşmelerden elde edilen bulgulardan anlaşılmaktadır. Görüşme sırasında araştırmacı ve bir öğrenci arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

**Araştırmacı:** *Ağırlık nedir?*

**Öğrenci 160:**  *$G=mg$  formülünde yer alan  $G$ 'dir.*

**Araştırmacı:** *Yerçekimi nedir?*

**Öğrenci 160:** *Formüldeki  $g$ 'dir.*

**Araştırmacı:** *Peki yerçekimi kuvveti nedir?*

**Öğrenci 160:** *Yerçekimi kuvveti de  $g$ 'dir.*

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde bu sorunun yöneltildiği tüm öğrenciler  $G=mg$  formülü üzerinde  $G$ 'yi ağırlık olarak tanımlarken,  $g$ 'yi yerçekimi ivmesi ve kuvveti olarak tanımlamışlardır. Öğrencilerin yerçekimi kuvveti, yerçekimi ivmesi ve ağırlık kavramlarını karıştırdıkları açık bir şekilde görülmektedir.

Öte yandan, yanıtlarında yerçekimi kavramına yer vermeyip “*Yapılan deney sonucunda, iki cismin de havada kaldığı gözlemlenir.*” türünden yanıt veren ancak neden böyle olduğu konusunda açıklama getirmeyen öğrenciler katılımcıların %15.67'sini oluşturmaktadırlar. Ayrıca öğrencilerin %8.93'ü ağır olan cismin deneyin yapıldığı ortam göz önüne alınmaksızın önce düşeceği görüşündedir. Öğrencilerden %4.86'sı ise Ay'da hava olmadığından orada deney yapmanın olanaksız olduğunu düşünmekte, Ay'a gitmeyi hayal bile edememektedirler.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin yerçekimine dair sahip oldukları kavram yanlışlıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın bulgularına bakıldığında genel olarak öğrencilerin yerçekimi kuvveti ile yerçekimi ivmesini ayırt edemedikleri, kütle ve ağırlık kavramlarını karıştırdıkları ve Uzay'da veya Ay'da çekim kuvvetinin olmadığını düşündükleri sonucu çıkmaktadır.

Çalışmada, hem testte yer alan sorularda hem de yapılan görüşmelerde yerçekimi kavramı kullanılmış ve görüşmeler sırasında öğrencilerin bunu yerçekimi kuvveti olarak mı yoksa yerçekimi ivmesi olarak mı algıladıkları irdelenmiş olup bu ikisini karıştırdıkları, ayrıca yerçekimi ve ağırlığın farklı kavramlar olduklarını düşündükleri anlaşılmıştır. Bu durum Gürel ve Gürdal (2002) tarafından yapılan çalışmada da ortaya çıkmıştır. Bu araştırmada yer alan katılımcılarda rastlandığı gibi birçok çalışmada (Bar, Zinn & Rubin, 1997; Bar v.d., 1994; Berg & Brouwer, 1991; Chandler, 1991; Gürel & Gürdal, 2002) ortaya çıkan bir başka yanılğı da “uzayda yerçekiminin olması için havanın olması gerekir” ifadesidir. Atmosferin sınırlarını Dünya’nın içi olarak tanımlayan ve Dünya’nın dışında yani uzayda, Ay’ın bulunduğu yerde yerçekiminin olmadığını savunan öğrenciler Ay’da nesnelere uçuşacağını düşünmektedirler ki bu daha önce Chandler’ın çalışmasındaki öğrencilerin Dünya atmosferi bittiğinde yerçekiminin de bittiği bulgusunu desteklemektedir. Bu çalışmada da bulunan Ay’ın bulunduğu yerde yerçekiminin olmaması, Dünya’nın çekim kuvvetinin Ay’ı etkileyememesi ve Ay’ın sabit bir şekilde olduğu yerde duruyor olması şeklindeki düşünceler aynı konuda yapılmış diğer araştırmaların (Palmer, 2001) sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Bu çalışmadaki katılımcılardan yerçekiminin yerden yükseldikçe arttığını düşünenler olduğu gibi başka bir çalışmada (Bar v.d., 1997) da buna benzer bir kavram yanılığının olduğu bildirilmiştir. Ayrıca ağır olan nesnelere hafif olanlardan daha çabuk yere düşeceğini savunan görüşlere Galili ve Bar (1997)’in çalışmasında olduğu gibi bu çalışmada da rastlanmıştır.

Bu çalışmada ortaya çıkan ancak diğer çalışmalarda yer almayan kavram yanılığları da mevcuttur. Bunlardan birincisi “yerçekiminin dünyanın her yerinde eşit olması” düşüncesidir. Bunun yanında “ağırlık dünyanın her yerinde eşit olur” yanılığısı da öğrencilerin ağırlık, kütle ve yerçekimi kavramlarını tam olarak anlamlandıramadıklarının bir göstergesidir. Bir başka yanılğı ise “Deniz seviyesinden yukarıya çıkıldıkça (ya da aşağı inildikçe) yerçekiminin azalması”dır. Öğrencilerin bu tarz bir yanılığısı sahip olma nedeni görüşmelerle irdelendiğinde hava basıncı konusu ile yerçekimi konusunun ilişkilendirilip “Deniz seviyesinden yükseklerle çıkıldıkça hava basıncı azalır” ifadesinin sık kullanıldığı ve bu konuda öğrencilerin akıllarında ilk olarak Toriçelli deneyinin canlandığı bulunmuştur.

