

ÖĞRETMEN ADAYLARININ KUVVET KAVRAMI İLE İLGİLİ YANILGILARINI GİDERMEDE KEŞFEDİCİ LABORATUAR MODELİNİN ETKİSİ

THE EFFECT OF DISCOVERY LABORATORY MODEL TO REMEDY STUDENT TEACHERS' MISCONCEPTIONS ABOUT FORCE CONCEPT

Şengül KURT*, Ali Rıza AKDENİZ**

ÖZET: Bu araştırmanın amacı, keşfedici laboratuar modelinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kuvvet kavramı ile ilgili yanlışlarını giderme ve kuvvet kavramını anlama düzeyine olan etkisini belirlemektir. Bu amaçla açık uçlu bir soruyu içeren ön-test Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıfındaki 60 öğrenciye uygulanmıştır. Tespit edilen kavram yanlışlarını gidermek için keşfedici laboratuar modeline göre geliştirilen bir etkinlik, 2002-2003 öğretim yılında KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programına devam eden 30 birinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Uygulama süreci yapılandırılmamış gözlemlerle izlenmiştir. Daha sonra açık uçlu iki sorudan oluşan son-test uygulanmıştır. Ön-testte belirlenen “Sabit bir kuvvet etkisindeki bir cisim sabit hızla hareket eder” şeklindeki yanlışın, uygulamadan sonra yapılan son-testte azaldığı ve anlama düzeyinin önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Öğrencilerdeki kavram gelişiminde keşfedici laboratuar modelinin oldukça etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak yapılan öneriler arasında, eğitim fakültelerindeki bazı laboratuar etkinliklerinin keşfedici laboratuar modeline göre düzenlenmesi gerektiği yer almıştır.

Anahtar Sözcükler: keşfedici laboratuar modeli, kavram yanılığı, kuvvet kavramı, fizik öğretimi.

ABSTRACT: The purpose of this study was to determine the effect of Discovery Laboratory Model to remedy science student teachers' misconceptions and to enhance level of understanding of force concept. The pre-test including one open-ended question to find out misconceptions was applied to 60 students enrolled at the first year of science teacher-training program. An activity which developed according to the discovery laboratory model to remedy the determined misconceptions was then implemented to 30 different students at the same level at KTU Fatih Education Faculty in 2002-2003 educational year. During the implementation unstructured observations were done. Then, post-test including two open-ended questions was applied. The misconception of “constant motion requires constant force” determined in the pre-test is decreased in the post-test applied after the implementation. The level of understanding about force concept was increased considerably. It is appeared that Discovery Laboratory Model is an effective way of teaching for conceptual development. Therefore, it is suggested that at least some of the laboratory activities should be organized according to Discovery Laboratory Model at Educational faculties.

Keywords: discovery laboratory model, misconception, force concept, physics teaching.

1. GİRİŞ

Kavramlar, bilgi bütününe oluşturan en küçük birimler olup bireylerin olayları veya ilişkileri zihinlerinde anlamlı hale getirdiği yapılar olarak tanımlanmaktadır. Bilgilerin zihinde oluşmasında bir çok faktörün etkili olduğunun bilinmesiyle birlikte bu öğeler arasında, bireyin geçmiş yaşantılarının en önemli role sahip olduğu belirtilmektedir (Duit & Treagust, 1995). Ön yaşantıların geliştirilecek kavrama uygun olmasından, bilgilerin zihinde yapılması etkilenebilir ve kavramlar bilimsel durumların dışında farklı algılanabilmektedir (Griffiths & Preston, 1992; Guzzetti, 2000; Lawson & Thomson, 1988). Bu şekilde oluşan kavram yanlışları öğrencilerin kavramlar arası ilişkileri kurabilmesini ve yeni bir duruma anlam vermesini güçleştirmektedir (Beydoğan, 1998; Gilbert, Osborne & Fensham, 1982).

* Arş.Gör., KTÜ Fatih Eğt. Fak. Ortaöğr. Fen ve Mat. Al. Eğt. Böl. Fizik Eğt. ABD, Trabzon, email: skurt78@yahoo.com

** Prof.Dr., KTÜ Fatih Eğt. Fak. Ortaöğr. Fen ve Mat. Al. Eğt. Böl. Fizik Eğt. ABD, Trabzon, email: arakdeniz@yahoo.com

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun fen bilimlerinde önemli bir yere sahip olan fiziğin formal ve soyut yapısı arasındaki farklılığı kavrayamadıkları için yanlışlığa düştükleri belirtilmektedir (Legendre, 1997). Fizik kavramları ile ilgili yanlış anlamalara sahip olan öğrencilerin yeni kavramları doğru bir şekilde öğrenmeleri oldukça zordur. Bu nedenle öğrencilerin bir olayın neden ve niçin olduğu ile ilgili inanışlarını değiştirmek için ön bilgilerinin tespit edilmesi ve fen bilimleri öğretiminin ona göre yeniden düzenlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Dekkers & Thijs, 1998; Osborne & Wittrock, 1983).

