



# FİZİK ÖĞRENCİLERİNİN, KUVVET VE HAREKET KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARI VE ÖĞRETİM ELEMANLARININ BU KONUDAKİ TAHMİNLERİ

## MISCONCEPTIONS OF THE STUDENTS IN THE DEPARTMENT OF PHYSICS ABOUT FORCE AND MOTION SUBJECTS AND THE CONJECTURE OF THE TEACHING STAFF ON THIS MATTER

Ali YILDIZ\*, Erdoğan BÜYÜKKASAP\*\*

**ÖZET:** Bu çalışmada, 2002-2003 öğretim yılında Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü ve Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Programı I. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusuyla ilgili kavram yanlışları ve bu öğrencilere ders verecek öğretim elemanlarının, öğrencilerin bu konular hakkındaki alternatif düşüncelerinin ne derece farkında oldukları araştırılmıştır. Araştırmaya toplam 149 öğrenci katılmıştır. Araştırmada öğrencilerin kuvvet ve hareket hakkındaki kavram yanlışlarını eksik bilgidен, hatadan ve tahminden ayırt edebilecek üç aşamalı açık uçlu sorular kullanılmıştır. Anketin öğrencilere uygulandığı aynı hafta içerisinde 20 öğretim elemanı ile görüşülerek onlardan öğrencilerin açık uçlu sorulara verebilecekleri alternatif cevapları tahmin etmeleri istenmiştir. Araştırmada öğrencilerin, bir çok kavram yanlışlığına sahip oldukları ve öğrencilerin ön düşünceleri ile üniversitede bu öğrencilere ders verecek öğretim elemanlarının öğrenci düşünceleri ile ilgili tahminleri arasında farklılıklar olduğu ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** kuvvet, hareket, kavram yanlışlığı

**ABSTRACT:** In this study the misconceptions of the students who enrolled to the first year physics department of the Faculty of Science and Letters and to the first year physics-teaching department of the K.K.Education Faculty at Atatürk University in the 2002-2003 educational year regarding force and motion were investigated. In addition, the extent to which the instructors who would lecture these students were aware of the alternative opinions of these students on these subjects was researched. The research covered a total of 149 students. In the research, three-stage and open-ended questions that would distinguish misconceptions from inadequate knowledge, mistakes and presumptions were used. During the same week the questionnaire was applied to the students, 20 instructors were interviewed and they were asked to make presumptions about the alternative answers of the students to the open-ended questions. It was found in this research that students had too many misconceptions and that there were differences between the students' presumptions and the conjecture regarding the ideas of the students made by the teaching staff who would lecture them at the university.

**Keywords:** force, motion, misconception.

### 1. GİRİŞ

Son yıllarda bilimsel olgu (fenomen) konusunda öğrencilerin alternatif düşüncelerine büyük ilgi gösterilmiştir. Çeşitli araştırmalardan elde edilen sonuçlar öğrencilerin doğal dünya hakkında bilim adamlarınınkinden oldukça farklı düşüncelere sahip olduklarını göstermiştir. Bilim eğitimi, genelde bilim insanların düşünceleri etrafında yapılandırıldığı için, bu bulguların anlamları tümü ile devrim niteliğinde yeni özellikler göstermektedir. Ön deneyimleri olmayan (The tabula rasa)\*\*\* öğrencilerin yerini kendileriyle birlikte sınıfa pek çok karışık kişisel bilgi ve anlayış getiren öğrenciler almıştır (Ausubel, 1968; Erickson, 1979; Osborne ve Gilbert, 1980; Driver, 1981; Pope ve Gilbert, 1983). Bu nedenle öğretmen, öğrencilerin doğal olgu konusundaki alternatif düşüncelerinin ve bu düşüncelerin etkisiyle sınıfta nasıl yanlış düşünceler edinebileceklerinin farkında olmalıdır (Stepans *et al.*, 1970; Watts, 1983; Hashweh, 1988). Sınıfta bir kavramı açıklamak için kullanılan örnekler öğrenciye bütünüyle farklı bir anlamı iletebilir ve gerçek sonucun beklenen sonuçtan farklı olmasına yol açabilir (Anderson, 1986).

\* Öğr. Gör., Atatürk Üniversitesi, K.K.Eğitim Fak., İlköğretim Böl., Sınıf Öğretmenliği A.B.D.-Erzurum, e-posta: ayildiz@atauni.edu.tr

\*\* Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, K.K.Eğitim Fak., İlköğretim Böl., Fen Bilgisi Öğretmenliği A.B.D.-Erzurum, e-posta: ebkasap@atauni.edu.tr

\*\*\* Zihinde doğuştan düşünceler bulunmadığını, mantık ilkelerinin bile sonradan kazanıldığını, zihnin doğuştan, her tür deneyim öncesinde bomboş olduğuna işaret etmek için kullanılan Latince terim: Boş levha (Cevizci, 2000).

Posner *et al.* (1982), öğrencilerin düşüncelerini değiştirmeleri için, önce mevcut düşüncelerinin bazı yönlerden tatmin edici olmadığını hissetmeleri gerektiğini vurgulamaktadırlar. Ancak bir düşüncenin tatmin edici olmaması, onu gözden çıkarmanın tek başına yeterli bir sebebi olmayabilir. Dolayısıyla öğrenciler de bilim insanları gibi, çekici bir alternatifi olmadıkça, genellikle bir düşünceyi reddetmezler. Bu yeni düşüncenin:

1. Tutarlı ve içsel olarak uyumlu olması için anlaşılabilir olması,
2. Öğrencilerin hali hazırda sahip oldukları görüşlerle uzlaşabilir olması için mantıklı olması,
3. Algılanan düşüncenin açıklık, tutarlılık ve kullanılabilirlik bakımından, eski görüşe tercih edilebilir olması için yararlı olması, gerekir (Osborne ve Freyberg, 1995).

Araştırmacılara göre, bilim insanlarının görüşleri öğrencilere, kendi mevcut görüşlerinden daha az anlaşılabilir daha az mantıklı ve daha az verimli görünmektedir (Osborne *et al.*, 1983) ve bu öğrencilerin bilim öğrenmesinde temel bir sorundur. Çocuk, öğrenci, yetişkin, öğretmen üzerinde çalışmalar yapan araştırmacılar (Arons, 1981; Champagne *et al.*, 1983), tüm yaş gruplarında alternatif düşünceler olduğunu ve bunların değişiminde dirençle karşılaşıldığını tespit etmişlerdir. Osborne ve Freyberg (1995) Newton yasalarını 11 yaşındaki öğrencilere öğretirken 14 yaşındaki öğrencilere öğretmekten daha fazla başarı elde ettiklerini, gerekçe olarak da yaşça büyük olan öğrencilerin genelde, küçük öğrencilerden daha az ilgili ve görüşlerinde daha az esnek olmalarını göstermektedirler.