Öğrencilere Dünya tarafından Ay’a ve elmaya çekim kuvveti uygulandığı halde elmanın yere düşerken Ay’ın düşmemesinin nedeninin sorulduğu soruda açığa çıkan kavram yanılığlarından biri “Ay’da Dünya’nın çekim kuvvetine karşı koyan bir kuvvetin olması fakat elmada olmaması” iken, diğeri ise farklı kaynaklarda da (Beaty, 2008; Demirci, 2003; Güneş, 2008) yer alan “Ay düşme hareketi yapmaz” yanılığısına benzer olan “Ay’ın oraya ait olması, düşmesinin mümkün olmaması” görüşüdür.

Öğrencilerin suyun altında yerçekiminin etkisi hakkında ne düşündüklerine dair fen ve teknoloji ders programında yer alan uyarı da dikkate alınarak hazırlanan üçüncü soruda öğrenciler “suyun altında yerçekimi yoktur” şeklindeki ifadelerle havanın olmadığı ortamlar olan su altında ve yeraltında yerçekiminin de olmadığını düşündüklerini ilk defa bu çalışmada göstermişlerdir.

Katılımcılar yanıtlarında, ağır cisimlere etkiyen yerçekiminin fazla olacağını belirtmişler ya da hafif olan cisimleri hiç etkilemeyeceğini de ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrenciler Ay’daki yer çekiminin az olmasından dolayı cisimlerin çekilemeyeceği ve bu nedenle düşmeyecekleri yanılığısına da sahiptirler.

Çalışma bulguları öncelikle öğrencilere yerçekimi kuvveti, yerçekimi ivmesi, ağırlık ve kütle kavramlarının anlamlı bir şekilde öğretilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle öğretimin başında öğrencilerin ön bilgilerini ölçecek ve kavram yanılığlarını

ortaya çıkarabilecek bu çalışmadaki testte yer alan soruların kullanılması önerilebilir. Kavram yanlışlarının tespitinden sonra bunların iyileştirilmesi adına bir takım etkinlikler düzenlenebilir. Bu etkinliklerde öğrencilere yükseklere çıkıldıkça yerçekiminin azaldığı kanıtlanırken hava basıncı ile kurdukları ilişki göz önünde tutulmalıdır. Öğrencilere yükseklere çıkıldıkça belli bir alandaki hava miktarının da yerçekimi ivmesinin azalması nedeniyle azaldığı vurgulanarak yaşantılarından örneklerle açıklamalarda bulunulabilir.

Dünya'nın Ay'a ve elmaya çekim kuvveti uyguladığı halde elmanın yere düşmesine rağmen Ay'ın yere düşmemesinin nedeni açıklanırken yatay atış hareketinin mantığı görsel bir şekilde kavratılabilir ve ardından Ay'ın da yatayda bir hıza ancak çok büyük bir hıza sahip olduğu bu nedenle yere düşmediği aslında her an serbest düşme hareketi yaptığı anlatılabilir. Ayrıca elmanın ve Ay'ın da Dünya'ya çekim kuvveti uyguladığını ancak Dünya'nın onlara doğru değil onların Dünya'ya doğru hareket ettikleri açıklanırken küçük bir deney yapılabilir. Önce kütle çekim kanunundan cisimlerin birbirini eşit büyüklükte kuvvetlerle çektiği kavratılır. Aralarında büyük kütle farkı olan iki cisim alınır ve bunlara eşit büyüklükte kuvvet uygulanır. Ardından aynı büyüklükte iki kuvvetin kütleleri arasında dikkate değer fark olan cisimlerin hareketine etkilerinin ne olacağını açıklanması istenir.

Suda yer çekiminin olduğunu kavratmak için basit bir uygulama ile bu bilgi çocuklara keşfettirilebilir. Bunun için hem askıda kalan hem batan cisimlerin gözlemlenmesi sağlanabilir. Uzay'da yerçekiminin olmaması şeklindeki kavram yanlışlığı ise öğrenciler tarafından birebir uygulama ile değiştirilemeyeceğinden bu konuda görsel öğretim materyallerinden bilgisayar simülasyonları, videolar, vs. izletilebilir. Alternatif olarak alan gezisi kapsamında İzmir'de bulunmakta olan Tübitak Uzay Kampına gezi düzenlenerek gereken açıklamaların bu ortamda yapılması ile bilgi anlamlandırılabilir.