Öğrencilerin fizikteki kuvvet, hız, impuls, enerji, hareket ve yer çekimi ivmesi gibi temel kavramları anlamadaki güçlüklerini araştıran bir çok çalışma yapılmıştır (Eryılmaz, 2002; Goldring & Osborne, 1994; Legendre, 1997; Marioni, 1989; Osborne & Wittrock, 1983; Watts, 1983). Bu araştırmalardan kuvvet ile ilgili yürütülen çalışmalarda özellikle kavram yanlışlarını tespit etmeye ağırlık verildiği görülmektedir (Brown, 1989; Boeha, 1990; Gilbert, Watts & Osborne, 1982; Helm, 1980; Trumper & Gorsky, 1996, 1997; Watts & Zylbersztajn, 1981). Son yıllarda ise öğrencilerin kuvvet kavramını anlama düzeyini artırmak için farklı yöntemlerin geliştirilmesini konu alan araştırmalar yapılmaktadır (Dekkers & Thijs, 1998; Halloun, 1998; Heywood & Paker, 2001; Jimenez-Valladares & Perales-Palacios, 2001). Yürütülen bu araştırmalarda öğrencilerin sahip oldukları önemli kavram yanlışlarından birkaçının “Sabit hareket sabit bir kuvvet gerektirir”, “Eğer bir nesne hareket etmiyorsa onun üzerine etkiyen bir kuvvet yoktur” ve “Eğer bir nesne hareket ediyorsa ona hareketi doğrultusunda bir kuvvet etki eder” olduğu belirtilmektedir (Dekkers & Thijs, 1998; Gilbert & Watts, 1983; Osborne & Freeman, 1989; Watts & Zylbersztajn, 1981). Kuvvet-hareket ilişkisine dayalı olan yanlışların oluşma nedenlerinden biri de bu konunun tarihsel gelişimi olduğu ifade edilmektedir. Kuvvet ve hareket kavramlarının Newton’a kadar birbiriyle ilişkili olarak düşünüldüğü ve kuvvetin hareketten ayrı bir tanımının yapılamadığı bilinmektedir (Stinner, 1994). Bugün ise öğrencilerin hala Aristotle’nin kuvvet hareket ilişkisini kabul ederek Newton’un kuvvet kavramını anlamada başarısız oldukları görülmektedir (Boeha, 1990; Watts & Zylbersztajn, 1981). Bununla birlikte, öğretmenlerin öğrencilerin bu tür yanlışlara sahip olduklarından habersiz oldukları ve kendilerinin de kuvvet ve hareket gibi kavramlarla ilgili yanlışlara sahip oldukları belirtilmektedir (Trumper & Gorsky, 1996; 1997).

Öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının giderilerek anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için onların kendi bilgilerini kendilerinin yapılandırdığı aktif öğrenme ortamlarının sağlanması gerektiği savunulmaktadır. Bu tür ortamları öğrencilere sunmada etkili olduğu belirtilen “Keşfedici Laboratuvar Modeli”ne göre öğrencilerin kendi bilgilerini tahminler yaparak, bunları test edip kavramlar üzerine odaklanarak kurdukları ifade edilmektedir (Bodner, Hunter & Lamba, 1998; Moss & Cornely, 2001). Modelde kısaca küçük gruplarla çalışan öğrencilere odak bir sorunun sorulması, öğrencilerin hipotezler önermeleri, hipotezlerini doğrulamak için bir dizi deneyler geliştirmeleri, veriler toplamaları ve sonuçları değerlendirmeleri gibi konular yer almaktadır.

Keşfedici laboratuvar modeli, laboratuvar veya başka bir yerde geliştirilen bilginin öğrencinin zihninde yapıldığı fikrini esas alır. Bu model, öğretmenlerin rehberliğinde öğrencilerin bir dizi olayı düzenleyip, laboratuvar ortamında anlamlı ve önemli bilgileri yapılandırması amacıyla uygulanmaktadır. Bu süreçte öğrenciler işlemlere karar vermede ve geliştirmede aktif olarak rol almaktadırlar (Bodner et al., 1998; Friedler & Tamir, 1990). Bu bağlamda keşfedici laboratuvar dersleri düzenlenirken aşağıdaki özellikler dikkate alınmaktadır:

- Keşfedici laboratuvar dersleri düzenlenirken tek bir kavram veya problem esas alınmalıdır.
- Öğrencilere deneyin tasarımı ve yapımında gerekli olan bilgiler verilmelidir.
- Öğrenciler küçük gruplar halinde çalışarak veriler toplamalıdır.
- Öğrencilere deneyden elde ettikleri verilerin içindeki gizli anlamları ortaya çıkarmalarına yardım edecek sorular sorularak tartışmalar yaptırılmalıdır.
- Her grubun toplayıp bir araya getirdiği bilgiler sınıfta yapılacak olan tartışmalarla paylaşılmalıdır.
- Bilgi toplamaktan daha çok tartışmak için zaman ayrılmalıdır.

Friedler & Tamir (1990) ve Ditzler & Ricci (1994) keşfedici laboratuvar modelinin üç aşamalı bir uygulamasını önermişlerdir. Laboratuvar öncesi tartışma, laboratuvar aşaması ve laboratuvar sonrası tartışma olarak gerçekleştirilen keşfedici laboratuvarlarda sonunda ulaşımları gereken belli bir bilimsel ilişki veya kavram olduğu ifade edilmektedir (Bodner et al., 1998). Çepni ve Kurt (2004) tarafından yürütülen çalışmada faydalanılan keşfedici laboratuvar modelinin içerdiği üç aşama Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1: Keşfedici Laboratuvar Modeli

