

## ENERJİ KAVRAMININ FARKLI ÖĞRENİM SEVİYELERİNDE ÖĞRENİLME DURUMUNUN ARAŞTIRILMASI<sup>1</sup>

Ufuk TÖMAN<sup>2</sup>, Sabiha ODABAŞI ÇİMER<sup>3</sup>

### Özet

*Bu araştırmanın amacı, ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeylerini ve mevcut kavram yanlışlarını belirlemektir. Bu çalışmada gelişimci araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem dahilinde veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan testte yazılı cevap gerektiren sorulara yer verilmiştir. Test ilköğretimden 35, ortaöğretimden 35 ve üniversiteden 25 öğrenci olmak üzere 95 öğrenciye uygulanmıştır. Ayrıca, toplam 15 öğrenciyle mülakatlar yapılmıştır. Test ve mülakatlardan elde edilen veriler enerji kavramıyla ilgili anlamaların farklı kategorilerde olduğunu göstermiştir. Araştırma sonucunda enerji kavramının her üç öğrenim seviyedeki öğrenciler tarafından da yeterince anlaşılamadığı görülmüştür. Ayrıca, tüm öğrenim seviyelerinde bu kavramla ilgili kavram yanlışları tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına dayanarak ilköğretimden itibaren enerji kavramının, öğrenim düzeyleri göz önüne alınarak ve süreklilik arz edecek şekilde planlanarak öğretim programlarına uyarlanması önerilmektedir.*

**Anahtar kelimeler:** Enerji Kavramı, Anlama Düzeyleri, Kavram Yanlışları.

<sup>1</sup> Bu çalışma, Ufuk TÖMAN'ın 17 Haziran 2011 tarihinde kabul edilen Yüksek Lisans tez çalışmasına dayanmaktadır.

<sup>2</sup> Öğr. Gör., Bayburt Üniversitesi Bayburt Eğitim Fakültesi / Bayburt / utoman@bayburt.edu.tr

<sup>3</sup> Yard. Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi / Trabzon sabihaodabasi@gmail.com.tr

## AN INVESTIGATION INTO THE CONCEPTIONS OF ENERGY AT DIFFERENT EDUCATIONAL LEVELS

### Abstract

*This paper describes an investigation of the conceptions and misconceptions of energy held by students at primary and secondary schools and student teachers at a faculty of education. The study employed developmental research methodology. In order to collect the data, both a conceptual understanding test and semi-structured interviews were used. Before the main study, a pilot study was conducted with 45 students, thereby, some revisions could be done to improve the test's quality. A total of 95 students (35 from primary, 35 from secondary and 25 from university) responded to the test, which consisted of questions that require written answers. In addition, interviews were conducted with 15 students in total. The data from the test and interviews showed that the concept of energy was not fully understood by the students. Misconceptions have been determined at all levels of education. Implications for curriculum and school education are drawn from the results.*

**Key Words:** *Concept of Energy, Understanding Levels, Misconceptions.*

### 1. GİRİŞ

Temel fen kavramları, daha ilerideki fen konularının anlamlandırılmasında bir basamak veya kilometre taşı rolüne sahiptir. Bu yüzden, iyi bir fen eğitimi için bu kavramların ilk ve orta öğretim sürecinde doğru ve anlamlı bir şekilde öğretilmesi son derece önemlidir (Köse, Ayas ve Taş, 2003). Doğru bir şekilde öğrenilmeden geçilen kavramlar veya bilgiler, bireylerin hem daha sonraki öğrenim hayatlarını etkilemekte, hem de günlük ve mesleki yaşantılarında çok daha büyük anlama ve kavrama problemleriyle karşı karşıya gelmelerine neden olmaktadır (Schulte, 2001). Öğrencilerin kavram yanlışlarını, genellikle sınıfa gelmeden önce ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları farklı türden olayları analiz ederek oluşturdukları, bunların ise daha sonraki öğrenmelerini olumsuz şekilde etkilediği ifade edilmektedir (Palmer, 1999 ve 2001; Yılmaz, Tekkaya, Geban ve Özden, 1999).