Serbest bırakılan cisimlerin yere düşmelerinin “ağırlıklarından kaynaklandığı dolayısıyla ağır olan cisimlerin hafif olanlardan daha önce yere düşeceği” fikrinin yanlış olduğunu kavratılmak için öğrencilere; bilimin doğasını kavramaları, bilim adamlarının da önceden kendileri gibi düşündükleri ancak bilginin zamanla değişime uğradığını anlamalarına faydalı olması bakımından piyasada mevcut olan ve Galileo'nun yaşamını, yaptıklarını anlatan video izletilebilir. Ayrıca Ay'a yapılan Apollo uçuşlarından birinde, öğrencilere gösteri amacıyla tüy ve çekiç deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu deneyin filmi Galileo'nun savını kanıtlamak için öğrencilere izletme yoluna gidilerek konunun öğrenilmesine katkıda bulunulabilir.



**KAYNAKLAR**

- Bacanak, A., Küçük, M., & Çepni, S. (2004). İlköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: Trabzon örnekleme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 17, 67-80.
- Bar, V., Zinn, B., & Rubin, E. (1997). Children's ideas about action at a distance. *International Journal of Science Education*, 19(10), 1137-1157.
- Bar, V., Zinn, B., Goldmuntz, R., & Sneider, C. (1994). Children's concepts about weight and free fall. *Science Education*, 78(2), 149-69.
- Beaty, B. (2008). *Science Hobbyist: Children's Misconceptions About Science*. <http://amasci.com/miscon/miscon.html> adresinden 05 Mart 2008 tarihinde edinilmiştir.
- Berg, T., & Brouwer, W. (1991). Teacher awareness of student alternate conceptions about rotational motion and gravity. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 3-18.
- Bozkurt, O., Salman Akın, B., & Uşak, M. (2004). İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin erozyon hakkındaki ön bilgilerinin ve kavram yanlışlarının tespiti. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 277-285.
- Chandler, D. (1991). Weightlessness and micro gravity. *Physics Teacher*, 29, 312-313.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2005). A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components. *International Education Journal*, 6(1), 30-41.
- Çepni, S. (Ed.). (2007). *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi* (çev. Ayas, A. A., Akdeniz, A. R., Özmen, H., Yiğit, N., & Ayvaci, H. Ş.) Ankara: Pegem A.
- Demirci, N. (2003). *Bilgisayarla Etkili Öğrenme Stratejileri ve Fizik Öğretimi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Dostal, J. A. (2005). *Student concepts of gravity*. Unpublished master's thesis, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Driver, R. (1985). Changing perspectives on science lessons. In N. Bennett, & C. Desforges (Eds.), *Recent advances in classroom research: British journal of educational psychology monograph series no.2* (pp. 11-22). Edinburgh: Scottish Academic Press Ltd.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual framework in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Galili I., & Bar, V. (1997). Children's operational knowledge about weight. *International Journal of Science Education*, 19(3), 317-340.
- Galili, I. (2001). Weight versus gravitational force: Historical and educational perspectives. *International Journal of Science Education*, 23(10), 1073- 1093.
- Gunstone, R. (1990). Children's science: A decade of developments in constructivist views of science teaching and learning. *Australian Science Teachers Journal*, 36, 9-19.
- Güneş, B. (2008). Fizikte sık rastlanan kavram yanlışları. <http://www.bilalgunes.com/w3.gazi.edu.tr/~bgunes/files/kavramyanilgilari/kavramyanilgilari.html> web adresinden 05 Mart 2008 tarihinde edinilmiştir.
- Gürel, Z., & Gürdal, A. (2002). 7-11. Sınıf öğrencilerinin yerçekimi konusundaki kavram yanlışları. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(3), 42-55.
- Hammer, D. (1995). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning and an appropriate role for education research. *American Journal of Physics*, 64(10), 1316-1325.

- Kocakulah, M. S. (2011). Grade 8 students' conceptual patterns of conservation, transformation and types of energy. *Energy Education Science and Technology Part B*, 3(1&2), 153-172.
- Kocakulah, M. S. (2002). An investigation of first year university students' understanding of magnetic force relations between two current carrying conductors a case study: Balıkesir university faculty of education. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 155-166.
- Köseoğlu, F., Atasoy, B., Kavak, N., Tümay, H., Akkuş, H., Kadayıfçı, H., Budak, E., & Taşdelen, U. (2003). *Yapılandırmacı öğrenme ortamı için bir fen ders kitabı nasıl olmalı?* Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Küçük, M. (2005). Farklı öğretim seviyelerindeki öğrencilerin ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yer çekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavramların incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), 32-45.
- Mike, M., & Treagust, D. F. (1998). A pencil and paper instrument to diagnose students' conceptions of breathing, gas exchange and respiration. *Australian Science Teachers Journal*, 44(2), 55-60.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implications of children's science*. Hong Kong: Heinemann.
- Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education*, 23, 691-706.
- Sharma, M. D., Millar, R. M., Smith, A., & Sefton, I. M. (2004). Students' understandings of gravity in an orbiting space-ship. *Research in Science Education*, 34, 267-289.