Keşfedici Laboratuvar Modelinin Aşamaları	Açıklama
Laboratuvar Öncesi Tartışma	Derse bir kavram içeren odak sorunun sorulması ile başlanır. Daha sonra grup tartışmaları yapılarak öğrencilerden bir hipotez önermeleri beklenir. Sınıf tartışmaları ile öğrencilerin hipotezlerini desteklemek veya karşı tarafın hipotezini çürütmek için deliller sunmaları beklenir.
Laboratuvar Aşaması	Öğrencilerden hipotezlerini doğrulamak için deney tasarımları ve bu deneyleri yapmaları istenir. Deneyleri yaparak veri toplayan öğrenciler grup olarak verileri yorumlarlar ve sınıf tartışması yolu ile diğer öğrencilerle tartışılır.
Laboratuvar Sonrası Tartışma	Gruplardan verileri tartışarak sonuç çıkarmaları ve bu sonuçları sınıfa sunmaları istenir. Sonuçlar sınıfça tartışılır. Bu sırada öğretmen tartışmaları kesecek hiçbir müdahalede bulunmadan sürecin aksamadan işlenmesini sağlayıcı rehberlik eder.

2. AMAÇ

Bu araştırmanın amacı, keşfedici laboratuvar modelinin uygulanmasının Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kuvvet kavramını anlama düzeyine ve bu kavram ile ilgili yanlışları gidermeye olan etkisini değerlendirmektir.

3. YÖNTEM

Araştırma, 2002-2003 öğretim yılında KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programına devam eden birinci sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Özel durum yaklaşımının doğasına uygun olarak yürütülen çalışma ön-test, keşfedici laboratuvar modelinin uygulanması ve son-test olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Araştırma süreci aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

- Kuvvet kavramı ile ilgili açık uçlu bir soru içeren test hazırlanmıştır.
- Literatürde “keşfedici laboratuvar” olarak adlandırılan modele uygun öğrenci yanlışlarını gidermeye yönelik bir etkinlik hazırlanmıştır.
- Ön-testin ve etkinliğin pilot uygulaması 24 fen bilgisi öğretmen adayı ile yapılmıştır. Uygulamadan elde edilen veriler doğrultusunda testte gerekli düzenlemeler yapılırken, sınıf düzenini sağlama, grup çalışmalarını ve öğrenci-öğretmen ilişkilerini düzenleme gibi konularda etkinlik yeniden gözden geçirilmiştir.
- Testin asıl uygulaması aynı programa devam eden 60 birinci sınıf öğrencisi ile yapılmıştır.
- Etkinliğin asıl çalışması ise bu gruptan rasgele belirlenen 30 kişi ile yürütülmüştür. Laboratuvarında 5 (iki grup), 6 (iki grup) ve 8 kişilik beş grup oluşturulmuştur. Uygulama süresince grup ve sınıf tartışmaları yürütülerek öğrencilerden elde ettikleri verileri rapor olarak kaydetmeleri istenmiştir.
- Uygulama süreci yapılandırılmamış gözlemlerle izlenmiştir. Sınıfta öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenleri ile olan iletişimleri, laboratuvar araç-gereçlerini kullanımları, grup çalışmalarına ve sınıf tartışmalarına katılımları gibi konular gözlenmiştir.

- Gözlemlerin kaydı araştırmacılar ve onlara yardımcı üç kişinin tuttuğu notlarla ve teyple sağlanmıştır. Ayrıca öğrenci raporları incelenmiş ve rasgele belirlenen bazı grupların raporlarından örnek ifadeler bulgular bölümünde sunulmuştur.
- Etkinlikten hemen sonra 30 kişilik öğrenci grubuna açık uçlu iki sorudan oluşan son-test uygulanmıştır. Sorulardan biri ön-testteki soru ile aynıdır.
- Öğrencilerin ön-test ve son-testte verdikleri yanıtlar anlama, kısmen anlama, kavram yanılgısı, anlamama ve boş kategorilerine göre gruplandırılmıştır. Benzer gruplandırmalara değişik konulardaki yanılgıları araştıran çalışmalarda da rastlanmaktadır (Abraham, Grzybowski, Renner & Marek, 1992; Demircioğlu, 2002). Testte kullanılan kategoriler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Açık uçlu soruları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri

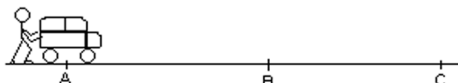
Anlama Dereceleri	Puanlama Kriterleri
Anlama	• Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmen anlama	• Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren, fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar • Geçerli cevabın bazı yönleriyle birlikte bazı yanlış anlamaları içeren cevaplar
Kavram yanılgısı	• Mantıksız ya da doğru olmayan bilgiler içeren cevaplar
Anlamama	• Sorunun kapsadığı konu dışındaki ilgisiz cevaplar
Boş	• Boş bırakma

4. BULGULAR

Çalışmada elde edilen veriler ön-test, keşfedici laboratuvar modelinin uygulanması ve son-testten elde edilen bulgular olarak düzenlenmiştir.

4.1. Ön-Testten Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda, Şekil 1’de görülen ön-testin sorusu ve bu sorudan beklenen doğru yanıt sunulmuştur. Ayrıca, testin 60 Fen Bilgisi Öğretmen adayına uygulaması sonucu elde edilen bulgular Tablo 3’teki gibi düzenlenmiştir.