İlköğretim ve ortaöğretim programları içerisinde yer alan temel ve önemli kavramlardan birisi "Enerji"dir. Enerji, farklı disiplinler arası bir kavramdır ve fen bilimlerinde birçok kavramla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilidir. Enerji pek çok bilim dalı tarafından kullanılan ortak, disiplinler arası bir konu olduğundan, hem fiziksel hem kimyasal hem de biyolojik boyutlarıyla ele alınmalıdır (Gürdal, Bayram ve Şahin, 1999; Konuk ve Kılıç, 1998; Özmen, Dumanoglu ve Ayas, 2000).

Yapılan çalışmalar daha çok bir alan ile ilgili olarak enerji kavramını incelemekte ve sadece belli bir öğrenim seviyelerine hitap etmektedir. Enerji kavramıyla ilgili farklı öğrenim seviyelerinde meydana gelen kavramsal değişimi incelemeye yönelik çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışmada, enerji kavramında öğrenim seviyesine bağlı olarak meydana gelen değişimlerin bir bütün halinde incelenmesiyle enerji kavramının çerçevesi daha iyi belirlenecektir. Ayrıca bir bütün oluşturularak öğrencilerin, enerji kavramını algılama biçimleri ve buna bağlı olası kavram yanlışları belirlenmiş olacaktır. Bu çalışmanın, enerji kavramının öğretim programlarına yeniden uyarlanmasına ve söz konusu kavramın öğretimine ilişkin katkı sağlayacağı

düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinde enerji kavramının anlama düzeylerini belirlemek ve bu seviyeler arasındaki kavramsal değişimi ortaya koymaktır.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada, farklı öğrenim seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramı hakkındaki öğrenim düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak betimsel araştırmalardan gelişimci araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma, enerji kavramının öğrenim düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak bir örnekleme uzun süre çalışılarak gelişim düzeyinin ortaya çıkarılması yerine, örneklemin takip edeceği ona eşdeğer olabilecek örneklem üzerinde aynı zamanda devam edilmiş çalışmalardan oluşmaktadır (Çepni, 2009). Bu yolla, çalışmayı tamamlamak için aynı örnekleme takip etmek yerine, farklı yaş gruplarındaki örneklemlemlerle çalışılarak araştırma en erken sürede tamamlanmıştır. Bu özellikleri göz önüne alındığında çalışma, gelişimci araştırma yöntemi içinde enlemesine yapılmış bir çalışma özelliği taşımaktadır.

Bu araştırma, Trabzon il merkezinde bulunan bir ilköğretim okulu, bir lise ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini, ilköğretim okulu ve lisenin rastgele seçilen birer son sınıftaki öğrencilerle, Fatih Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı son sınıftaki öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğrenci sayıları ve cinsiyete göre dağılımları Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Araştırmanın Örneklemi

<i>Öğrenim Seviyesi</i>	<i>Cinsiyet</i>		<i>Toplam</i>
	<i>Kız</i>	<i>Erkek</i>	
<i>İlköğretim</i>	21	15	35
<i>Ortaöğretim</i>	19	16	35
<i>Üniversite</i>	17	8	25

### 2.1. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi ve bireysel tarzda yapılmış olan mülakat kullanılmıştır. Bu veri toplama araçlarına ait özellikler aşağıda belirtilmiştir.

#### 2.1.1. Kavramsal Anlama Testi

Enerji kavramına yönelik olarak sorulan 3 tane açık uçlu soru ve 1 tane iki aşamalı test sorusunu içermektedir. Test verilerinden elde edilen bulgular verilirken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmaların açılımı aşağıda verilmiştir. Örneğin, Tİ-1; “Teste cevap veren ilköğretim öğrencilerinden birinci öğrenciyi simgelemektedir” şeklindedir.