Etkili bir fizik dersinin, öğrencilerin fizik dersine gelirken birlikte getirdikleri kavram yanlışlarını ortaya çıkarması ve bunları giderecek bilgi ve aktiviteleri içinde barındırması gerekmektedir. Etkili bir fizik dersinin ilk basamağı olan öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının geçerli ve güvenilir olarak ölçülmesi konusu son zamanlarda çok tartışılmaktadır. Öğrenciye ait bir düşüncenin kavram yanlışlığı sayılması için art arda üç koşulu sağlaması gerektiği araştırmacılar (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002), tarafından açıklanmaktadır. Birincisi öğrencinin düşüncesinin gerçek bilime uygun olmaması, ikincisi öğrencinin bu yanlış düşüncesini savunması (yani sahiplenmesi) için gerekçeler göstermesi veya açıklamalarda bulunması, üçüncüsü ise kendi cevap ve açıklamalarından emin olması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, üniversitede henüz mekanik konularını görmemiş fizik öğrencilerinin kuvvet ve hareket hakkındaki ön düşüncelerini ve bu öğrencilere ders verecek öğretim elemanlarının öğrencilerin bu konular hakkındaki alternatif düşüncelerinin ne derece farkında olduklarını araştırmaktır.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, 2002-2003 öğretim yılında Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü ve Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Programı I. sınıfına yeni kayıt yaptıran 51'i bayan, 98'i erkek olmak üzere toplam 149 öğrenciden oluşmaktadır. Bu çalışmaya katılan öğrencilerin yaşları 17-22 arasında değişmektedir (17 yaşında 11 kişi, 18 yaşında 46 kişi, 19 yaşında 47 kişi, 20 yaşında 24 kişi, 21 yaşında 12 kişi ve 22 yaşında 9 kişi).

### 2.2. Veri Toplama Aracı

Öğrencilerin, kuvvet ve hareket hakkındaki kavram yanlışlarını eksik bilgidен, hatadan ve tahminden ayırt ederek geçerli ve güvenilir olarak ölçülmesini sağlayacak (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002) üç aşamalı açık uçlu sorular içeren bir anket kullanılmıştır. Literatürden alınan sorular üç aşamalı açık uçlu sorular olarak yeniden düzenlenmişlerdir. Bazı sorular da araştırmacılar tarafından literatürdeki sorulardan faydalanılarak geliştirilmiştir. Her biri 50 öğrenciden oluşan 4 gruba (İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı I. sınıfına yeni kayıt yaptıran) bu çalışmada kullanılması düşünülen anket (değişik gün ve saatlerde) uygulanarak bir ön çalışma yapılmıştır. Bu çalışma ile yapılması gereken düzenlemeler ve anketin cevaplanması için gereken süre (25 dakika) tespit edilmiştir. Ön çalışma sonuçları ve uzman görüşleri doğrultusunda bazı sorular değiştirilmiş bazı sorular da anketten çıkarılmıştır. Ankete son şekli verildikten sonra fizik öğrencilerine uygulanmıştır. Aynı hafta içerisinde bu öğrencilere ders verecek 20 öğretim elemanı ile yüz yüze görüşmelere başlanarak onlardan öğrencilerin bu sorulara verebilecekleri alternatif cevapları yüzde olarak tahmin etmeleri istenmiştir.

### 2.3.Verilerin Analizi

Öğrencilerin kuvvet ve hareket hakkındaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için hazırlanan anketteki sorulara verilen cevaplar, yakınlıkları dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Her soru için verilen / seçilen cevapları, cevapların gerekçelerini / açıklamalarını ve öğrencilerin bu cevap-açıklamalarından ne kadar emin olduklarını gösteren tablolar hazırlanmıştır. Bu tablolarda; öğrenci cevapları için hesaplanan frekans ve yüzdeler, öğretim elemanlarının, öğrencilerin verebilecekleri cevaplar için yaptıkları tahminlerin yüzdelerine ve ayrıca literatürdeki bulgulara (varsa) yer verilmiştir. Her soruyla ilgili olarak hazırlanan tablolar için gerekli yorum ve açıklamalar yapılmıştır.

### 3. BULGULAR VE YORUM

**Soru : 1) Yatay bir masa üzerinde durmakta olan tahta bloğa etkiyen kuvvet var mı?**

Birinci soru için öğrencilerin doğru cevabı yanlış gerekçelerle (sadece sürtünmedir, sadece tepki kuvvetidir, sadece atmosfer basıncıdır,...) desteklediklerini görmekteyiz. Bu durum doğru cevabı veren öğrencilerin, bloğa etkiyen kuvvetlerle ilgili net bir yaklaşıma sahip olmadıklarını göstermektedir. “Sadece bloğun ağırlığıdır”, “bloğun ağırlığı ve aynı yönde hava basıncıdır”, “sadece atmosfer basıncıdır”, “en üstte olduğundan”, gerekçelerini yazan öğrencilerin “sadece canlı cisimler kuvvet uygular, cansız olanlar (masa, yer) kuvvet uygulamaz” düşüncesine sahip olduklarını düşünmekteyiz. Etkiyen kuvvet yoktur çünkü hareket etmiyor cevap ve açıklamasında bulunan öğrencilerin “eğer bir nesne hareket etmiyorsa ona etkiyen kuvvet de yoktur” şeklinde ifade edilen kavram yanlışısına sahip oldukları söylenebilir.

Öğretim elemanlarının öğrenci açıklamalarını tahmin yüzdeleriyle, öğrencilerin yazdıkları açıklamaların yüzdeleri arasında belirgin bir fark bulunmaktadır. Bu farkın “Sadece bloğun ağırlığıdır”, “Hareket etmiyor” ve “Etki-tepki kuvvetleridir” açıklamalarında ortaya çıktığı tablo 3.1. de görülmektedir.