Şekilde, A noktasında durmakta olan bir araba görülmektedir. Arabanın motoru çalışmamakta ve firen tutmamaktadır. A noktasından itibaren şoför tarafından sabit bir kuvvetle itilerek B’ye gelen aracın hızı 10m/s’dir. Araba C’ye geldiğinde ise hızı yine 10m/s’dir. Buna göre arabaya;

a. A’dan B’ye,
b. B’den C’ye gelene kadar etki eden net kuvvet nasıl değişmektedir? Bütün yol sürtünmesizdir.

Şekil 1: Ön-test sorusu

Bu soruda öğrencilerden; A’dan B’ye giderken sabit bir kuvvet etkisinde aracın hızlanacağı, B’den C’ye giderken hızının sabit olabilmesi için net kuvvetin sıfır olması gerektiği şeklinde bilimsel yanıtlar beklenmektedir.

Bu soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar yöntem bölümündeki Tablo 2’de belirtildiği gibi sınıflandırılarak Tablo 3’te frekans ve yüzdeler halinde düzenlenmiştir.

Tablo 3: Ön-testteki soruya verilen yanıtların yüzde ve frekansları

Soru No	Anlama		Kısmen Anlama		Kavram Yanılgısı		Anlamama		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1a	34	57	4	6	15	25	6	10	1	2
1b	23	38	-	-	26	43	9	15	3	5

Bu sorunun a kısmına öğrencilerin %57'si anlama kategorisinde yanıtlar vermiştir. %6 oranında olan kısmen anlama kategorisindeki yanıtların bazıları, “*Cisim ivme kazanmaktadır. Zemin sürtünmesiz olduğundan net kuvvet sıfırdır. $F=m.a$ dengelenmemiş kuvvet cisme ivme kazandırır*”, “*AB arasında sürtünme vardır. $F_{net}=F-f_s$ dir*” şeklindedir. Kavram yanılgısı kategorisindeki öğrenci yanıtları %25'tir. Bu öğrencilerin “*Hızın artması için etki eden kuvvetin artması gerekir.*” şeklinde bir yanılgıya sahip oldukları belirlenmiştir.

Bu sorunun b kısmına, %38 oranında anlama ve %43 oranında kavram yanılgısı kategorisinde yanıtlar verilmiştir. Kavram yanılgısı kategorisindeki bazı öğrenci yanıtları, “ *$F=m.a$ B' den C' ye gelene kadar etki eden net kuvvet sabittir*”, “*B' den C' ye gelene kadar hız değişmediğine göre araba ilk etki eden F_{net} in etkisiyle C' ye gelebilmiş ve hızını korumuştur. Yani B-C arasında F_{net} hala etki ediyor ki hız aynı kalmış*”, “*B noktasından sonra arabanın arabaya uyguladığı kuvvet sabittir. Bundan dolayı arabanın hızı değişmemiştir*” şeklindedir.

4.2. Keşfedici Laboratuvar Modelinin Uygulanması Sürecinden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımdaki bulgular laboratuvar öncesi tartışma, laboratuvar aşaması ve laboratuvar sonrası tartışma olmak üzere üç aşamada sunulmuştur.

4.2.1. Laboratuvar Öncesi Tartışmada Elde Edilen Bulgular

Öğrencilere, “*Yatay bir düzlemde kızakla kayan arkadaşını iten bir çocuk, arkadaşının sabit bir hızla kaymasını sağlamak için ne yapmalıdır?*” odak sorusu sorulmuştur. Sorunun bilimsel cevabı “*Çocuk arkadaşını sürtünme kuvvetine eşit bir kuvvetle itmeli. Yani net kuvvet sıfır olacak şekilde bir kuvvet uygulamalıdır.*” şeklindedir. Laboratuvar öncesi yürütülen tartışmalarda, öğrencilerden öncelikle grup arkadaşları ile tartışarak öneriler sunmaları istenmiştir. Tartışma süresince her gruptan 3-4 öğrencinin daha aktif olarak fikirlerini belirttiği, diğerlerinin düşüncelerini ifade etmelerine rağmen bu düşünceleri savunmak için çaba göstermedikleri gözlenmiştir. Öğrencilerden buzun sürtünmeli olup olmadığı şeklinde bir soru gelmiştir. Bunun üzerine yapılan açıklamadan sonra devam eden tartışmalarda birinci grubun elemanları arasında geçen konuşma aşağıdaki gibidir:

“*Çocuk arkadaşını ne kadar hızlı iterse itsin buzun üzerinde bir sürtünme olmalıdır. Uygulanan kuvvet sabit kalırsa hızı da değişmez sabit kalır.*”, “*Buzun üzerinde sürtünme yüzeyi olmazsa kızak gittikçe hızlanır*”, “*Bir F_{ilk} uygulanmalı, sürtünmeden dolayı kızak sabit hızla hareket eder*”, “*Yüzey sürtünmeli ise sürtünme kuvvetinden daha büyük bir kuvvet etki etmelidir ki kızak hareket etsin*”, “*Bu kuvvet sürtünme kuvvetine zıt yönde olmalıdır*”, “*Kuvvet zamanla azalmalıdır*”, “*Tekerlekli bir arabayı belli bir hızla gelene kadar sürtünmeli yüzeyde ittiğimizde belli bir süre sonra durur*”

Grup içindeki bu tartışmadan aynı grupta farklı görüşlere sahip öğrencilerin bulunduğu anlaşılmaktadır. Bazı öğrenciler sürtünme kuvvetine eşit ve zıt bir kuvvet uygulandığında çocuğun sabit hızla hareket edeceği ve bazıları uygulanan kuvvetin daha büyük olması gerektiği düşüncesindedirler.

