

## Farklı Öğrenim Seviyelerindeki Öğrencilerin ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yerçekimi Kuvveti Hakkında Sahip Oldukları Kavramların İncelenmesi

Mehmet KÜÇÜK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Artvin Eğitim Fakültesi, İlköğretim ABD, Artvin.

### ÖZET

Bu çalışma, farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin yerçekimi hakkında sahip oldukları kavramların farklı problem durumları tarafından nasıl etkilendiğini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Örneklem, üç farklı öğrenim seviyesinden – ilköğretim, lise ve üniversite - oluşmaktadır. Veriler, açık uçlu sorulardan oluşan bir kavram testi yardımıyla toplanmıştır. Bu testte verilen örnek durumlarla ilgili olarak öğrencilerin “yerçekimi bunlardan biri üzerine etki eder mi?” ve sonra “bu maddelerden hangisini işaretleyeceğinize nasıl karar verdiniz?” sorularını cevaplandırmaları istenmiştir. Bu çalışmada toplanan araştırma verileri iki grup altında analiz edilmiştir; ilk grup, test formundaki maddelerin tümünü işaretleyen, yani yerçekiminin bütün durumlarda etki ettiğini belirten öğrencileri; ikinci grup ise test formundaki bazı maddeleri işaretleyen öğrencileri kapsamaktadır. Bu çalışma sonucunda, özellikle ilköğretim ve üniversite seviyelerindeki öğrencilerin yerçekimi hakkında birçok yanlışya sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin yerçekimi hakkındaki alternatif kavramlarının incelenen nesnenin konumu, hareketi ve içinde bulunduğu fiziksel ortam gibi şartlardan etkilendiği ortaya çıkmıştır.

*Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, Fen Bilgisi Öğretmen Adayı, Kavram Yanılgısı, Yerçekimi.*

### GİRİŞ

Bir öğrencinin, sınıfa gelmeden önce herhangi bir konu hakkında bildikleri, öğrenmesini büyük ölçüde etkilemektedir. Buna bağlı olarak yeni öğrenmeler, bireyin sahip olduğu ön bilgilerle, karşılaştığı yeni bilgilerin etkileşimi sonucu gerçekleşmektedir. Bu etkileşim süresince birey, kendi bilişsel yapısını, ilgi, tutum ve deneyimlerini kullanarak elde ettiği yeni bilgiyi organize etmektedir. Fakat, bireyin sahip olduğu bu bilgilerin bilimsel anlamda doğru olarak kabul edilenlerden farklı olması durumunda, zihinde dengesizlik ve dolayısıyla kavram karmaşası ortaya çıkmaktadır (Kruger, Palacio & Summers, 1992; Schulte, 2001). Fen bilimleri eğitimi alanında son zamanlarda yapılan çalışmaların birçoğu, öğrencilerdeki mevcut kavram yanılgılarının tespit edilmesine ve ortadan kaldırılmasına yönelmiştir. Literatürdeki araştırmalar, öğrencilerin fen bilimlerindeki çok sayıda kavram hakkında bilimsel olarak kabul edilmeyen fikirlere sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Osborne & Freyberg, 1985). Bir öğrencinin konu hakkında sahip olduğu kavram yanılgılarının etkin bir eğitim süreci sonunda dahi değiştirilmesi çok zordur (Gunstone, White & Fensham, 1988). Bununla birlikte, öğrencilerin kavram yanılgılarını, genellikle sınıflara gelmeden önce ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları

farklı türden olayları analiz ederek oluşturdukları, bunların ise daha sonraki öğrenmelerini olumsuz şekilde etkilediği ifade edilmektedir (Palmer, 1999, 2001). Bu nedenle, fen kavramları öğrencilere ilk defa verilirken, fen öğretmenlerinin yeterli dikkati göstermesine ve öğrencilerin bilimsel anlamda kabul gören anlayışlara ulaşmaları için eğitim ve öğretim sürecini iyi bir şekilde yapılandırmasına ihtiyaç vardır. Bu bağlamda, öğrenmenin etkin bir hale getirilmesi için dikkate alınması gereken ilk adım; öğrencilerin farklı fen kavramları hakkında sahip oldukları yanlış fikirleri tespit etmektir (Osborne & Freyberg, 1985).

Fen konularında öğrencilerin farklı fikirlere sahip oldukları kavramlardan biri; dünyanın şekli ve yerçekimidir (Sneider & Ohadi, 1998; Palmer, 2001). Yerçekimi hakkında araştırmaların ortaya koyduğu kavram yanlışlarından bazıları şunlardır: “yerçekimi düşeyde yukarı doğru hareket eden nesnelere etki etmez; yerçekimi durgun nesnelere etki etmez; yerçekimi düşeyde yukarı doğru hareket eden nesnelere yukarı doğru etki eder; yerçekimi düşen nesnelere etki etmez” (Palmer, 2001), “dış uzayda havanın olmamasından dolayı yerçekimi yoktur” (Watts & Zylbersztain, 1981; Gunstone & Watts, 1985; Driver, 1985). “Bütün nesnelere kendi ağırlığından kaynaklanan kuvvetin etkisinde doğal olarak aşağı doğru düşerler” (Driver, 1985; Mayer, 1987).

Bu alternatif kavramlar, bir öğrencinin daha sonraki öğrenmeleri için temel sağladığından dolayı, eğitim açısından önemli olan bilgi parçalarını temsil etmektedir (Palmer, 2001). Öğrenciler, fizik kavramları hakkında şartlara bağlı çoklu inançlara sahiptir (Potari & Spiliotopol, 1996; Watson, Prieto & Dillon, 1997; Galili & Bar, 1997; Halloun & Hestenes, 1985). Sneider ve Ohadi (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, Ithaca, New York ve İsrail’deki ilkökul öğrencileri arasında dünyanın şekli ve yerçekimi kuvveti kavramı hakkında birçok kavram yanlışlığı olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında araştırmacılar, öğrencilere dünyanın şeklinin nasıl olduğunu sormuşlar ve öğrencilerin hemen hemen tamamı soruya; “dünya yuvarlaktır” şeklinde cevap vermiştir. Bu durum, derinlemesine incelendiğinde, öğrencilerin küresel dünya hakkında farklı düşüncelere sahip olduklarını ortaya çıkmıştır. Bazı öğrencilerin, dünyanın “insanların yaşadığı küre” veya “top şeklindeki dünyayı uzayda astronotların gittiği bir gezegen” olarak algıladıkları anlaşılmıştır. Bununla birlikte, dünyanın şeklinin bir topa benzediğini kavrayanların birçoğunun da; topun alt kısmından insanların neden düşmediği konusunda herhangi bir fikre sahip olmadıkları ortaya çıkmıştır. Bu konuda öğrencilerin bazılarının; “insanların sadece topun üstünde veya orta bölgedeki düz alanda” yaşadıklarına inandıkları anlaşılmıştır. Dünyanın şekli ve yerçekimiyle ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının incelendiği bu çalışmanın bulguları, Amerika ve diğer bazı ülkelerdeki birçok araştırmacı tarafından da desteklenmiştir. Nussbaum’un (1979) bir sonraki çalışması öğrencilerin çoğunun, bu yanlışları sekizinci sınıfa kadar benimsediklerini ortaya koymuştur. Mali ve Howe (1979), Nepal’deki çalışmalarında benzer bulgulara ulaşmıştır.