**Tablo 3.1.** Birinci soru için verilen cevaplar, yazılan açıklamalar ve yapılan tahminler

| Öğrenci Cevapları     | Yazılan Cevapların Açıklamaları                                    | Fizik Öğrencileri -149 | Fizik Öğrencileri (%) | Öğretim Elemanları Tahminleri (%) |
|-----------------------|--|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Etkiyen kuvvet vardır | Sadece bloğun ağırlığıdır  | 27<br>6   16   5   0   | 18,1                  | 41                                |
|                       | Etki – Tepki kuvvetleridir   | 80<br>40   34   5   1  | 53,7                  | 25                                |
|                       | Yatay doğrultuda sadece sürtünmedir (sağa doğru)                   | 4<br>0   4   0   0     | 2,7                   | -                                 |
|                       | Sadece tepki kuvvetidir  | 5<br>0   5   0   0     | 3,4                   | -                                 |
|                       | Bloğun ağırlığı, masanın tepkisi ve sürtünmedir                    | 4<br>0   2   2   0     | 2,7                   | 0,8                               |
|                       | Bloğun ağırlığı ve aynı yönde hava basıncıdır                      | 2<br>0   2   0   0     | 1,3                   | -                                 |
|                       | Atmosfer basıncı ve masanın tepki kuvvetidir                       | 2<br>0   1   1   0     | 1,3                   | -                                 |
|                       | Sadece atmosfer basıncıdır   | 4<br>0   4   0   0     | 2,7                   | -                                 |
|                       | Diğer açıklamalar (Yerçekimi ve Sürtünme,..)                       | 3<br>1   1   1   0     | 2                     | -                                 |
|                       | Gerekçesi yazılmamış cevaplar                                      | 1<br>0   1   0   0     | 0,7                   | -                                 |
| Etkiyen kuvvet yoktur | Hareket etmiyor  | 6<br>0   3   3   0     | 4                     | 30,5                              |
|                       | Diğer açıklamalar (En üstte olduğundan, G=N olduğundan F=0 dir,..) | 4<br>0   4   0   0     | 2,7                   | -                                 |
|                       | Gerekçesi yazılmamış cevaplar                                      | 2<br>0   1   1   0     | 1,3                   | -                                 |
| Cevap yok             |  | 5                      | 3,4                   | 2,8                               |
| Toplam                |  | 149                    | 100                   | 100                               |

| Cevap veren öğrenciler |        |              |                         |
|------------------------|--------|--------------|-------------------------|
| Kesinlikle eminim      | Eminim | Emin değilim | Kesinlikle emin değilim |

**Soru : 2)** Adam yatay düzlemdeki tahta sandığı hareket ettirmeye çalışıyor, fakat sandık hareket etmiyor. Sandığa etkiyen kuvvet var mı?

Öğrencilerin yaptıkları gözlemler ve gerçek olgularla ilgili yaptıkları yorumlar sahip oldukları inançlardan - görüşlerden etkilenebilir (Gunstone ve Watts, 1985). Aynı durumun araştırmamızda, ikinci soruya doğru cevabı, doğru olmayan açıklamalar ya da gerekçelerle destekleyen 136 öğrencinin bir çoğunda mevcut olduğunu görmekteyiz. Sandığa etkiyen kuvvet vardır doğru cevabını “sadece adamın uyguladığı itme kuvvetidir”, “itme kuvveti ve sandığın ağırlığıdır”, “itme kuvveti ve sandığın adama tepkisidir” açıklamasını yazan öğrenciler sürtünmeyi kuvvet olarak kabul etmiyor olabilirler.

“Sadece sandığın ağırlığıdır”, “sadece sürtünme kuvvetidir” ve “sandığın ağırlığı ve sürtünmedir” açıklamasını yazan öğrenciler, ikinci soruda, “adam yatay düzlemdeki tahta sandığı hareket ettirmeye çalışıyor” vurgusuna rağmen bu gerekçeleri yazıyor olmaları sahip oldukları yanlış düşüncelerinde oldukça tutucu olduklarını, “hareket yoksa etkiyen kuvvet de yoktur” kavram yanlışlığına sahip olabileceklerini göstermektedir.

“Sandığa etkiyen kuvvet yoktur” yanlış cevabını “cisim yol almıyor” “Adamın uyguladığı itme kuvveti sandığın ağırlığından azdır” açıklamaları ile destekleyen öğrencilerin “hareket yoksa etkiyen kuvvet de yoktur” kavram yanlışlığına sahip oldukları söylenebilir. Öğrencilerin doğru cevap için yazdıkları “sadece adamın uyguladığı itme kuvvetidir” açıklamasını öğretim elemanlarının oldukça yüksek oranda tahmin ettikleri tablo 3.2’de görülmektedir.

**Tablo 3.2.** İkinci soru için verilen cevaplar, yazılan açıklamalar ve yapılan tahminler

| Öğrenci Cevapları                                | Yazılan Cevapların Açıklamaları  | Fizik Öğrencileri (149) | Fizik Öğrencileri (%) | Öğretim Elemanları Tahminleri (%) |
|--|--|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Sandığa etkiyen kuvvet vardır                    | Sadece adamın uyguladığı itme kuvvetidir   | 7<br>1   4   2   0      | 4,7                   | 39,4                              |
|  | Sadece sandığın ağırlığıdır  | 2<br>0   0   1   1      | 1,3                   | -                                 |
|  | Sadece sürtünme kuvvetidir   | 6<br>1   5   0   0      | 4,0                   | -                                 |
|  | İtme kuvveti, sandığın ağırlığı, sürtünme ve tepki kuvvetidir                          | 11<br>2   8   1   0     | 7,4                   | 7,5                               |
|  | İtme kuvveti ve sandığın adama tepkisidir  | 10<br>3   5   2   0     | 6,7                   | -                                 |
|  | İtme kuvveti ve ters yönde sürtünmedir   | 59<br>26   30   2   1   | 39,6                  | 32,8                              |
|  | İtme kuvveti, sandığın ağırlığı ve sürtünmedir   | 20<br>10   8   2   0    | 13,4                  | -                                 |
|  | İtme kuvveti ve sandığın ağırlığıdır   | 10<br>2   6   2   0     | 6,7                   | 2,5                               |
|  | İtme kuvveti, sürtünme kuvveti ve sandığın tepki kuvvetidir                            | 2<br>1   1   0   0      | 1,3                   | -                                 |
|  | Sandığın ağırlığı ve sürtünmedir   | 6<br>2   3   0   1      | 4,0                   | -                                 |
|  | Diğer açıklamalar (Alan kuvveti, açık hava basıncı, itme- sürtünme, tepki-sürtünme...) | 3<br>0   3   0   0      | 2,0                   | 2,0                               |
| Bu cevaba ait dağılımların ve yüzdelerin toplamı |  | 136<br>48   73   12   3 | 91,1                  | 84,2                              |
| Sandığa etkiyen kuvvet yoktur.                   | Cisim yer değiştirmiyor / yol almıyor  | 5<br>0   3   2   0      | 3,4                   | 12,6                              |
|  | Adamın uyguladığı itme kuvveti sandığın ağırlığından azdır                             | 3<br>0   3   0   0      | 2,0                   | 1,0                               |
|  | Bu cevaba ait dağılımların ve yüzdelerin toplamı                                       |                         | 8<br>0   6   2   0    | 5,4                               |
| Cevap yok  |  | 5                       | 3,4                   | 2,2                               |
| Toplam   |  | 149                     | 100                   | 100                               |

**Soru : 3 - a)** Tenis topu yukarıya çıkarken, topun üzerine etkiyen net kuvvetin doğru olarak gösterildiği seçeneği işaretleyiniz?