T: Test, İ: İlköğretim son sınıf öğrencisi, O: Ortaöğretim son sınıf öğrencisi, Ü: Üniversite son sınıf öğrencisi, 1: Birinci öğrenci, 2: İkinci öğrenci, 3: Üçüncü öğrenci, 4: Dördüncü öğrenci, 5: Beşinci öğrenci

Bunların yanında, test soruları belirlenirken, Boyes ve Stanisstreet (1990), Köse ve ark. (2006) ve Yürümezoğlu ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmalardan da yararlanılmıştır.

Böylece bu çalışmalarda kullanılan test sorularının güvenilirliğinin sağlandığı düşünülmüştür. Bunun yanı sıra test sorularının geçerliliği; uzman görüşleri, ilgili literatür ve pilot çalışmadan yararlanılarak sağlanmıştır.

### 2.1.2. Mülakatlar

Yarı yapılandırılmış mülakatın uygulandığı bu çalışmada mülakatlar bireysel olarak yürütülmüştür. Mülakatlar araştırmacı tarafından belirlenen kriterlere uygun olarak, her bir öğrenim düzeyinden 5 öğrenci olmak üzere öğretmenler tarafından seçilen toplam 15 öğrenci ile yürütülmüştür ve her mülakat yaklaşık 45-50 dakika sürmüştür.

Mülakat verilerinden elde edilen bulgular sunulurken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmaların açılımı aşağıda verilmiştir. Örneğin, Mİ-1; “mülakat yapılan ilköğretim öğrencilerinden birinci öğrenciyi simgelemektedir” şeklindedir.

A: Araştırmacı (Mülakatçı), M: Mülakat, İ: İlköğretim son sınıf öğrencisi, O: Ortaöğretim son sınıf öğrencisi, Ü: Üniversite son sınıf öğrencisi, 1: Birinci öğrenci, 2: İkinci öğrenci, 3: Üçüncü öğrenci, 4: Dördüncü öğrenci, 5: Beşinci öğrenci

### 2.2. Verilerin Analizi

Öğrencilerin araştırılan kavramla ilgili anlama seviyelerini tespit etmek için kullanılan testten ve mülakatlardan elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğine dair bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### 2.2.1. Kavramsal Anlama Testi

Bu çalışmada açık uçlu sorulardan oluşan testin değerlendirilmesi için Abraham ve diğerleri (1992) tarafından belirlenen anlama seviyesi kategorileri kullanılmıştır. Tablo 2'de bu kategoriler ve içerikleri gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Testte Yer Alan Soruları Analiz Etmede Kullanılan Kategoriler ve İçerikleri

<i>Anlama Düzeyleri</i>	<i>Puanlama Kriterleri</i>
<i>Tam Anlama</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar</li> </ul>
<i>Kısmi Anlama</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar</li> </ul>
<i>Özel Kavram Yanılgısıyla Kısmi Anlama</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kavramın kısmen anlaşıldığını gösteren fakat aynı zamanda bir kavram yanılgısını da içeren cevaplar</li> </ul>
<i>Kavram Yanılgısı</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bilimsel olarak yanlış olan cevaplar</li> </ul>
<i>Anlamama</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Boş bırakma, “bilmi yorum”, “anlamadım” benzeri ifadeler içeren cevaplar;</li> <li>Soruyu aynen tekrarlama,</li> <li>İlgisiz ya da açık olmayan cevaplar</li> </ul>

Analiz sırasında öğrencilerin teste verdikleri cevapların bu kategorilere göre dağılımları yüzde olarak belirlenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

### 2.2.2. Mülakatlar

Bu çalışmada, öğrencilerin ana sorular etrafında verdikleri cevapların benzerliklerine göre gruplandırılması şeklinde analiz yapılmasına karar verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin sorularla ilişkili olarak verdikleri cevaplar arasından seçilen özgün cevaplar, örnek teşkil etmesi açısından doğrudan sunulmuştur.