Bazı araştırmacılara göre; “yerçekimi kavramının nesnelere yerin merkezine doğru hareket ettiren kuvvet” olarak anlaşılması, ilk ve ortaokul seviyelerindeki öğrencilerden beklenmektedir (Smith & Peacock, 1992; Sneider & Ohadi, 1998). Fakat, öğrencilerin yerçekimi kavramına sadece düşme olayını açıklarken başvurdukları belirlenmiştir (Palmer, 2001). Bununla ilgili bir çalışmada 9-13 yaşlarındaki çocuklara “nesnelere neden düşmektedir?” sorusu yöneltilmiş ve çocukların bu olayı genellikle yerçekimiyle veya dünyanın sahip olduğu doğal kuvvetle ilişkilendirdikleri anlaşılmıştır (Bar & Galili, 1994). Bu çalışmada ayrıca öğrencilerin zihinlerinde yerçekimi kuvvetinin büyük ölçüde havanın varlığıyla ilişkilendirildiği de ortaya konmuştur (Bar, Zinn & Rubin, 1997). Bir diğer çalışmada; 9. sınıftaki öğrencilerin yarısından fazlasının uzayda yerçekiminin olmadığına ve ayda hava olmadığından dolayı yerçekiminin de olmadığına inandıkları tespit edilmiştir (Berg & Brouwer, 1991). Bir başka çalışmada, yerçekimi konusundaki en yaygın hatanın,

öğrencilerin dünya atmosferi bittiğinde yerçekiminin de bittiğini düşünmeleri olduğu tespit edilmiştir (Chandler, 1991).

Pilburn (1988) çalışmasında, kolej öğrencilerinin yerçekimi hakkında çok sayıda kavram yanlışlığına sahip olduğunu açıklamaktadır. Pilburn, kolej öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanlışlıklarını ve öğrencilerin değişik zamanlarda düşünceleriyle çelişen birçok kavram yanlışlığını benimseyerek nasıl geliştiklerini göstermek için istatistiksel bilgileri derlemiştir. Berg ve Brouwer (1991) ile Smith ve Peacock (1992) gibi araştırmacılar ise, öğrencilerin yukarıya doğru atılan bir top üzerinde etkili olduğunu düşündükleri kuvvetleri ve buna bağlı olarak sahip oldukları kuvvet kavramlarını incelemiştir. Bu çalışmalarda öğrencilerin top üzerindeki net kuvvete veya top üzerindeki temel kuvvete odaklanmaları ve bu yolla yerçekimi kuvvetini açık bir şekilde tanımlamaları istenmiştir. Bunun sonucunda, lise seviyesindeki öğrencilerin büyük çoğunluğunun top üzerinde etkili olan temel kuvvetin “topun aşağı veya yukarı doğru hareket yönünden bağımsız olarak daima aynı yönde olduğunu” düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bu araştırmalarda öğrencilerin sahip olduğu yerçekimi kavramlarının genellikle problem durumu tarafından - nesnenin şekli veya ağırlığı, dünyaya yakın bir yerde bulunması veya havanın varlığı veya yokluğu, nesnenin hareket yönü - etkilendiği anlaşılmıştır.

Sneider ve Pulos (1983) Kaliforniya’daki öğrencilerdeki kavram yanlışlıkları arasında benzer bir ilişki olduğunu keşfetmiş ve öğrencilerin dünyanın şekli hakkındaki fikirlerinin daha önceki çalışmalarda açıklandığı üzere “sadece öğrencilerin yerçekimi konusu hakkındaki ilk anlamalarıyla” ilişkili olmadığı ile ilgili bazı verilere ulaşmıştır. Bundan sonra üç ülkedeki 741 öğrenciyle gerçekleştirdikleri mülakatların sonuçlarına dayalı olarak bir makro analiz çalışması yapmışlardır. Bu analiz, ikinci ve üçüncü sınıfta öğrenim gören öğrencilerin çoğunun dünyayı düz algıladığını, dördüncü-altıncı sınıftakilerin farklı seviyelerde geniş anlamalara sahip olduklarını ortaya koymuştur. Bunla birlikte, yedinci ve sekizinci sınıfta okuyan öğrenciler arasında, yuvarlak dünya ve yerçekimi kavramını doğru bir şekilde kullanabilenlerin oranının San Francisco’da % 39 ve İsrail’de % 60 olarak değiştiği belirlenmiştir.

Literatürdeki bazı araştırmalarda ise, yerçekimi ile ağırlık veya yerçekimi ile nesnenin büyüklüğü arasındaki ilişki incelenmiştir. Galili ve Bar (1997), yaşları 5 ile 16 arasında değişen öğrencilerin birçoğunun ağırlık ile yerçekimi arasındaki ilişkiyi kuramadıklarını ve bunun yerine; ağırlığı, “ağır nesnelere uygulanan basınç kuvveti” olarak açıkladıklarını ortaya koymuştur. Bar ve Galili (1994) tarafından konuyla ilgili yapılan diğer bir araştırmada, yaşları 7 ile 13 arasında değişen çocukların, nesnelere aşağı düşmesinin “ağır olmalarından” kaynaklandığına ve dolayısıyla ağır nesnelere hafif olanlardan daha erken düşeceğine inandıkları belirlenmiştir.