“Tenis topu yukarı çıkarken etkiyen net kuvvet yukarı doğrudur” cevabı 96 öğrenci tarafından verilmiştir. Bu öğrencilerin 71’nin gerekçeleri “yukarı gittiğine göre net kuvvet yukarı doğru olmalıdır” şeklindedir. 8 öğrenci, bu cevabı her hangi bir gerekçe yazmadan sezgisel olarak seçmiştir. 71 öğrencinin sadece 8’i bu cevaptan emin olmadıklarını belirtirken, kalan 63 öğrencinin “eğer bir nesne hareket ediyorsa bu nesne üzerinde hareket yönünde etkili olan bir kuvvet vardır” şeklinde ifade edilen kavram yanlışlığına sahip olduklarını söylemek mümkündür. Bu cevabı seçen öğrencilerimizin oranı (%64,4) ile Edmonton (Berg ve Brouwer, 1991) öğrencilerinin (%65,1) oranı uyum gösterirken, Osborne’nin (1982) araştırmasında bu oran daha yüksektir (%75,3). Araştırmamıza katılan öğretim elemanlarının (%50,8) Edmonton (Kanada’nın Alberta Eyaletinin merkezi olan kent) fizik öğretmenleri gibi bu oranı (%49,2) düşük tahmin ettikleri tablo 3.3. de görülmektedir.

Tenis topu yukarı çıkarken etkiyen net kuvvet için  $\neq$ Aşağı doğrudur $\neq$  bilimsel cevabı öğrenciler tarafından “yerçekimi etki ediyor”, sezgisel olarak ve başka gerekçelerle seçilmiştir.

**Tablo 3.3.** Üçüncü sorunun a şıkkı için seçilen cevaplar, cevapların gerekçeleri, yapılan tahminler ve daha önce yapılan araştırmaların verileri

| Tenis topu yukarı çıkarken net kuvvet: | Seçilen Cevapların Gerekçeleri                          | Fizik Öğrencileri (Mevcut çalışma) (149) | Fizik Öğrencileri (Mevcut çalışma) (%) | Edmonton Öğrencileri (Berg & Brouwer, 1991) (%) | Öğrenciler (Osborne, 1982) | Öğretim Elemanları Tahminleri (Mevcut çalışma) (%) | Edmonton Fizik Öğretmenleri Tahminleri (%) |
|--|---|--|--|---|----------------------------|--|--|
| Yukarı doğrudur                        | Yukarı gittiğine göre net kuvvet yukarı doğru olmalıdır | 71<br>24   39   8   0                    | 47,7                                   |   |                            | 50,8   |  |
|  | Yukarıya bir ilk hızla atılıyor                         | 14<br>4   7   3   0                      | 9,4                                    |   |                            | -  |  |
|  | Başka gerekçeler  | 3<br>0   2   1   0                       | 2,0                                    |   |                            | -  |  |
|  | Gerekçesi yazılmamış cevaplar                           | 8<br>1   2   4   1                       | 5,4                                    |   |                            | -  |  |
|  | Bu cevaba ait dağılımların ve yüzdelerin toplamı        | 96<br>29   30   16   1                   | 64,5                                   | 65,1  | 75,3                       | 50,8   | 49,2                                       |
| Aşağı doğrudur                         | Yerçekimi etki eder                                     | 40<br>18   18   3   1                    | 26,8                                   |   |                            | 36,2   |  |
|  | Diğer gerekçeler  | 3<br>0   1   2   0                       | 2,0                                    |   |                            | -  |  |
|  | Gerekçesi yazılmamış cevaplar                           | 5<br>0   3   2   0                       | 3,4                                    |   |                            | 4,0  |  |
|  | Bu cevaba ait dağılımların ve yüzdelerin toplamı        | 48<br>15   22   7   1                    | 32,2                                   | 20,6  | 20,7                       | 40,2   | 19,1                                       |
| Sürtünür / Yoktur                      | Cisim serbest düşme yapar                               | 1<br>1   0   0   0                       | 0,7                                    |   |                            | 3,5  |  |
|  | Gerekçesi yazılmamış cevaplar                           | 3<br>0   2   1   0                       | 2,0                                    |   |                            | 2,0  |  |
|  | Bu cevaba ait dağılımların ve yüzdelerin toplamı        | 4<br>1   2   1   0                       | 2,7                                    |   |                            | 5,5  |  |
|  | Cevap yok   | 1  | 0,7                                    |   |                            | 3,5  |  |
|  | Diğer cevaplar  | -  | -                                      | 14,3  | 4                          | -  | 31,7                                       |
|  | Toplam  | 149                                      | 100                                    | 100   | 100                        | 100  | 100  |

**Soru : 3 - b)** Tenis topu aşağı inerken, topun üzerine etkiyen net kuvvetin doğru olarak gösterildiği seçeneği işaretleyiniz?

Tenis topu aşağı inerken net kuvvet; “yukarı doğrudur” yanlış cevabını öğrenciler gerekçe olarak sürtünme kuvvetini, başka gerekçeleri ve hiçbir gerekçe yazmayarak sezgisel olarak seçmişlerdir. Tenis topu aşağı inerken net kuvvet; “aşağı doğrudur”, doğru cevabını 105 öğrenci gerekçe olarak yerçekimi etki eder, 2 öğrenci farklı gerekçeler yazarken, 12 öğrenci de hiçbir gerekçe yazmayarak sezgisel olarak seçmiştir.

Tenis topu aşağı inerken net kuvvet; “sıfırdır/yoktur” yanlış cevabını öğrencilerin “serbest düşme yapar”, farklı gerekçeler yazarak ve sezgisel olarak seçtiklerini görmekteyiz. Tenis topu aşağı inerken net kuvvetle ilgili olarak birinci cevabı (yukarı doğrudur) ve son cevabı (sıfırdır/ yoktur) seçen öğrencilerin net bir düşünceye sahip olmadıkları görülmektedir.