## 3. BULGULAR

Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeylerini tespit etmek, muhtemel kavram yanlışlarını belirlemek ve bu seviyeler arasındaki kavramsal değişimi ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmada, test ve mülakatla toplanan verilerin analizinden elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

### 3.1. Testten Elde Edilen Bulgular

Enerji kavramıyla ilgili olarak ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin anlama düzeyleri hazırlanan testle belirlenmiştir. Testte sorulan enerji kavramıyla ilgili farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin anlama düzeylerine ilişkin bulgular aşağıda sunulmuştur.

#### 3.1.1. Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri

Uygulanan testin dört sorusu ile öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin enerji kavramını anlama düzeyleri Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3.** Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri (%)

Soru No	Tam anlama			Kısmi anlama			Özel Kavram Yanılgısı İle Kısmi Anlama			Kavram Yanılgısı			Anlamama		
	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü
1	23	34	68	17	23	20	20	11	8	23	26	0	17	6	4
2	17	46	28	40	26	40	9	6	16	28	6	4	6	16	12
3	9	26	20	60	4	32	14	3	4	3	3	4	14	14	40
4	6	17	20	43	26	20	37	51	36	8	3	20	6	3	4
<b>Ort.</b>	<b>14</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>15</b>

İ: ilköğretim (n=35) O: ortaöğretim (n=35) Ü: üniversite (n=25)

Öğrencilere uygulanan testin birinci sorusunda enerjinin tanımı sorulmuştur ve Tablo 3' ten de görüldüğü gibi, öğrencilerin bu soruyla ilgili tam anlama kategorisindeki cevap yüzdelerinde üniversite öğrencilerinin diğer öğrenim seviyesindeki öğrencilerden belirgin bir farkla üstün olduğu belirlenmiştir (% 68). Diğer öğrenim seviyelerinde ise

daha düşük tam anlama tespit edilmiştir. Her üç düzeyde de tam anlama gösteren öğrenciler enerjiyi 'iş yapabilme yeteneği' olarak tanımlamışlardır. Ancak, ilköğretimden üniversite düzeyine yükseldikçe tanımlarda detayın arttığı görülmüştür. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi; “Enerji iş yapabilme yeteneğine denir, (Tİ-4)” şeklinde tanımlarken, bir ortaöğretim öğrencisi, “Maddenin hızından, durumundan, konumundan vb sahip olduğu ve iş yapabilmek için kullanabileceği dönüşümlü olan birikimdir, (TO-10)” bir üniversite öğrencisi ise, “İş yapabilme yeteneğidir. Kinetik, potansiyel gibi çeşitleri vardır, (TÜ-6)” şeklinde tanımlamıştır.

Kısmi anlama seviyesindeki öğrenci cevap yüzdeleri ise, artan öğrenim seviyesine göre hemen hemen yakın oranlarda tespit edilmiştir. Kısmi anlama kategorisinde öğrenciler enerji kavramını enerji türlerinden yola çıkarak ifade etmeye çalışmışlardır. Tanımlarda, ilköğretimden üniversite seviyesine doğru gidildikçe detay artmıştır. Ayrıca, ilköğretim öğrencilerinin tanımları daha çok kavramın günlük hayatta kullanımı ile bağlantılı iken, üniversite seviyesinde daha çok derste verilen bilgileri yansıtan tanımlar sunulmuştur. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi; “Isı, ışık, hareket, elektrik, ses gibi şeylerdir, (Tİ-9)” şeklinde tanımlarken, bir ortaöğretim öğrencisi; “Birçok çeşidi olan tepkimelerin başlaması veya bir şey yapmak için gerekli olan şey, enerji her şeydir, (TO-14)” ifadesini kullanmıştır. Bir üniversite öğrencisi ise; “Bir maddenin o an için sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjidir, (TÜ-11)” şeklinde cevap vermiştir.