Ülkemizdeki eğitim literatürünün araştırılan kısmında, 7 ile 11. sınıf seviyesindeki öğrencilerinin yerçekimi kavramı konusundaki yanlışlıklarının araştırıldığı sadece bir çalışmaya ulaşılmıştır (Gürel & Gürdal, 1998). Bu çalışmada yerçekiminin farklı sınıf seviyelerindeki öğrenciler tarafından nasıl anlaşıldığı toplam 230 öğrencinin katılımıyla incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında her bir sınıf seviyesindeki öğrencilere açık uçlu altı soru sorulmuş ve elde edilen veriler grafiklere dökülerek yorumlanmıştır. Bu çalışmanın dikkat çeken sonuçları aşağıda verilmiştir:

- 1) Yerçekimi kuvvetinden söz edilebilmesi için havaya ihtiyaç vardır.
- 2) Aydaki çekim dünyaya göre çok azdır ve cisimleri yere düşüremez.
- 3) Yerçekimi kuvveti sadece cisim yere düşerken etki eder.

Bu noktaya kadar incelenen araştırmaların tümü; öğrencilerin yerçekimi kavramını bilimsel anlamda kabul edilenden farklı olarak algıladıklarını ifade etmektedir. Fakat,

yerçekiminin Palmer (2001), Berg ve Brouwer (1991), Smith ve Peacock (1992) tarafından açıklandığı üzere; nesnenin şekli veya ağırlığı, dünyaya yakın bir yerde bulunup bulunmaması, havanın olup olmaması ile nesnenin hareket yönü gibi problem durumları tarafından nasıl etkilendiği konusu üzerinde daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğuna inanılmaktadır. Ülkemizdeki farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin ve özellikle de fen bilgisi öğretmen adaylarının yerçekimiyle ilgili sahip olduğu kavramların problem durumları tarafından nasıl etkilendiği ve uluslararası literatürde belirtilen noktalarla arasında bir ilişkinin olup olmadığı bir problem durumu olarak karşımıza çıkmaktadır.

## AMAÇ

Bu çalışma, farklı öğrenim seviyelerindeki - ilköğretim, lise ve üniversite – öğrencilerin, yerçekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavramların problem durumları tarafından nasıl etkilendiğini ortaya çıkarmak amacıyla yürütülmüştür.

## YÖNTEM

Bu çalışmada, değişik öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin yerçekimi hakkında sahip oldukları kavramları ortaya çıkarmak için açık uçlu sorulardan oluşan bir kavram testi kullanılmıştır (Ek 1). Testler, fen ve matematik eğitimindeki kavram çalışmalarında öğrencilerin kavramsal gelişimi ile anlama seviyelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Haidar & Abraham, 1991; Chang, 1999). Araştırmanın örnekleme, üç farklı öğrenim seviyesinden - 46 ilköğretim 8. sınıf, 14 lise 2. sınıf ve 22 son sınıfta okuyan fen bilgisi öğretmen adayı - olmak üzere toplam 82 kişiden oluşmaktadır. Üç farklı öğrenim seviyesinden seçilen öğrenci sayılarının eşit olmamasının, yapılacak karşılaştırmada % değerleri dikkate alınacağından bir sorun teşkil etmeyeceği düşünülmüştür. 2002-2003 eğitim-öğretim yılında yürütülen bu çalışmada örneklemin alındığı ilköğretim okulu Trabzon il merkezinde bulunmakta ve MLO (Müfredat Laboratuvar Okulu) projesi kapsamında öğretim yapmaktadır. Lise 2. sınıftan (10. sınıf) seçilen örneklem üst zihinsel seviyedeki öğrencilerin öğrenim gördükleri il merkezindeki bir Anadolu Lisesinden ve üniversite örnekleme ise Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi'nin fen bilgisi öğretmenliği programının son sınıfında bulunan fen bilgisi öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Bu çalışmada bundan sonraki açıklamalarda fen bilgisi öğretmen adayları kısaca "FBÖA" şeklinde belirtilmiştir.

Örnekleme uygulanan kavram testinde ilk olarak öğrencilerden; "*yerçekimi şekilde verilen nesnelere etki eder mi?*" sorusuna cevap vermeleri ve ilgili maddeyi işaretlemeleri istenmiştir. Bu aşamanın amacı öğrencilerin bu özel durumlarda sahip oldukları yerçekimi hakkındaki kavramları belirlemektir. Bunu takiben ikinci aşamada, hangi maddeyi işaretleyeceklerine nasıl karar verdiklerini açıkça yazmaları istenmiştir. Bu aşamanın amacı, kavramlar arasında öğrencilerin ifade ettikleri olası ilişkilerin doğasını ortaya çıkarmaktır. Testteki on madde için örnek durumlar şu şekilde sıralanmıştır: "*Top yukarı doğru çıkıyor*", "*tuğla yukarı doğru atılıyor*", "*insan bir trampolenden yukarı doğru atılıyor*", "*top yerde duruyor*", "*insan kayıkta duruyor*", "*tuğla toprakta gömülü duruyor*", "*top aşağı doğru düşüyor*", "*insan aşağı doğru atılıyor*", "*tuğla aşağı doğru düşüyor*" ve "*içinde taş parçası bulunan havası boşaltılan bir fanus ters çevriliyor*". Bu çalışma kapsamında öğrencilerin yerçekimi konusundaki anlama seviyelerini belirlemek amacıyla kullanılan testteki soruların çoğunluğu Palmer (2001) tarafından geliştirilen ve kendi çalışmasında kullandığı mülakat sorularından aynen alınmış ve araştırmacı tarafından buna bir madde (havası boşaltılan bir fanustaki taş parçası) ilave edilmiştir. Bu test sekizinci ve onuncu sınıf öğrencilerine kendi ders öğretmenleri ve fen bilgisi öğretmen

adaylarına ise araştırmacılarından biri tarafından, 20-30 dakika süreyle uygulanmıştır. Palmer (2001) tarafından da belirtildiği üzere testteki maddeler şu gerekçelerle seçilmiştir: Öğrencilerin hareket eden bir nesneye etki eden kuvvetle ilgili sahip olduğu fikirler; hareket eden nesnenin şekline, ağırlığına ve işlevine (Fischbein, Stavy & Ma-Naim, 1989); hareket eden nesnenin canlı olup olmadığına (Whitelock, 1991); hareketin doğrultusuna bağlıdır (Twigger & diğ., 1994).

Bu bağlamda, testteki soru maddeleri içinde nesnenin şekli sistematik olarak değişen (örneğin, top, tuğla ve insan) ve hareketi sistematik olarak değişen (yükselen, dünyanın yüzeyinde duran ve düşen) durumlar kullanılmıştır. Bu parametreler içinde ayrıca maddeler arasında bazı değişiklikler bulunmaktadır; örneğin, yukarı doğru hareket eden insan “bir trampolenden atlıyor” gibi gösterilirken, yukarı doğru hareket eden tuğla “yukarı atılıyor” şeklinde ifade edilmiş ve yukarı doğru hareket eden top basitçe “yukarı doğru çıkıyor” şeklinde tanımlanmıştır. Benzer şekilde dünyanın yüzeyindeki üç nesne de bazı farklılıklara - yerin yüzeyindeki top, sudaki kayıktaki bir insan ve yerin yüzeyinin altında gömülü olan tuğla - sahiptir.