Birinci grupta olduğu gibi diğer grupların içinde de farklı düşüncelere sahip öğrencilerin olduğu belirlenmiştir. Ancak grup tartışmalarından sonra yürütülen sınıf tartışmaları süresince bu öğrencilerin kendi gruplarının görüşlerini benimseyerek desteklediği gözlenmiştir. Tartışmalara öğrencilerin oldukça istekli katıldığı ve düşüncelerini çekinmeden ifade ettiği tespit edilmiştir. Grup ve sınıf tartışmaları sonunda öğrencilerin düşünceleri iki farklı noktada toplanmıştır. Grupların dördü: a) “*Cisme sürtünme kuvvetine zıt yönde ve eşit miktarda bir kuvvet uygulanırsa net kuvvet sıfır olur ve cisim sabit hızla hareket eder*” ve biri, b) “*Cisme sabit bir kuvvet uygulanırsa sabit hızla hareketine devam eder*” önermesinde bulunmuştur.

4.2.2. Laboratuvar Aşamasında Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerden laboratuvarın mevcut imkanlarını kullanarak bir deney tasarımları ve kurdukları hipotezleri doğrulamaları istenmiştir. Deney tasarlama sürecinde öğrencilerin çoğunlukla grup arkadaşlarıyla yardımlaşmış ve tasarımlarını raporlara kaydettikleri tespit edilmiştir. Deney tasarımını tamamlayan gruplardaki öğrencilerin laboratuvara dağılarak deneyde kullanılacak araç-gereci sağlamak amacıyla dolapları inceledikleri belirlenmiştir.

Bazı grupların gözlenmesinden elde edilen verilere göre, öğrenciler öncelikle hipotezi doğrulayabilmek için deneyin nasıl gerçekleşeceği ve sonuçta nelerin elde edilebileceği ile ilgili tahminler yaptıktan sonra deneyi uygulamaya dönüştürmüşlerdir. Deney süresince grup elemanlarının çoğunun denemelere katıldığı ve gözlemlerini aralarında tartıştıkları belirlenmiştir.

Gruplardan ikisi, bir dinamometre ile takozu çekerek gözlemler yoluyla hipotezini desteklemeye çalışmıştır. Gruplardan birinin ise masanın kenarında bir makarayı sabitlediği ve masanın üzerine bir cismi koyup ip ile makaradan aşağıya sarkıtılan ve kütlesi belli olan başka bir cisim bağladığı gözlenmiştir. Sistemi serbest bırakarak yapılan zaman ölçümlerinden yola çıkarak enerji bağıntıları ile sürtünme kuvvetini hesaplamaya çalıştıkları belirlenmiştir. Bu şekilde sistem serbest kaldığında masanın üzerindeki cisme sürtünme kuvvetine eşit ve zıt yönde bir kuvvet uygulayarak cismin sabit hızla hareketini sağlamayı planladıklarını söylemişlerdir.

IV. gruptaki öğrenciler, sabit bir kuvvet uygulanan cismin hızlandığını gözlemelerine rağmen bunun deney hatalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Daha sonraki sınıf tartışmaları süresince de karşıt görüşlere rağmen kendi düşüncelerinde ısrar ettikleri belirlenmiştir. Bu gruptaki öğrencilere göre, sürtünmesiz ortamlarda sabit kuvvet etkisindeki cismin sabit hızla hareket eder.

Laboratuvar aşamasında yürütülen etkinlikler sonunda dört gruptan tartışmalara katılan öğrencilerin “bir cismi sürtünmeli bir zeminde sabit hızla hareket ettirebilmek için net kuvvetin sıfır olmasını sağlayacak, sürtünme kuvvetine eşit ve zıt yönlü başka bir kuvvetin uygulanması gerekir” görüşünü benimsedikleri ve deneylerden elde ettikleri verilere dayanarak destekledikleri tespit edilmiştir.

4.2.3. Laboratuvar Sonrası Tartışmadan Elde Edilen Bulgular

Laboratuvar sonrası tartışmada bütün grupların sırayla yaptıkları deneylerden elde ettikleri verileri ve vardıkları sonuçları açıklamaları istenmiştir. Bu sırada öğretim elemanı tarafından ifadelerin daha çok açıklanmasını sağlamak amacıyla yanıtları ırdeleyici sorular da sorulmuştur. IV. grup deneyini ve sonucunu söylediğinde diğer gruplardaki bazı öğrencilerin itiraz ettikleri ve bu grubun savunduğu deneyin sonucunda olabilecekleri kendi deneyimlerinden örneklerle açıklamaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Öğretim elemanı ile IV. gruptaki öğrenciler ve diğer öğrenciler arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

IV. Grup: “Dinamometre ile bir cismi masanın üzerinde sabit bir kuvvetle çekmeye çalıştık. Cismin hızlandığını gördük. Bunun nedeninin zeminin sürtünmeli olmasından kaynaklanabileceğini düşündük. Oysa sürtünmesiz bir düzlem olsaydı sabit bir kuvvet uyguladığımızda sabit hızla hareket edecekti.”

Öğretim Elemanı: “Deneyinizin devamında sürtünmesiz sayılabilecek, cilalı ve pürüzsüz bir masa kullandığınızı hatırlıyorum. Tekrar deneyince ne gözlediniz?”