**Tablo 3.4.** Üçüncü sorunun b şikkı için seçilen cevaplar, cevapların gerekçeleri, yapılan tahminler ve daha önce yapılan araştırmaların verileri

| Tenis topu aşağı inerken net kuvvet: | Seçilen Cevapların Gerekçeleri                       | Fizik Öğrencileri (Mevcut çalışma) (149) | Fizik Öğrencileri (Mevcut çalışma) (%) | Edmonton Öğrencileri (Berg & Brouwer, 1991) (%) | Öğrenciler (Osborne, 1982) | Öğretim Elemanları Tahminleri (Mevcut çalışma) (%) | Edmonton Fizik Öğretmenleri Tahminleri (%) |
|--------------------------------------|--|--|--|---|----------------------------|--|--|
| Yukarı doğrudur                      | Sürtünme kuvveti etki eder                           | 5<br>4 1 0 0                             | 3,4                                    |   |                            | 2,5  |  |
|                                      | Diğer gerekçeler                                     | 2<br>0 2 0 0                             | 1,3                                    |   |                            | 2,0  |  |
|                                      | Gerekçesi yazılmamış cevaplar                        | 6<br>2 1 3 0                             | 4,0                                    |   |                            | 4,2  |  |
| Aşağı doğrudur                       | Yerçekimi etki eder                                  | 105<br>43 46 12 4                        | 70,5                                   |   |                            | 61,5   |  |
|                                      | Diğer gerekçeler                                     | 2<br>0 1 1 0                             | 1,3                                    |   |                            | 8,5  |  |
|                                      | Gerekçesi yazılmamış cevaplar                        | 12<br>1 6 4 1                            | 8,0                                    |   |                            | 11,0   |  |
| Sıfırdır / Yoktur                    | Aşağı inerken serbest düşme yapar                    | 7<br>1 4 2 0                             | 4,7                                    |   |                            | 0,5  |  |
|                                      | Diğer gerekçeler (Hava boşluğunda bulunduğundan,...) | 5<br>0 4 1 0                             | 3,4                                    |   |                            | 2,5  |  |
|                                      | Gerekçesi yazılmamış cevaplar                        | 5<br>1 1 2 1                             | 3,4                                    |   |                            | 3,0  |  |
|                                      | Cevap yok  | 0  | 0                                      |   |                            | 4,2  |  |
|                                      | Diğer Cevaplar                                       | -  | -                                      | 14,3  | 4                          | -  | 31,7                                       |
|                                      | Toplam   | 149                                      | 100                                    | 100   | 100                        | 100  | 100  |

**Soru : 3 - c)** Tenis topu maksimum yüksekliğinde iken topa etkiyen net kuvvet hangi seçenekte doğru gösterilmiştir?

Öğrenciler “maksimum yükseklikte net kuvvet sıfırdır/yoktur” cevabını %85,2 gibi yüksek bir oranda seçmişler ve bu cevabı “maksimum yükseklikte hız sıfırdır”, “zirvede net kuvvet sıfırdır” gerekçeleriyle desteklemişlerdir. Araştırmaya katılan öğrencilerin Berg ve Brouwer (1991) araştırması ile tespit edilen üç öğrenci görüşünün birincisinde (Tenis topu sınırlı bir zaman için durur. Dolayısıyla böyle bir durumda topun üzerinde her hangi bir kuvvetin etkili olması beklenmez) oransal olarak fazlaca yoğunlaştıkları görülmektedir.

Bilimsel olmayan cevabı seçen 127 öğrenci içerisindeki 102 öğrencinin “ Tenis topuna maksimum yükseklikte iken etkiyen net kuvvet sıfırdır/yoktur” kavram yanılıgına sahip olduklarını tablo 3.5’deki veriler göstermektedir. Ayrıca öğretim elemanlarının doğru cevabı seçen öğrencileri fazla, kavram yanılıgı olan öğrencileri az yüzdelerle tahmin ettiklerini tablo 3.5.’de görmek mümkündür.

**Tablo 3.5.** Üçüncü sorunun c şıkkı için seçilen cevaplar, cevapların gerekçeleri, yapılan tahminler ve daha önce yapılan araştırmaların verileri

| Tenis topu zirvede iken net kuvvet: | Seçilen Cevapların Gerekçeleri   | Fizik Öğrencileri (Mevcut çalışma) (149) | Fizik Öğrencileri (Mevcut çalışma) (%) | Edmonton Öğrencileri (Berg & Brouwer, 1991) (%) | Öğrenciler (Osborne, 1982) | Öğretim Elemanları Tahminleri (Mevcut çalışma) (%) | Edmonton Fizik Öğretmenleri Tahminleri (%) |
|-------------------------------------|--|--|--|---|----------------------------|--|--|
| Yukarı doğrudur                     | Çocuk topa kuvvet uyguluyor  | 1<br>0 1 0 0 0                           | 0,7                                    |   |                            | 3,0  |  |
|                                     | Gerekçesi yazılmamış cevaplar  | 3<br>0 0 3 0 0                           | 2,0                                    |   |                            | 2,2  |  |
| Aşağı doğrudur                      | Yerçekimi etki eder  | 9<br>5 4 0 0 0                           | 6,0                                    |   |                            | 25,5   |  |
|                                     | Diğer gerekçeler (Son yükseklikte hız sıfırdır,...)                      | 2<br>1 1 0 0 0                           | 1,3                                    |   |                            | 2,8  |  |
|                                     | Gerekçesi yazılmamış cevaplar  | 5<br>0 3 1 1 1                           | 3,4                                    |   |                            | 8,5  |  |
|                                     | Bu cevaba ait öğrencilerin ve öğretmenlerin toplamı                      | 17                                       | 11,4                                   | 10,6  | 16,4                       | 26,7   |  |
| Sıfırdır / Yoktur                   | Zirvede net kuvvet sıfırdır.   | 67<br>28 31 8 0 0                        | 45,0                                   |   |                            | 28,2   |  |
|                                     | Maksimum yükseklikte hız sıfırdır  | 31<br>12 13 5 1 0                        | 20,8                                   |   |                            | 18,5   |  |
|                                     | Diğer gerekçeler (Zirvede yerçekimi ile hız eşit olur, $E_k = E_p$ ....) | 2<br>0 2 0 0 0                           | 1,3                                    |   |                            | -  |  |
|                                     | Gerekçesi yazılmamış cevaplar  | 27<br>7 9 8 3 0                          | 18,1                                   |   |                            | 7,5  |  |
|                                     | Bu cevaba ait öğrencilerin ve öğretmenlerin toplamı                      | 127                                      | 85,2                                   | 76,1  | 51,1                       | 54,2   | 40,1                                       |
| Cevap yok                           | 2  | 1,3                                      |  |   | 3,8                        |  |  |
| Diğer cevaplar                      |  |  |  | 14,3  | 4                          |  | 31,7                                       |
| Toplam                              |  | 149                                      | 100                                    | 100   | 100                        | 100  | 100  |

**Soru : 4)** Bir kişinin başı üzerinde çevirdiği bir ipin ucunda dönen metal bir topun bu dönme sırasında (top A noktasında iken) ip koparsa top nasıl bir yol izler?