Bu çalışmada toplanan araştırma verilerinin ilk değerlendirmesi yapıldıktan sonra, örneklem Grup 1 ve Grup 2 olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Bu analiz yöntemi, ilk defa Palmer (2001) tarafından kendi çalışmasında kullanılmıştır. Grup 1, testteki maddelerin tümünü işaretleyen yani yerçekiminin bütün durumlarda etki ettiğini belirten öğrencileri, Grup 2 ise teste sadece bazı maddeleri işaretleyen öğrencileri içermektedir. Bu çalışmada araştırılan yerçekimi konusu, ülkemizde ilköğretim fen bilgisi programının 5. sınıfında “Hareket ve Kuvvet” konusu başlığı altında, lisede genel fen programı kapsamında “Kuvvetler” konusu içerisinde verilmektedir. Bununla birlikte fen bilgisi öğretmen adayları bu konuyu birinci sınıfta “Genel Fizik” ve üçüncü sınıfta ise “Fen Bilgisi Uygulama Laboratuvarı” derslerinde daha geniş bir şekilde çalışmışlardır. Bu nedenle her üç öğrenim seviyesindeki öğrencilerin, yerçekimi hakkında farklı düzeylerde bilgi sahibi oldukları varsayılmaktadır.

## BULGULAR

Bu çalışmada kullanılan kavram testindeki soru maddelerine verilen cevapların incelenmesi sonucunda, öğrenciler iki alt gruba ayrılmıştır: İlk gruptaki öğrenciler; yerçekimi hakkında değişik kavramlara sahip olmayanları, ikinci gruptaki öğrenciler ise; yerçekimi hakkında değişik kavramlara sahip olanları içermektedir. Her üç öğrenim seviyesindeki öğrencilerin teste işaretledikleri maddelerin frekans ve % değerleri Tablo 1’de gösterilmektedir.

Soru Maddeleri	8. sınıf		10. sınıf		FBÖA	
	f	%	F	%	f	%
yükselen top	46	100	14	100	21	95.45
yükselen tuğla	46	100	14	100	21	95.45
yükselen insan	46	100	14	100	21	95.45
yerdeki top	24	52.17	14	100	20	90.90
gömülü tuğla	22	47.82	12	85.71	16	72.72
kayıttaki insan	12	26.08	14	100	22	100
düşen top	44	95.65	14	100	22	100
düşen tuğla	44	95.65	14	100	22	100
düşen insan	44	95.65	14	100	22	100
fanustaki taş	26	56.52	12	85.71	11	50

## 1. Grup

Testteki maddelerin tamamını işaretleyen yani yerçekiminin bütün durumlarda etki ettiğini; yerçekiminin her bir nesne üzerinde aşağıya doğru bir itme, çekme veya kuvvet uyguladığını düşünen ve anlamlı birer gerekçe gösteren öğrenciler bu grupta incelenmiştir. Bu nedenle 1. gruptaki öğrencilerin soru maddelerine bilimsel anlamda tutarlı cevaplar verdikleri ve yerçekimi hakkında değişik fikirlere sahip olmadıkları kabul edilmiştir.

*“yerçekimi olmasaydı her şey havada kalırdı, halbuki her şeyi aşağı doğru çeken yerçekimi kuvvetidir”* (8.sınıf)

*“yerçekimi, yeryüzündeki bütün cisimlere etki eder”* (10.sınıf)

*“yeryüzündeki her cisme yerin merkezine doğru çekim uygulanır”* (FBÖA).

Bu gruptaki öğrencilerin tamamı;

(i) yerçekiminin yukarı doğru çıkan nesnelere üzerinde aşağıya doğru hareket ettiğini belirtmiştir.

*“yerçekimi, yukarı doğru çıkan topun bir süre sonra yavaşlayıp durmasına ve daha sonra yere düşmesine neden olur”* (10. sınıf).

(ii) yerçekiminin duran nesnelere üzerinde etki ettiğini belirtmiştir.

*“yerçekimi yerde duran topun toprak yüzeyinde hareketsiz kalmasını sağlar”* (10. sınıf)

(iii) yerçekiminin düşen nesnelere üzerinde aşağıya doğru etki ettiğini belirtmiştir.

*“yerçekimi aşağıya doğru atlayan insanın aşağı düşmesini sağlar”* (10. sınıf).

Tablo 2. Testteki maddelerin tamamını işaretleyen ve yerçekiminin bütün durumlarda etki ettiğini düşünen öğrencilerin sayısı

8. sınıf		10. sınıf		FBÖA	
f	%	f	%	f	%
12	26.08	12	85.71	11	50.00

Tablo 2’ den; 8. sınıf öğrencilerinin % 26.08’inin, 10. sınıftakilerin % 85.71’inin ve FBÖA’larının ise % 50’sinin bu grupta yer aldığı belirlenmiştir.

## 2. Grup

Bu grupta incelenen öğrencilerin soru maddelerine verdikleri cevaplara bakıldığında, tamamının, bilimsel olarak kabul edilmeyen bazı tutarsızlıklar sergiledikleri belirlenmiştir. Tablo 2’den; bu grubun, 8. sınıf öğrencilerinin % 73.92’sini, 10. sınıf öğrencilerin % 14.29’unu ve FBÖA’larının ise % 50.00’ünü oluşturduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1 işaretlenen her bir maddenin frekans ve % değerini göstermektedir. Her üç öğrenim seviyesindeki öğrencilerin de benzer şekilde *“yerçekiminin, durgun konumda olan nesnelere değil, yukarı veya aşağı doğru hareket eden nesnelere üzerinde etki ettiğini”* ifade etme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Fakat, nesnelere fiziksel şekli (top, tuğla veya insan) öğrencilerin büyük çoğunluğu tarafından yerçekimine etki eden önemli bir faktör olarak algılanmamıştır.