Özel kavram yanlışlığıyla kısmi anlama kategorisinde en yüksek oranın ilköğretim son sınıf öğrencilerinde (% 20) olduğu ortaya çıkmıştır. İlköğretimi sırasıyla ortaöğretim (% 11) ve üniversite (% 8) öğrencileri takip etmiştir. Özel kavram yanlışlığıyla kısmi anlama gösteren öğrenciler, çoğunlukla enerjiyi “güç” kavramı ile ilişkilendirmişlerdir. Bu durum her üç öğrenim seviyesinde de görülmüştür. Bir ilköğretim öğrencisi için; “Varlıkların yaşamlarını sürdürebilmesi için ve cansız cisimlerde meydana gelen hareket ve maddeler sayesinde oluşan güçtür, (Tİ-5)” bir ortaöğretim öğrencisi için; “Bir olgunun başlatılabilmesi veya devam ettirilebilmesi için gereken güçtür, (TO-16)” bir üniversite öğrencisi içinde; “Maddenin içinde var olan ya da maddeye sonradan kazandırılan iş yapabilme gücüdür, (TÜ-13)” şeklindeki cevaplar örnek olarak verilebilir. Kavram yanlışlığı kategorisinde ise, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri hemen hemen yakın oranlara sahip iken, üniversite öğrencilerinde enerji kavramının tanımı ile ilgili olarak kavram yanlışlığına rastlanılmamıştır. Hem ilköğretim hem de ortaöğretim öğrencileri enerji kavramını güç kavramı ile açıklamışlardır. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi enerjiyi 'güç birikimi, (Tİ-16)' olarak tanımlarken, bir ortaöğretim öğrencisi 'güç patlamasıdır, (TO-21)' şeklinde ifade etmiştir. En son kategori olan anlamama kategorisi içinse öğrenci cevap yüzdelerine bakıldığında en yüksek oranın ilköğretim öğrencilerinde olduğu görülmektedir (% 17). Bu oranı sırasıyla ortaöğretim son sınıf (% 6) ve üniversite son sınıf öğrencileri (% 4) izlemektedir.

Enerji varlığının anlaşılmasına yönelik olarak sorulmuş olan 2. ve 3. sorularda alınan cevaplar birbirine paraleldir. Tablo 3' ten görüldüğü gibi, bu konu ile ilgili olarak çoğunlukla ortaöğretim öğrencileri tam anlama gösterirken, üniversite ve ilköğretim öğrencileri çoğunlukla kısmi anlama göstermişlerdir. Ayrıca, tam anlama kategorisine uygun cevap veren farklı seviyelerdeki öğrencilerin cevapları incelendiğinde, ortaöğretim öğrencilerinin daha detaylı cevaplar verdikleri görülmüştür. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi; “Evet (her şeyin enerjisi) vardır hareket halinde olanların kinetik, duranların ise potansiyel enerjisi vardır, (Tİ-19)” derken; bir ortaöğretim öğrencisi; “Her şeyin enerjisi vardır.

Yeryüzündeki her şey konumu, yapısı, eylemi ile enerjiye sahip olur. Cansızların atomik yapısı enerji oluşumuna kanıttır. Canlılar ise yaşamını devam ettirebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar, (TO-21)” şeklinde cevap vermiştir. Bir üniversite öğrencisi de benzer şekildeki düşüncesini; “Bazı maddeler durur fakat potansiyel enerjisi vardır, bazı maddeler ise hareketlidir ve kinetik enerjisi vardır, (TÜ-17)” şeklinde açıklamıştır.