Bu soruya verilen cevaplar içerisinde “ip koptuğu anda yerçekiminden dolayı hemen yere düşer”, “aynı yörüngede aynı yönde yarım daire çizerek yere düşer” ve “aynı yörüngede aynı yönde içe doğru dairesel bir yol izler”, “Teğetsel kuvvet ile yarıçap doğrultusunda dışa doğru olan kuvvetin bileşkesi yönünde gider” gibi düşüncelerin olması öğrencilerin dairesel hareketle ilgili ön bilgilerinin farklı düzeylerde olduğunu göstermektedir. Öğretim elemanlarının, öğrencilerde var olmayan alternatif düşünceleri tahmin ederken, var olan alternatif düşünceleri tahmin etmemeleri dikkat çekicidir.

**Tablo 3.6.** Dördüncü soru için verilen cevaplar, yapılan tahminler ve daha önce yapılan araştırmaların verileri

| Öğrenci Cevapları  | Fizik Öğrencileri (Mevcut çalışma) (149) | Fizik Öğrencileri (Mevcut çalışma) (%) | Edmonton Öğrencileri (Berg & Brouwer, 1991) (%) | Öğretim Elemanları Tahminleri (Mevcut çalışma) (%) | Edmonton Fizik Öğretmenleri Tahminleri (%) |
|--|--|--|---|--|--|
| Dışa doğru yarıçap doğrultusunda doğrusal bir yol izler / Radyal olarak dışa doğru         | 11<br>1 8 0 2 0                          | 7,4                                    | 3,8   | 13,0   | 29,0                                       |
| İp koptuğu anda yerçekiminden dolayı hemen yere düşer / Serbest düşme yapar                | 10<br>1 6 2 1 0                          | 6,7                                    | -   | 5,2  | -  |
| Teğetsel kuvvet ile yarıçap doğrultusunda dışa doğru olan kuvvetin bileşkesi yönünde gider | 29<br>11 14 3 1 0                        | 19,5                                   | 13,7  | -  | 9,4  |
| A da sahip olduğu teğetsel hızın yönünde gider   | 50<br>11 27 11 1 0                       | 33,6                                   | 18,6  | 53,8   | 35,6                                       |
| Aynı dairesel yörüngede aynı yönde dönmesine devam eder                                    | 21<br>1 12 6 2 0                         | 14,1                                   | 53,6  | 3,8  | 19,5                                       |
| Aynı yörüngede aynı yönde yarım daire çizerek yere düşer                                   | 11<br>3 7 1 0 0                          | 7,4                                    | -   | 0,5  | -  |
| Aynı yörüngede aynı yönde içe doğru dairesel bir yol izler                                 | 4<br>0 2 2 0 0                           | 2,7                                    | -   | 1,2  | -  |
| A noktası, başlangıç noktası olacak şekilde eğik atış yapar                                | 0<br>0 0 0 0 0                           | -                                      | -   | 9,0  | -  |
| Diğer Cevaplar   | 4<br>1 2 1 0 0                           | 2,7                                    | 10,4  | 3,2  | 6,5  |
| Cevap yok  | 9  | 6,0                                    | -   | 10,2   | -  |
| Toplam   | 149                                      | 100                                    | 100   | 100  | 100  |

**Soru : 5)** Bir sarkaç soldan-sağa salınım hareketi yaparken aşağıdaki hangi diyagram sarkaç üzerinde etkili olan kuvvetleri en iyi göstermektedir?

Sarkaç sorusunu cevaplayan 136 öğrencinin 43'ü hiçbir gerekçe yazmadan cevabını sezgisel olarak seçmiştir. "Eğer bir nesne hareket ediyorsa bu nesne üzerinde hareket yönünde etkili olan bir kuvvet vardır" düşüncesi (yanılgısı) araştırmamıza katılan öğrencilerin de sahip olduğu bir alternatif düşüncedir. Öğrencilerin %57'si, "hareket kuvvetin yönünde olur" görüşünü destekleyen ya C (44 öğrenci) ya da D (41 öğrenci) cevabını seçmişlerdir. Bu iki cevabı seçen toplam 85 öğrencinin 18'i kesinlikle emin, 37'si ise emin olduklarını belirtmişlerdir. Bu durumda 55 öğrencinin "hareket kuvvet yönünde olur" kavram yanılgısına sahip olduğunu söylemek mümkündür. Öğretim elemanlarının sarkaç sorusu için öğrencilerin düşüncelerini tahmin etmede başarılı oldukları tablo 3.7.'de görülmektedir.