Tablo 1, 8. sınıf öğrencilerinin %47.82'sinin, 10. sınıf öğrencilerinin % 85.71'inin ve FBÖA'larının % 72.72'sinin toprakta gömülü olan tuğla üzerinde yerçekiminin etki ettiğini düşündükleri ve diğerlerinin ise bu nesne üzerinde yerçekiminin etkisinin olmadığına inandıkları ortaya çıkmıştır. Bu madde üzerinde yapılan açıklamalar incelendiğinde, nesnenin yerin yüzeyinin altında olmasından dolayı, farklı bir durum olarak algılandığı belirlenmiştir. Birçok öğrenci, bu madde üzerinde yerçekiminin neden etki etmediğini şu şekilde açıklamıştır:

“toprakta duran bir tuğlaya yerçekimi etki etmez çünkü tuğla toprağın içinde sabittir” (8. sınıf)

“etki etmez, çünkü toprağın altında hava yoktur toprak tuğlayı sıkı sıkı tutuyor” (8.sınıf)

“yerçekimi olmazsa uzaydaki cisimlerden gelen çekim etkisi tuğlayı dışarı çıkmaya zorlar” (10.sınıf)

“etki eder ancak toprakta sürtünme fazla olduğundan hareket ettiremez” (10. sınıf)

“tuğlanın zaten dört tarafı da kapalı olduğu için etki etmez” (FBÖA)

“toprağın yüzeyine doğru bir çekim kuvveti uygulanır” (FBÖA).

Bu madde hakkında öğrencilerin vurguladığı bir başka nokta ise; yerçekiminin nesnelere dünyanın merkezine değil, yere doğru çeken kuvvet olarak algılanması veya yerçekiminin havanın varlığıyla ilişkisi olmuştur.

“toprağın altındaki tuğlaya yerçekimi etki etmez, çünkü toprağın altında hava yoktur” (8.sınıf).

Bu çalışmanın bulgularından; bilimsel olarak doğru kabul edilen (Kavram 1, 2, 4 ve 6) ve doğru olarak kabul edilmeyen (Kavram, 3 ve 5) bazı kavramların 2. grupta yer alan birden çok öğrenci tarafından benimsendiği ortaya çıkmıştır. Bu kavramlar, önem taşıdığından frekans değerleri – bu kavramlara sahip öğrenci sayısı- dikkate alınarak aşağıda detaylı olarak incelenmiştir. Örnekleme yer alan 8. ve 10. sınıf öğrencileri ile fen bilgisi öğretmen adaylarının testteki maddelerle ilgili verdikleri cevapların analizinden altı farklı kavram (Kavram 1,2,3,4,5,6) ortaya çıkmıştır. Bunlar;

**Kavram 1. “Yerçekimi, aşağı doğru düşen nesnelere etki eder”.** Testteki maddelerde aşağı düşen nesnelere en az ikisini işaretleyen ve her bir durum için, “yerçekimi nesnelere aşağı doğru çekmekte veya zorlamaktadır” açıklamasını yapan öğrenciler bu gruba alınmıştır.

“yerçekimi topu aşağı doğru çekmektedir”, “insanı yere doğru çekmektedir”, “top yukarı atıldığında bir daha aşağı iner, çünkü yerçekimi kuvveti etki eder” şeklindeki açıklamaların öğrencilerin büyük çoğunluğu tarafından ifade edildiği tespit edilmiştir.

Kavram 1; 8. sınıf öğrencilerinin %95.65'i, 10. sınıf ve FBÖA'larının ise tamamı tarafından kullanılmıştır.

**Kavram 2. “Yerçekimi hareketsiz nesnelere aşağı doğru etki eder”.** Kayıktaki insana ve yerdeki topa yerçekiminin etki ettiğini düşünenler bu gruba alınmıştır. Yerde sabit duran nesneyi temsil eden diğer bir madde olan (toprakta gömülü olan tuğla) bu analizde dikkate alınmamıştır. Bu maddeyle ilgili yapılan açıklamalardan bazıları şu şekildedir:

“*verde duran topa yerçekimi etki etmeseydi, top havaya uçardı*” (8. sınıf)

“*yerçekimi, cismin toprak yüzeyinde durmasını sağlar*” (10. sınıf)

“*topu merkez noktaya çekene kadar her an etki vardır*” (FBÖA)

Fen bilgisi öğretmen adaylarının toprakta gömülü olan tuğla hakkında yaptıkları açıklamalardan bazıları şu şekildedir:

“*toprağın yüzeyine doğru bir kuvvet uygulanır*”

“*tuğlanın dört tarafı kapalı olduğu için yerçekimi etki etmez*”

Kavram 2; 8. sınıftaki öğrencilerin % 26.28’i, 10. sınıftakilerin tamamı ve üniversite öğrencilerinin ise % 90.90’ı tarafından kullanılmıştır.

**Kavram 3. “Yerçekimi hareketsiz nesnelere etki etmez”.** Kayıktaki insana ve yerdeki topa yerçekiminin etki etmediğini düşünen öğrenciler bu gruba alınmıştır. Buradaki vurgu, yerçekimin nesnelere aşağı doğru hareket ettirdiği fakat, bu nesnelere aşağı doğru hareket etmediklerinden dolayı onlar üzerinde yerçekiminin etkili olmadığıdır. Bu maddeyle ilgili yapılan açıklamalardan bazıları şu şekildedir:

“*duran bir cisim yerçekiminden mahrumdur*” (8. sınıf)

“*sabit bir noktada duran top, başka bir etki olmadığından dolayı yerçekiminden etkilenmez*” (8. sınıf)

“*duran topa hiçbir kuvvet doğrultusunda kuvvet uygulanmadığı için yerçekimi etki etmez*” (8. sınıf)

“*kayıktaki insana etki etmez çünkü suyun kaldırma kuvveti vardır*” (8. sınıf)

“*verde olduğu için etki etmez*” (FBÖA)

“*duran bir cisme yerçekimi etki etmez*”

Kavram 3; 8. sınıftaki öğrencilerin % 73.72’si ve üniversite öğrencilerinin % 9.10’u tarafından kullanılmıştır.

**Kavram 4. “Yerçekimi yukarı doğru hareket eden nesnelere etki eder”.** Testteki maddelerden yukarı doğru hareket eden nesnelere en az iki tanesini işaretleyen ve her bir durum için; “*yerçekiminin nesneyi aşağı doğru çektiği veya nesnenin hareketinin tersi yönde etki ettiği*” açıklamasını yapanlar bu gruba alınmıştır. Bu maddeyle ilgili yapılan açıklamalardan bazıları şu şekildedir:

“*yerçekimi topu bir süre sonra yavaşlatır, durdurur ve yerçekimi ivmesiyle aşağıya doğru çeker*”,

“*topun hızının sıfırlanıp düşmesini sağlar*” (10. sınıf).

“*yerçekimi yukarı hareket eden nesnelere ancak hızı sıfır olunca etki eder*” (FBÖA).