IV. Grup: “Önce hızlandığını düşündük. Ancak belli bir hızı vardı ve o hızla hareketine devam etti.”, “O masanın da sürtünmesiz olduğuna inanmıyoruz. Çünkü bir kalem ittik ve belli bir süre sonra durduğunu gördük. Oysa sürtünmesiz olsaydı sonsuza kadar hareketine devam ederdi. Bu masada da sürtünme var, cismin hızlanmasının nedeni de buydu.”

Öğretim Elemanı: “Tam Sürtünmesiz olsaydı ne olurdu?”

IV. Grup: “Sabit hızla hareket ederdi.”

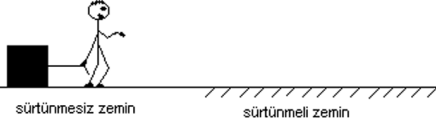
Diğer gruplardaki bazı öğrenciler: “Sürtünmesiz ortamlar sağlandığında cisme sabit bir kuvvet uygulanırsa cismin ivmesi sabit olur ama zamanla hızı artar.”, “Bizim deneyimizde makaradan sarkıtığımız kütle masa üzerindeki cisme yerçekiminden dolayı sabit bir kuvvet olarak etki etmiştir. Böylece cismin hızlandığını gördük.”

IV. Grup: “Biz kendi görüşümüzün daha doğru olduğuna inanıyoruz ve arkadaşlarımızın görüşlerine de saygılıyız.”

Bu diyaloglardan IV. grubun laboratuvar aşamasındaki gözlemleri deney hatalarına dayandırarak reddettikleri ve yanlış hipotezi savundukları görülmektedir. Diğer öğrencilerin ise ön bilgilerine ve laboratuvar aşamasında elde ettikleri verilere dayanarak IV. grubu ikna etmeye çalıştıkları belirlenmiştir.

4.3. Son-Testten Elde Edilen Bulgular

Etkinlikten hemen sonra öğrencilere uygulanan iki soruluk son-testten elde edilen bulgular düzenlenerek Tablo 4'te verilmiştir. Ön-testteki soru son-testin ilk sorusu olarak kullanılmıştır. Testin ikinci sorusu Şekil 2'de ve sorudan beklenen doğru yanıt aşağıda sunulmuştur.



Şekildeki çocuk sürtünmesiz zeminde takozu sabit bir kuvvetle çekmektedir. Sürtüneli zemine geldiğinde çocuğun takozu uyguladığı kuvvetle sürtünme kuvveti eşit olmaktadır. Bu durumda;

a. Sürtüneli ve

b. Sürtünmesiz düzlemlerde takozun hızı nasıl değişmektedir?

Şekil 2: Son-testin ikinci sorusu

Bu soruda öğrencilerden; sürtünmesiz zeminde sabit bir kuvvetle çekilen cismin hızının zamanla artacağı, sürtüneli zeminde net kuvvet sıfır olduğu için cismin sabit hızla hareketine devam edeceği şeklindeki bilimsel yanıtlar beklenmektedir.

Bu teste öğrencilerin verdikleri yanıtlar yöntem bölümünde Tablo 2'de belirtildiği gibi sınıflandırılarak Tablo 4'te frekans ve yüzdeler halinde düzenlenmiştir.

Tablo 4: Son-testteki sorulara verilen yanıtların yüzde ve frekansları

Soru No	Anlama		Kısmen Anlama		Kavram Yanılgısı		Anlamama		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1a	22	73	1	3	4	13	3	10		
1b	15	50	1	3	9	30	5	17		
2a	23	77			3	10	3	10	1	3
2b	20	67			8	27	2	6		

Bu testin sorularına öğrencilerin %50-77 arasında anlama kategorisinde yanıtlar verdikleri görülmektedir. Kavram yanılgısı kategorisindeki yanıtlar ise %10-30 arasında değişmektedir.

Testin birinci sorusuna kavram yanılgısı kategorisinde verilen bazı öğrenci yanıtları, "B'de 10m/sn hızla ulaşması için artan bir kuvvet etkimıştır. B'den C'ye kadar hız sabit olduğundan kuvvet de sabittir. B'de uygulanmakta olan aynı kuvvet C'de de uygulanmaktadır.", " $v=at$ denkleminde hız sabit olduğuna göre zaman değişiyor ama ivme değişmiyor. $F=ma$ denkleminde ise ivme ve kütle sabit olacağından kuvvet de sabit kalır." şeklindedir. İkinci soruya kavram yanılgısı kategorisinde verilen bazı öğrenci yanıtları ise, "Takozun hızı sürtüneli ortamda hızlanarak yavaşlar ve çocuğun takozu uyguladığı kuvvetle sürtünme kuvveti eşit olduğunda da cisim durur. Çünkü bu iki eşit kuvvet birbirini götürerek net kuvvet sıfır olur. Sürtünmesiz ortamdan elde ettiği hızı burada harcar.", "Sürtünmesiz düz zeminde çocuğun uyguladığı kuvvet doğrultusunda sabit hızla gitmektedir. Sürtüneli zeminde uygulanan kuvvet ve sürtünme kuvveti eşit olduğu için cisim hareketsiz kalmaktadır.", "Sürtünmesiz zeminden sabit hızla gelen cisim sürtüneli zeminde yavaşlar." olarak verilebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde keşfedici laboratuvar modelinin uygulama sürecinden, ön ve son testlerden elde edilen bulgulardan varılan sonuçlar sunulmuştur.