**Tablo 3.7.** Beşinci soru için seçilen cevaplar, cevapların gerekçeleri ve yapılan tahminler

| Seçilen Cevaplar | Seçilen Cevapların Gerekçeleri  | Fizik Öğrencileri (149)                     | Fizik Öğrencileri (%) | Öğretim Elemanları Tahminleri (%) |
|------------------|---|---|-----------------------|-----------------------------------|
| A                | Sarkacın ağırlığı ile salınım kuvveti etki eder   | 6<br>0   6   0   0                          | 4,0                   | 4,2                               |
|                  | Diğer gerekçeler (Sarkaca etkileyen kuvvetler dışı doğru olur,...)                        | 3<br>1   2   0   0                          | 2,0                   | 3,0                               |
|                  | Gerekçesi yazılmamış cevaplar   | 4<br>1   0   3   0                          | 2,7                   | 0,2                               |
| B                | Sarkacın ağırlığı ile ipteye oluşan tepki kuvveti etki eder                               | 27<br>6   16   4   1                        | 18,1                  | 21,0                              |
|                  | Diğer gerekçeler (Denge konuları, sürtünme kuvveti,...)                                   | 2<br>1   0   1   0                          | 1,3                   | -                                 |
|                  | Gerekçesi yazılmamış cevaplar   | 9<br>0   3   6   0                          | 6,0                   | 2,2                               |
| C                | Sarkaca, sarkacın ağırlığı ve onun bileşenleri etki eder                                  | 10<br>3   6   1   0                         | 6,7                   | 26,1                              |
|                  | Bulunduğu noktada etkileyen kuvvetler böyle olur / En uygun şekil                         | 10<br>1   5   4   0                         | 6,7                   | -                                 |
|                  | Diğer gerekçeler (Sürekli salınım hareketi yapması için,...)                              | 7<br>2   4   0   1                          | 4,7                   | -                                 |
|                  | Gerekçesi yazılmamış cevaplar.  | 17<br>2   4   10   1                        | 11,4                  | 3,8                               |
| D                | Sarkaca, sarkacın ağırlığı, ipteye oluşan gerilme kuvveti ve onların bileşkesi etki eder. | 25<br>9   9   6   1                         | 16,8                  | 24,5                              |
|                  | Diğer gerekçeler (Bir ucu sabit olduğu için sağa-sola hareket eder,...)                   | 3<br>0   3   0   0                          | 2,0                   | 6,0                               |
|                  | Gerekçesi yazılmamış cevaplar   | 13<br>1   6   5   1                         | 8,7                   | 1,8                               |
|                  | Bu cevapların dağılımının cevabın A olduğu  | 10<br>1   1   1   1   1   1   1   1   1   1 |                       |                                   |
| Cevap yok        |   | 13  | 8,7                   | 7,2                               |
| Toplam           |   | 149   | 100                   | 100                               |

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmacılar (Gunstone ve Watts, 1985) öğrencilerin mekanikle ilgili ön düşüncelerini değiştirmenin diğer bilim alanlarıyla ilgili düşüncelerini değiştirmekten daha zor olduğunu ileri sürmektedirler. Bu nedenle araştırmacılar öğretmenlerin sadece bilimsel bilgileri açıklayarak aktarma çabalarının öğrencilerin alternatif düşüncelerini değiştirmeye yetmeyebileceğini dile getirmektedirler. Çoğu zaman öğrencilerden, bilgilerini kavramsallaştırma yeteneklerinin çok üstündeki konuları öğrenmeleri beklenir. Bu durum, öğrenciler için konuların karmaşık bir hal almasına ve bunun sonucunda da öğrencilerin kavramları zihinlerinde yanlış yapılandırmalarına sebep olmaktadır. Bu yüzden; öğ-



rencilere yeteneklerinin üzerinde konuları dayatmak yerine, öğrencilerin ilk bilgilerini tanımak ve verecek yeni bilimsel bilgileri bu ilk bilgilerin dikkate alınmasıyla belirlenen bir öğretim stratejisiyle vermek daha kalıcı olacaktır.

Tenis topuna maksimum yükseklikte etkiyen kuvvet sıfırdır(yoktur), masada duran cisme sadece ağırlığı etki eder, sadece canlı cisimler kuvvet uygular, pasif olanlar (masa, yer,...) kuvvet uygulamaz (tablo 4.1) gibi bulgular araştırmamıza katılan öğrencilerin ilk bilgileri ve zihinlerinde yapılandırıldıkları yanlış kavramlar nedeniyle ne kadar farklı düzeylerde olduklarını göstermektedir. Sınıfta farklı düzeylerde öğrencilerin bulunması bütün öğrencilerin aynı hızla öğrenmeyecekleri anlamına gelmektedir (Piaget'in zihinsel gelişme teorisine göre).

Araştırmada elde edilen bulgulara göre fizik veya fizik öğretmenliği programlarında üniversite öğrenimi yapmak isteyen öğrencilerin kuvvet ve hareket konusunda sahip oldukları bazı kavram yanlışları tablo 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Araştırmaya katılan öğrencilerin kuvvet ve hareket konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarına ait örnekler

| Soru | Kavram                  | Kavram Yanılgısı  | Oğrenci Sayısı ve Yüzdesi |
|------|-------------------------|---|---------------------------|
| 1    | Denge                   | Masada duran cisme sadece ağırlığı etki eder  | 22 14,8                   |
| 1    | Denge                   | Sadece canlı cisimler kuvvet uygular, pasif olanlar (masa, yer,...) kuvvet uygulamaz    | 32 21,4                   |
| 1    | Denge                   | Duran cisme sadece atmosfer basıncı etki eder   | 4 2,7                     |
| 1    | Denge                   | Masa üzerinde duran bir cisme hangi kuvvetlerin etki ettiği tam olarak bilinmemektedir  | 37 24,8                   |
| 2    | Kuvvet-Hareket          | Sürtünme kuvveti, kuvvet olarak düşünülmemektedir                                       | 27 18,1                   |
| 2    | Kuvvet-Hareket          | Sadece canlı cisimler kuvvet uygular, pasif olanlar (sandık,masa) kuvvet uygulamaz.     | 19 12,8                   |
| 2    | Kuvvet-Hareket          | Cisim yol almıyorsa etkiyen kuvvet de yoktur  | 6 4,0                     |
| 3/a  | Kuvvet-Hareket          | Net kuvvet daima hareket yönünde olur   | 63 42,3                   |
| 3/b  | Kuvvet-Hareket          | Tenis topu aşağı inerken topa etkiyen kuvvet sıfırdır                                   | 11 7,4                    |
| 3/b  | Kuvvet-Hareket          | Serbest düşme yapan cisme etkiyen kuvvet sıfırdır                                       | 5 3,4                     |
| 3/c  | Kuvvet-Hareket          | Tenis topuna maksimum yükseklikte etkiyen kuvvet sıfırdır/yoktur                        | 102 68,4                  |
| 4    | Dairesel Hareket-Kuvvet | İp koptuğu anda cisim serbest düşme yapar   | 7 4,7                     |
| 4    | Dairesel Hareket-Kuvvet | İp koptuğu anda cisim dışa doğru yarıçap doğrultusunda doğrusal bir yol izler           | 9 6,0                     |
| 4    | Dairesel Hareket-Kuvvet | Aynı yörüngede, aynı yönde; içe doğru dairesel bir yol izler                            | 2 1,3                     |
| 4    | Dairesel Hareket-Kuvvet | Aynı yörüngede, aynı yönde; yarım daire çizerek yere düşer                              | 10 6,7                    |
| 4    | Dairesel Hareket-Kuvvet | Teğetsel hız ile yarıçap doğrultusunda dışa doğru olan kuvvetin bileşkesi yönünde gider | 25 16,8                   |
| 4    | Dairesel Hareket-Kuvvet | Aynı dairesel yörüngede, aynı yönde; dönmesine devam eder                               | 13 8,7                    |
| 5    | Basit Sarkaç            | Sarkaca, sarkacın ağırlığı ve onun bileşenleri etki eder                                | 9 6,0                     |
| 5    | Basit Sarkaç            | Sarkaca, sarkacın ağırlığı ile salınım kuvveti etki eder                                | 6 4,0                     |
| 5    | Basit Sarkaç            | Hareket kuvvet yönünde olur   | 55 36,9                   |
| 5    | Basit Sarkaç            | Sarkacın bir ucu sabit olduğu için sağa-sola hareket eder                               | 3 2,0                     |

Öğrencilerde kuvvet ve hareketle ilgili mevcut olan kavram yanlışlarının giderilmesi sürecinde aşağıdaki önerilerin yararlı olacağı düşünülmektedir.