Kavram 4; 2. gruptaki 8. ve 10. sınıf öğrencilerinin tamamı ve üniversite öğrencilerinin % 95.45’i tarafından kullanılmıştır.

**Kavram 5. “Yerçekimi aşağı düşen nesnelere etki etmez”.** Testteki maddelerden aşağı doğru hareket eden en az iki nesneye yerçekiminin etki etmediğini düşünenler, bu gruba alınmıştır. Buradaki vurgu, düşmenin nesnenin ağırlığından kaynaklanan doğal bir hareket olduğu ve bu nedenle herhangi bir kuvvete ihtiyaç olmadığıdır. Bu maddeyle ilgili yapılan açıklamalardan bazıları şu şekildedir:



*“nesne zaten yere düştüğü için yerçekimi etki etmez”* (8. sınıf)

kavram 5; sadece 8. sınıftaki öğrencilerinin % 4.35’i tarafından kullanılmıştır.

**Kavram 6. “Yerçekimi havasız ortamda etki eder”.** Testteki maddelerden, havası boşaltılmış fanustaki taşa yerçekimi etki eder maddesini işaretleyenler bu gruba alınmıştır. Bu maddeyle ilgili yapılan açıklamalardan bazıları şu şekildedir:

*“yerçekimi etki ettiği için taş yavaş yavaş düşer”* (8. ve 10. sınıf),

*“hava sürtünmesi olmadığı için taş fanusun içinde daha hızlı hareket eder”* (8, 10. ve FBÖA),

*“taşa uygulanan yerçekimi kuvveti değişir”* (8. sınıf)

Kavram 6; 8. sınıf öğrencilerinin % 56.12’si, 10. sınıf öğrencilerinin % 85.71’i ve FBÖA’larının % 50’si tarafından kullanılmıştır. Bunun dışında kalan öğrenciler, yerçekiminin havasız ortamda etki etmeyeceğini düşünmektedir. Bu konuda yapılan açıklamalardan bazıları şu şekildedir:

*“havası boşaltılan fanusun içindeki taşa yerçekimi etki etmez”* (8. ve 10. sınıf)

*“havanın bulunmadığı bir ortamda yerçekimi kuvveti yoktur”* (FBÖA)

Bu bölümde yapılan açıklamalardan özetle 2. gruptaki öğrenciler ve öğretmen adayları arasında yerçekimi kavramı hakkında birçok kavram karmaşası olduğu ortaya çıkmıştır. Kavram 3 ve 5 bilimsel olarak kabul edilenlerle çeliştiğinden alternatif kavramlar olarak tanımlanmaktadır. Halbuki, kavram 1, 2, 4 ve 6 bilimsel olarak kabul edilen kavramlar olarak bilinmektedir. 2. Grupta incelenen öğrencilerden 10. sınıftaki öğrenciler hariç, diğerlerinin bu kavramlardan en az iki ve en çok üç tanesine sahip oldukları belirlenmiştir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, üç farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerden oluşan bir araştırma grubunun yerçekimini algılama şekilleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda örneklem arasında yerçekiminin kavramsal olarak algılanması açısından bazı benzerlikler ve farklılıkların olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada üzerinde durulması gereken en önemli noktalardan biri; 10 sınıf öğrencilerinin tamamına yakınının yerçekimi hakkındaki anlamalarının bilimsel anlamda kabul edilenlerle oldukça tutarlı olmasıdır. Halbuki, 8. sınıf öğrencileri yerçekimi hakkında birçok farklı anlamaya sahiptir. Bu sonuç, üst öğrenim seviyesindeki öğrencilerin fiziksel şartlardan daha az etkilendiklerini belirten birtakım araştırma sonuçlarıyla tutarlıdır (Galili & Bar, 1997). Fakat, FBÖA’larında yerçekimi hakkında 10. sınıf öğrencilerine oranla bilimsel anlamda belirlenen bazı tutarsızlıklar önemlidir. 8. sınıf öğrencilerinin ve FBÖA’larının testteki maddelere verdikleri cevaplar dikkate alındığında, bu iki grup için yerçekimi hakkındaki fikirlerinin çevresel şartlara ve nesnenin konumuna oldukça bağlı olarak geliştiği söylenebilir.

Tanımlanan kavramların şekilleri arasında da bazı önemli benzerlikler vardır. Örneğin, 10. sınıf ve üniversite öğrencilerinin bazıları ve 8. sınıftakilerin birçoğu, yerçekiminin toprakta gömülü olan nesneye etki etmediğini belirtmişlerdir. Buna gerekçe olarak yerçekiminin nesnelere yerin altına doğru değil yere doğru çektiği, yerçekiminin havayla ilişkili olduğu, fakat yerin altında havanın olmadığı ileri sürülmüştür. Bu fikir, öğrencilerin yerçekiminin nesnelere dünyanın merkezinden ziyade aşağı doğru çektiğini

(Nussbaum & Novak, 1976) ve yerçekiminin havayla ilişkili olduğunu (Bar, Zinn & Rubin, 1997) düşündükleri fikriyle tutarlıdır. Bu durum - yerçekimin havayla ilişkili olduğu- Kavram 6'nın örneklemedeki öğrencilerin birçoğu tarafından işaretlenmemesiyle desteklenmiştir. Bu çalışmanın verileri analiz edilirken, durgun bir nesneyi temsil eden diğer madde olan (toprakta gömülü olan tuğla) dikkate alınmamıştır. Palmer (2001)'in çalışmasında ortaya çıktığı üzere; incelenen 8. sınıf öğrencilerinin birçoğu bunu oldukça farklı bir durum olarak algılamıştır.

Bu çalışmada ortaya çıkan diğer bir önemli sonuç, Palmer (2001) tarafından da ifade edildiği üzere; öğrencilerin alternatif kavramlarıyla bilimsel olarak kabul edilen kavramlar arasında yakın bir ilişkinin ortaya çıkmasıdır. Bu ilişki “eğer... o zaman” şeklinde temsil edilen bir sebep açıklaması şeklindedir. Örneğin, eğer nesne [düşüyorsa] o zaman yerçekimi etki eder, fakat eğer nesne [yükseliyorsa ve duruyorsa] o zaman yerçekimi etki etmez”. Bu veri, öğrencilerin yerçekiminin etki ettiği durum ve şartlara karar verirken açıkça bu çeşit bir çıkarsamayı kullandıklarını ortaya koymaktadır. Bunun anlamı, öğrencilerin yerçekimini açıklarken nesnenin konumu ve fiziksel çevre gibi şartları referans olarak kullanarak çıkarımda bulunmayı tercih ettikleridir. Bu durum, Paton (1996) tarafından “*şartlara bağlı mantık*” olarak tanımlanmıştır.