Ön test sonuçlarına göre öğretmen adaylarının %43'ü arabanın sabit hızla gidebilmesi için sabit bir kuvvetin uygulanması gerektiğini düşünmektedir. Öğretmen adaylarının önemli bir kısmının "Sabit kuvvet etkisindeki cisim sabit hızla gider" yanılıgına sahip olmaları, derslerin öğrencilerin ön fikirleri dikkate alınmadan yürütülmesinin ve öğretmenlerin öğrencilerin bu tür yanılıgılara sahip olduklarından haberdar olmalarının bir sonucu olarak görülmektedir. Bu yanılıgının yürütülen bazı benzer çalışmalarda da ortaya çıktığı bilinmektedir (Gilbert & Watts, 1983; Trumper & Gorsky, 1996, 1997; Watts & Zylbersztajn, 1981).

Keşfedici laboratuvar modelinin uygulama sürecinde gruptan dördünün "Cisme sürtünme kuvvetine zıt yönde ve eşit miktarda bir kuvvet uygulanırsa net kuvvet sıfır olur ve cisim sabit hızla hareket eder" ve birinin "Cisme sabit bir kuvvet uygulanırsa cisim sabit hızla hareketine devam eder" şeklindeki iki farklı hipotez üzerinde çalıştığı belirlenmiştir. Öğrencilerin yürüttükleri etkinlikler sonunda da hipotezlerinde bir değişiklik yapmadıkları gözlenmiştir. Bu durumun, keşfedici laboratuvar modelinin gereklerinden olan grup ve sınıf tartışmalarına karşın öğrencilerin ön fikirlerinin değişime karşı olan dirençten kaynaklandığı düşünülmektedir. Yanılıg anlamaların değişime dirençli olduğuna literatürde de sıkça rastlanmaktadır (Bodner, 1990; Dekkers & Thijs, 1998; White & Gunstone, 1992).

Sınıf tartışmalarından ve testlerden bazı öğrencilerin "Sürtünmeli zeminde hareket eden bir cisme sürtünme kuvvetine eşit ve zıt yönde bir kuvvet uygulanırsa net kuvvet sıfır olur ve cisim durur" şeklinde yanılıg bir düşünceye sahip oldukları belirlenmiştir. Bu bulgu bazı öğrencilerin "Kuvvet yoksa hareket yoktur" kavram yanılıgına sahip olduklarını göstermektedir. Buradan öğrencilerin kuvvet ve kuvvetle ilişkili konulardan olan hareketle ilgili kavram yanılıglarına sahip oldukları sonucuna varılabilir.

Son-testten elde edilen verilere göre öğrencilerin kavram yanılıglarında iyileşme olduğu ancak verdikleri yanıtları açıklarken bazı öğrencilerin hala alternatif fikirleri kullandıkları belirlenmiştir. Bu, keşfedici laboratuvar modeline uygun düzenlenen öğrenme ortamında öğrencilerin ön fikirleri ile çatışmaya girmelerinin ve yeni fikirlere adapte olurken zihinsel bir çatışmanın gerçekleşmesinin sonucu olarak düşünülebilir.

Ön-testteki sorunun b kısmına öğrencilerin %38'i Tablo 3'te görüldüğü gibi, anlama kategorisinde yanıtlar verirken keşfedici laboratuvar modeliyle yürütülen dersin sonunda aynı kısma öğrencilerin %50'si Tablo 4'te belirtildiği gibi anlama kategorisinde yanıtlar vermiştir. Bununla birlikte aynı kısma kavram yanılıgı kategorisinde verilen yanıtlar %43 iken uygulama sonunda %30'a düşmüştür. Ayrıca son-testte konu ile ilgili sorulan ikinci soruda anlama kategorisindeki yanıtların oranı %67-77, kavram yanılıgı ise %10-27 oranları arasındadır. Bu sonuçlar keşfedici laboratuvar modelinin kavramları anlama düzeyine olumlu etki sağladığını ve kavram yanılıgılarını gidermede etkili olduğunu göstermektedir. Keşfedici laboratuvar modelinin uygulanmasıyla elde edilen olumlu sonuçların, öğrencilerin grup ve sınıf tartışmaları süresince birbirlerini dinlemeleri ve kendi düşüncelerini rahatlıkla ifade etmeleri için ortamın uygun bir şekilde tasarlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmanın sonuçlarına dayalı olarak ilgililere aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

Kavram yanılıgılarının değişime dirençli olduğu dikkate alınarak öğretmen adaylarının her kademe mevcut yanılıgıları tespit edilmeli ve keşfedici laboratuvar modeli gibi etkili öğretim modellerini içeren bir öğretim programı geliştirilmelidir. Lisans derslerine yönelik geliştirilecek bu tür materyallerle öğretmen adaylarının ön bilgileri ve anlama güçlükleri dikkate alınmalıdır. Bunun yanında, ilköğretim, ortaöğretim ve üniversitede görev yapan öğretmenler kavram yanılıgılarını gidermede ve kavramsal gelişimde etkili olan keşfedici laboratuvar modeli ve buna benzer diğer çağdaş öğretim yöntemlerini içeren bir hizmet içi kursa alınarak bilgilendirilmelidir.

Keşfedici laboratuvar modelinin kavramsal gelişimi olumlu yönde etkilediği dikkate alınarak eğitim fakültelerindeki bazı laboratuvar etkinliklerinin keşfedici laboratuvar modeline göre düzenlenmesi ve uygulama kapsamının genişletilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu bağlamda ilköğretim ve sonraki dönemlerdeki öğrenci düzeylerine uygun keşfedici laboratuvar derslerin geliştirilmesi ve uygulama sonuçlarının değerlendirilmesinin bu tür çağdaş öğrenme modellerinin etkilerini ortaya koymak açısından önemli görülmektedir.