- Her şeyden önce, öğretmenlerin, öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki sezgisel bilgilerinin farkında olmaları, yanlış kavramların tespitinin faydasına ve önemine inanmaları oldukça önemlidir. Öğretmenlerin, öğrencilere bir ön test uygulayarak, öğrencilerin bu konular hakkında sahip oldukları yanlış kavramların neler olduğunu ortaya çıkarmaları gerekmektedir.
- Bilginin, öğretmenden öğrenciye iletilmesini, bir sürahidenden boş bir bardağa su dökülmesine benzeten "hidrolik öğrenme modeli" uygun değildir. Çünkü öğrencilerin bilim derslerini almadan önce de kuvvet ve hareket konusunda bilgi ve düşünceleri vardır ve bu durumun öğrencilerin bir konuyu ifade edemedikleri zamanlarda dahi mevcut olduğu unutulmamalıdır.
- Öğrencilerin kendi görüşleri ile çeliştiği görülen bilimsel bilgi ve gözlemler hakkında tartışma yapmaları ve düşünmeleri sağlanmalıdır. Tartışmaların, farklı görüşlerin kabul edildiği, bu görüşlerin irdelendiği ve karşı çıkılmasının desteklendiği bir sınıf atmosferinde meydana gelmesi daha faydalı olacaktır. Tartışmayı ve itiraz etmeyi desteklemek için bir tartışma ortamı ha-

zırlanabilir. Öğrencilerden bazı olayların sonuçlarını tahmin etmeleri istenerek tahminlerin sonucunda iki gruptaki öğrenciler birbirlerini ikna etmeye çalışırken istenen sınıf atmosferi oluşturulabilir.

- “Mekanığın kesin matematiksel formülleri” öğretimin tek hedefi olarak düşünüldüğünde kavramların anlaşılmasının yerini genelde formülün ezbere öğrenilmesi alır. Bunu önlemenin yollarından biri mekaniği sayılardan uzak öğretmektir. Hiç olmazsa öğretim sürecinin ilk aşamalarında bu sayılardan uzak öğretme mutlaka yapılmalıdır.
- Öğrencilerin derse başlarken sahip oldukları düşünceler oldukça katıdır. Öğrencilerin kendi görüşlerini anlamaları, sınamaları, alternatif görüşleri değerlendirmeleri ve çatışmaları uzlaştırma ile sonuçlandırmaları için zaman gerekeceği unutulmamalıdır. Yeni düşünceler verirken, yeni düşüncelerin anlaşılabilir, mantıklı ve yararlı olmasına özen gösterilmelidir.
- Hazır ve bilinen laboratuvar malzemelerinden ziyade günlük karşılaşılan nesnelerin kullanılması anlatılan bilimsel düşüncelerin günlük hayattaki olaylarla ilişkilendirilmesini ve yeni bilgilerin, yeni kavramların, pekiştirilmesini sağlayacaktır.
- Yapılan araştırmalarda, kavram haritalarının öğrencilerde etkili ve kalıcı öğrenmeler oluşturduğuna ve başarıyı artırdığına dair bulgular elde edildiğinden, kavram ağları, anlam çözümleme tabloları ve kavram haritaları gibi araçlarla öğrencileri aktif kılan anlamlı öğrenmeyi sağlayan öğretim stratejileri kullanılmalıdır.
- Öğrencilerin sezgilerinin, düşüncelerinin, iyi seçilen örneklerin ve yanlış kavramlara neden olmayan bir dilin kullanıldığı müfredatlar ve ders kitapları hazırlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Anderson, B., (1986). The experiential gestalt of causation: A Common core to pupils' preconceptions in science. European Journal of Science Education, 8 (2), 155-171.
- Arons, A., (1981). Thinking, reasoning and understanding in introductory physics courses. Physics Teacher, 166-172.
- Ausubel, D., (1968). Educational psychology. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- 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.
- Cevizci, A., (2000). Felsefe terimleri sözlüğü. İstanbul: Paradigma Yayınları.
- Champagne, A., Gunstone, R., Klopfer, L., (1983). Naive knowledge and science learning. Research in Science and Technological Education, 1 (2), 173-183.
- Driver, R., (1981). Pupils' alternate frame works in science. European Journal of Science Education, 3 (1), 93-101.
- Erickson, G., (1979). Children's conceptions of heat and temperature. Science Education, 63 (2), 221-230.
- Eryılmaz, A., Sürmeli, E., (2002). Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara.
- Gilbert, J., Watts, D., (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. Studies in Science Education, 65, 291-299.
- Gunstone, R., Watts, M., (1985). Force and motion. In R. Driver, E. Guesene and A. Tiberghien (eds), Children's ideas In Science. Philadelphia: Milton Keynes, Open University Pres.
- Hashweh, M., (1988). Descriptive studies of students' conceptions in science. Journal of Research in Teaching, 25 (2), 121-134.
- Osborne, R., (1982). Science education: Where do we start? Australian Science Teachers Journal, 28 (1), 21-30.
- Osborne, R., Bell, B., Gilbert, J., (1983). Science teaching and children's ideas of the world. European journal of Science Education, 5 (1), 1-14.
- Osborne, R., Freyberg, P., (1995). Learning in science. Hong Kong: Heineman.
- Osborne, R., Gilbert, J., (1980). A technique for exploring students' views of the world. Physics Education, 15, 376-379.
- Pope, M., Gilbert, J., (1983). Explanation and metaphor in: Some empirical questions in science education? European Journal of Science Education, 5 (3), 249-261.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., Gertzog, W., (1982). Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. Science Education, 66 (2), 211-227.
- Stepans, J., Beiswenger, R., Dyche, S., (1970). Misconceptions die hard. The Science Teacher, 37, 65-69.
- Watts, D., (1983). A Study of school children's alternative frameworks of the concept of force. European Journal of Science Teaching, 5 (2), 217-230.