Literatürde Palmer (2001) tarafından yapılan bir çalışmada; 6. ve 10. sınıf öğrencilerinin yerçekimi hakkında yedi farklı kavrama sahip oldukları bulunmuştur. Buna karşın, mevcut araştırmada ilgili kavramlardan ikisinin - “*yerçekimi yukarı doğru hareket eden nesnelere etki etmez*” ve “*yerçekimi yukarı doğru hareket eden nesnelere üzerinde yukarı doğru etki eder*” – ülkemiz öğrencileri tarafından benimsenmediği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, diğer bazı kavramlar, örneğin yerçekiminin hava ile ilişkilendirilmesi Palmer (2001)'in ve bu çalışmanın keştiği bir başka noktadır. Berg ve Brouwer'in (1991) yaptığı bir başka çalışmada; 9. sınıftaki öğrencilerin yarısından fazlasının uzayda yerçekimi ve ayda hava olmadığını düşündüklerinden dolayı yerçekiminin olmadığına inandıkları tespit edilmiştir. Bu araştırma sonuçlarına bakıldığında; ülkemizdeki öğrencilerin yerçekimi hakkındaki kavramlarının daha tutarlı olması ve “*yerçekiminin duran nesnelere üzerinde etki etmediği yanılışı*” haricindeki kavramların, ülkemiz öğrencilerinin birçoğu tarafından bilimsel anlamda doğru olarak algılanması önemli bir sonuçtur. Fakat yine de, bu çalışmanın farklı zihinsel seviyedeki öğrenci grupları arasından daha homojen bir örneklem seçilerek tekrarlanması ve sonuçları üzerinde önemle durulması gerektiğine inanılmaktadır.

Üzerinde tartışılması gereken bir başka nokta ise, fen bilgisi öğretmenliği programının son sınıfında bulunan ve atanacakları okullarda fen bilgisi derslerini verecek olan öğretmen adaylarının yerçekimi kavramı hakkında hâlâ önemli yanlışlarının bulunmasıdır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının ilk ve ortaöğretimde yerçekimiyle ilgili aldıkları bazı fen derslerinin yanında, fakültede genel fizik ve fen bilgisi uygulama laboratuvarı derslerini de almalarına rağmen yerçekimi hakkındaki kavram yanlışlarının bilimsel olarak kabul edilenlerle değiştirilmemesi önemli bir sonuçtur. Burada, şu açıklamanın yapılması mümkündür. “*Fen bilgisi öğretmen adayları, bu çalışmada belirlenen kavramları ilk ve ortaöğretim yıllarında kazanmışlar ve fakültede aldıkları eğitim bunları değiştirmede başarılı olmamıştır*”. Buna gerekçe olarak; bir öğrencinin konu hakkında sahip olduğu kavram yanlışlarının etkin bir eğitim süreci sonunda dahi değiştirilmesinin çok zor olması verilebilir (Gunstone, White & Fensham, 1988). Eğer bu çıkarım doğruysa, ilk ve ortaöğretimdeki fen alan öğretmenlerinin de yerçekimi hakkında benzer yanlışlar taşıdığı ve bu yanlışların öğrencilere iletildiği ileri sürülebilir. Kruger ve Summers (1990) tarafından yapılan çalışmalarda öğretmenlerin de birçok fen kavramı hakkında önemli yanlışlarının olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın örnekleminde yer alan ilköğretim öğrencilerinin yerçekimi hakkındaki kavramlarının öğretmen adaylarınıninki

ile paralel olması, bir ölçüde öğrencilerin bu yanlışları sadece günlük yaşamdaki olayları yorumlarken kazanmadıklarını ve bu problemin ortaya çıkmasında öğretmenlerin sahip oldukları yanlışların da etkili olabildiğini düşündürmektedir. Fakat, yine de konuyla ilgili ve uygulamadaki öğretmenlerin kavramlarının incelendiği başka araştırmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Fen kavramları öğrencilere ilk defa verilirken fen öğretmenlerinin yeterli dikkati göstermeleri ve öğrencilerin bilimsel anlamda kabul gören anlayışlara ulaşmaları için eğitim ve öğretim sürecini iyi bir şekilde yapılandırmaları gerekir. Dikkat edilmesi önerilen bir başka nokta, ilk defa ilköğretim fen bilgisi programının 5. yılında karşılaşılan yerçekimi ve diğer kavramların yapısalcı bir yaklaşım kullanılarak işlenmesine ve ders öğretmenlerinin bu noktada ilgili kavramın öğretiminde öncelikle öğrencilerdeki mevcut kavramsal yanlışların ortaya çıkarılmasına ve bunların ortadan kaldırılmasına özen göstermesidir.

Sneider ve Ohadi (1998) ise Minstrell ve Smith'in (1983) yaptığı ve kavramsal taslaklarını değiştirirken öğrencilere yardım etmek amacıyla kullanılan öğretim yöntemleriyle ilgili önerilerini irdelerken şunları açıklamıştır: "Öğrencilere fikirlerini sor, açıkladıkları fikirleri dikkatli bir şekilde dinle, önerdikleri alternatif durumları test edebilecekleri şekilde deney ve deneyim geliştirmelerine rehberlik et, zihinlerindeki ikilemleri tartışmaları ve çözmeleri konusunda onları teşvik et, yeniden dikkatli bir şekilde dinle" (Sneider & Ohadi, 1998; s. 267).

Bu çalışmada ayrıca, yerçekimi kuvveti kavramının farklı öğrenim seviyelerindeki öğrenciler üzerinde zamana bağlı bir gelişim gösterdiğini söylemek zordur. Yerçekimi kuvveti kavramı hakkındaki yanlışların, 8. sınıftan 10. sınıfa doğru gidildikçe azalmasına rağmen üniversite son sınıfta okuyan fen bilgisi öğretmen adaylarında yeniden ortaya çıktığı belirlenmiştir. Fakat, örneklem seçiminde lise öğrencilerinin zihinsel yetenek bakımından üst düzeyde bir okuldan seçilmesinin bu sonuçta etkili olmuş olabileceğine inanılmaktadır. Bu nedenle, konuyla ilgili bundan sonraki çalışmalarda, ilköğretimin 5, 6, 7 sınıf ve orta öğretimin 9, 11. sınıflarından da örneklem alınarak verilerin test yerine kapsamlı mülakatlarla toplanması ve sonuçlarının karşılaştırılması planlanmaktadır.