Daha sonraki araştırmalarda, deney ve kontrol grupları oluşturularak keşfedici laboratuvar modelinin diğer yaklaşımlara göre öğrenci başarısı ve kavram yanılgılarını giderme üzerine olan etkisini belirleyici çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca, bu modelin uygulama süreci daha ayrıntılı gözlem ve mülakatlarla incelenerek kavram gelişimi üzerine olan etkisi daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W. & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eight graders of five Chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
- Beydoğan, H.Ö. (1998). *Çocuklarda kavram öğrenme ve kavram öğretme*. Erzurum: A.Ü. Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Bölümü.
- Bodner, G. M. (1990). Why good teaching fails and hard-working students don't always succeed. *Spectrum*, 28 (1), 27-32.
- Bodner, G.M., Hunter, W.J.F. & Lamba, R.S. (1998). What happens when discovery laboratories are integrated into the curriculum at a large research university?. *The Chemical Educator*, 3, 1-21.
- Boeha, B. B. (1990). Aristotle, alive and well in Papua New Guinea science classrooms. *Physics Education*, 25, 280-283.
- Brown, D.E. (1989). Students' concept of force: The importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*, 24, 353-358.
- Çepni, S. ve Kurt, Ş. (2004). Laboratuvarların kavram yanılgılarının giderilmesi üzerine etkisi: Keşfedici bir yaklaşım. *XII.Eğitim Bilimleri Kongresi*, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara. Bildiriler Kitabı. Cilt III. s. 2089-2108.
- Dekkers, P.J.J.M. & Thijs, G.D. (1998). Making productive use of students' initial conceptions in developing the concept of force. *Science Education*, 82, 31-51.
- Demicioğlu, H. (2002). Sınıf öğretmen adaylarının bazı temel kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanılgılar. *KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon.
- Ditzler, M.A. & Ricci, R.W. (1994). Discovery chemistry: Balancing creativity and structure. *Journal of Chemical Education*, 71 (8), 685-688.
- Duit, R. & Treagust, D.F. (1995). Students' conceptions and constructivist teaching approaches. (edit. Barry J. Fraser and Herbert J. Walberg) *Improving Science Education* (pp.46-69). Chicago: University of Chicago Press.
- Eryılmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research In Science Teaching*, 39 (10), 1001-1015.
- Friedler, Y. & Tamir, P. (1990). Life in science laboratory classrooms at secondary level. (edit. Elizabeth Hegarty-Hazel) *The Student Laboratory and the Science Curriculum* (pp.337-356). London and New York: Routledge.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66 (4): 623 - 633.
- Gilbert, J.K. & Watts, D.M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
- Gilbert, J.K., Watts, D.M. & Osborne, R.J. (1982). Students' conceptions of ideas in mechanics. *Physics Education*, 17, 62-66.
- Goldring, H. & Osborne, J. (1994). Students' difficulties with energy and related concepts. *Physics Education*, 28, 26-31.
- Griffiths, A.K. & Preston, K. R. (1992). Grade – 12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 611 - 628.
- Guzzetti, B.J. (2000). Learning counter-intuitive science concepts: What have we learned from over a decade of research?. *Reading & Writing Quarterly*, 16 (2): 89-95.
- Halloun, I. (1998). Schematic concept for schematic models of the real world: The Newtonian concept of force. *Science Education*, 82 (2), 239-263.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15, 92-105.

- Heywood, D. & Parker, J. (2001). Describing the cognitive landscape in learning and teaching about forces. *International Journal of Science Education*, 23 (11), 1177-1199.
- Jimenez-Valladares, J.D. & Perales-Palacios, F.J. (2001). Graphic representation of force in secondary education: Analysis and alternative educational proposals. *Physics Education*, 36 (3), 227-235.
- Lawson, A. E. & Thomson, L. D. (1988). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetic and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 733 -746.
- Legendre, M.F. (1997). Task analysis and validation for a qualitative, exploratory curriculum in force and motion. *Instructional Science*, 25, 255-305.
- Marioni, C. (1989). Aspects of students' understanding in classroom settings (age 10-17): Case study on motion and inertia. *Physics Education*, 24, 273-276.
- Moss, D.B. & Cornely, K. (2001). Determination of the universal gas constant, R: A discovery laboratory. *Journal of Chemical Education*, 78 (9), 1260-1262.
- Osborne, J. & Freeman, J. (1989). *Teaching physics: A guide for the non-specialist*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Osborne, R.J. & Wittrock, M.C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67 (4), 489-508.
- Stinner, A. (1994). The story of force: From Aristotle to Einstein. *Physics Education*, 28, 77-85.
- Trumper, R. & Gorsky, P. (1996). A cross-college age study about physics students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers. *Physics Education*, 31, 227-236.
- Trumper, R. & Gorsky, P. (1997). A survey of biology students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers. *Research in Science & Technological Education*, 15, 133-149.
- Watts, D.M. & Zylbersztajn, A. (1981). A survey of some children's ideas about force. *Physics Education*, 16, 360-365.
- Watts, D.M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, 18, 213-217.
- White, R.T. & Gunstone, R.F. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer Press.