**KAYNAKLAR**


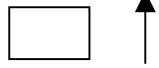
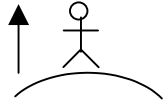

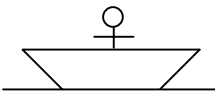
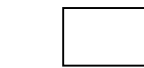
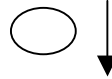
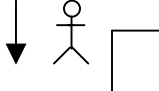
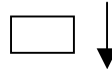
- Bar, V. & Galili, I. (1994). Stages of children's' views about evaporation. *International Journal of Science Education*, 16 (2), 157-174.
- Bar, V., Zinn, B. & Rubin, E. (1997). Children's' conception about weight and free fall. *Science Education*, 78, 149-169.
- Berg, T. & Brouwer, W. (1991). Teacher awareness of student alternative conceptions about rotational motion and gravity. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 3-18.
- Chandler, D. (1991). Weightlessness and micro gravity. *Physics Teacher*, 29, 312-13
- Chang, J. Y. (1999). Teachers college students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling. *Science Education*, 83, 511-526.
- Driver, R. (1985). Changing perspectives on science lessons. In N. Bennett, & C. Desforjes (Eds.), *Recent advances in classroom research*. British Journal of Psychology Monograph.
- Fiscbein, E., Stavy, R. & Ma-Naim, H. (1989). The psychological structure of naive impetus conceptions. *International Journal of Science Education*, 11, 71-81 (In Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity, *International Journal of Science Education*, 23 (7), 691-706).
- Galili I. & Bar V. (1997). Children's operational knowledge about weight. *International Journal of Science Education*. 19(3), 317-340.
- Gunstone, R. & Watts, M. (1985). Force and motion. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 85-104). Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Gunstone, R., White, R. & Fensham, P. (1988). Developments in style and purpose of research on the learning of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 513-530.
- Gürel, Z. & Gürdal, A. (1998). 7-11. sınıf öğrencilerinin yerçekimi konusundaki kavram yanlışlıkları. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3 (3), 42-55.
- Haidar, A. H. & Abraham, M. R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 919-938.
- Halloun, I. A. & David, H. (1985). The initial state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53, 1043-1056.
- Kruger, C. J. & Summers, M. K. (1990). *An investigation of some english primary school teachers' understanding of the concepts force and gravity*. British Educational Research Journal, 16(4)
- Kruger, C., Palacio, D. & Summers, M. (1992). Surveys of English primary school teachers' conceptions of force. energy and materials, *Science Education*, 76(4) 339-351.
- Mali, G. B. & Howe, A. (1979). Development of earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education*, 63, 685-691.
- Mayer, M. (1987). Common sense knowledge versus scientific knowledge: The case of pressure, weight and gravity. In J. Novack (Ed.) *Proceedings of the second international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics*, Vol. 1, (pp. 299-310). Ithaca, NY: Cornell University.
- Minstrell, J. & Smith, C. (1983, November/December). Alternative conceptions and a strategy for change. *Science & Children*, 31-33.

- Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: a cross-age study. *Science Education*, 63, 83-93.
- Nussbaum, J., & Nowak, D. (1976). An assessment of children's' concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60, 535-550.
- Osborne, R. & Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implications of children's science*. Hong Kong: Heinemann.
- Palmer, D. (1999). Exploring the link between students' scientific and nonscientific conceptions. *Science Education*, 83, 639-653.
- Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education*, 23(7), 691-706.
- Paton, R. C. (1996). On an apparently simple modeling problem in biology, *International Journal of Science Education*, 18, 5-64 (In Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education*, 23 (7), 691-706).
- Pilburn, M. D. (1988). Misconceptions about gravity held by college students. [ERIC]. Available: ED292616
- Potari, D. & Spiliotopoulou, V. (1996). Children's approaches to the concept of volume. *Science Education*, 80, 341-360.
- Schulte, P. L. (2001). *Preservice elementary teachers' alternative conceptions in science and attitudes towards teaching science*. Unpublished Phd, University of New Orleans, New Orleans.
- Smith, R. G. & Peacock, G. (1992). Tackling contradictions in teachers' understanding of gravity and air resistance. *Evaluation and Research in Education*, 6, 113-127.
- Sneider, C. & Pulos, S. (1983). Children's cosmographies: Understanding the earth's shape and gravity. *Science Education*, 67, 205-221.
- Sneider, C. I. & Ohadi, M. M. (1998). Unraveling students' misconceptions about the earth's shape and gravity. *Science Education*, 82, 265-284.
- Twigger, D., Byard, M., Driver, R., Draper, S., Haertley, R., Hennessy, S., Mohamed, R., O'malley, C., O'shea, T. & Scanlon, E. (1994). The conception of force and motion of students aged between 10 and 15 years: an interview study designed to guide instruction. *International Journal of Science Education*, 16, 215-229.
- Watson, J. R., Prieto, T. & Dillon, J. S. (1997) Consistency of students' explanations about combustion. *Science Education*, 81, 425-443.
- Watts, M. & Zylbersztain, A. (1981). A survey of some children's ideas about force. *European Journal of Science Education*, 16, 360-365.
- Whitelock, D. (1991). Investigating a model of commonsense thinking about causes of motion with 7-16 year old pupils. *International Journal of Science Education*, 13, 321-340.

## Ek 1

## Kavram Testi

**Soru:** Yerçekimi aşağıdaki nesnelere hangisi veya hangileri üzerine etki eder? Yerçekiminin etki ettiğini düşündüğünüz maddeyi yuvarlak içine alarak, her bir madde için neden böyle düşündüğünüzü açık bir şekilde yazınız.

a)	Bir top yukarı doğru çıkıyor. (The ball is going up)	
b)	Bir tuğla yukarı doğru atılıyor. (The brick has been thrown upwards)	
c)	Bir adam trampolenden yukarı doğru atlıyor. (The person is jumping up from a trampoline)	
d)	Bir top yerde duruyor. (The ball is on the ground)	
e)	Bir insan kayığın içinde oturuyor. (The person is in a boat)	
f)	Bir tuğla toprağın altında gömülü duruyor. (The brick is buried in the soil)	
g)	Bir top aşağı doğru düşüyor. (The ball is falling down)	
h)	Bir adam aşağı doğru atlıyor. (The person is jumping down)	
ı)	Bir tuğla aşağıya doğru düşüyor. (The brick is dropping downwards)	
i)	Bir taş parçası havası boşaltılan bir fanusun içinde duruyor.	