Kısmi anlama, yukarıda belirtildiği gibi çoğunlukla ilköğretim ve üniversite öğrencilerinde görülmüştür. Kısmi anlama gösteren her üç düzeydeki öğrencilerin cevapları enerji türlerine yönelik ifadeler içermektedir. Aşağıdaki bir ilköğretim öğrencisinin cevabı diğer cevapları örnekler niteliktedir; “(Enerjinin varlığını) ısı hissettiğimizde, ısı, ısı ve hareket eden bir cisim gördüğümüzde anlayabiliriz, (Tİ-7)”.

Enerjinin varlığı ile ilgili özel kavram yanlışlığıyla kısmi anlama en az ortaöğretim seviyesinde görülmüştür. İlköğretim ve üniversite öğrencilerinde bu oranlar nispeten daha yüksektir. Özel kavram yanlışlığı ile birlikte kısmi anlama ve kavram yanlışlığına cevap veren öğrenciler, canlı ve cansız varlıklardan yola çıkarak bazı cevaplar vermişlerdir. İlköğretim öğrencilerinin doğru tanımlarının yanında, hareket sonucu enerji kazanıldığını belirtmeleri özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlamaya sahip olduklarını göstermektedir. Buna örnek olarak, bir ilköğretim öğrencisinin; “Evet (doğadaki her şeyin enerjisi) vardır. İnsanlar hareket yaparak bir enerji kazanır, bitkiler fotosentez yaparak enerji üretebilir, (Tİ-22)” şeklindeki cevabı verilebilir. Ortaöğretim öğrencilerinin ise daha derinlemesine ve bilimsel bilgiyi ön planda tutan ifadelerin yanında enerji ve gücü aynı kavramlarmış gibi ifade etmeleri bu kategoride değerlendirilmelerine neden olmuştur. Bu duruma örnek olarak, bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(doğadaki her şeyin enerjisi) Vardır, çünkü her maddenin küçük yapıtaşları vardır, bunların bir arada kalmasını ve durumunu devam ettirmesini sağlayan güçtür, (TO-25)” cevabı verilebilir. Üniversite öğrencilerinin ise, canlı varlıkların enerji harcadığından yola çıkarak, cansızların bir kısmında enerji olmadığını ifade etmeleri, bu öğrencilerde de özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama olduğunu ortaya çıkarmıştır. En bariz örnek bir üniversite öğrencisinin; “Canlı varlıkların hepsi, cansız varlıkların ise bir kısmının (enerjisi) vardır. Canlı varlıklar enerjiye sahiptirler, sonuçta tüm canlı varlıklar yaşamlarını devam ettirebilmek için bir enerji sarf ederler, (TÜ-21)” şeklindeki cevabıdır.

Kavram yanlışlığı daha çok ilköğretim öğrencilerinde görülmektedir. Orta öğretim ve üniversite öğrencilerinde ise, ilköğretime göre daha az oranda kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. İlköğretim ve üniversite öğrencilerinin, günlük hayatta çok sık kullandıkları 'dinamik olmak ve yemek yeme' gibi ifadeleri ve bu ifadeleri enerjiyle ilişkilendirmeleri, bu öğrencilerde kavram yanlışlıklarını ortaya çıkarmıştır. Bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Mesela insan kendini dinamik hissetmesi, o enerjisinin tam olmasından gelir, (Tİ-23)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(enerjinin varlığını) Yemek yediğimde canlılık kazanırım, bundan anlarım, (TÜ-20)” şeklindeki cevapları durumu destekler niteliktedir. Orta öğretim öğrencilerinin ise, mantıksal çerçevede yapmaya çalıştıkları bazı açıklamalarda kavram yanlışlıkları tespit edilmiştir. Buna örnek teşkil etmesi açısından bir ortaöğretim öğrencisinin, “(enerjinin varlığını) Somut bir sonuca dönüşmüşse enerjiyi anlarım, (TO-1)” şeklindeki cevabı verilebilir. Ayrıca ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri hemen hemen aynı oranlarda anlamamaya sahipken, üniversite öğrencilerinin nispeten daha yüksek oranlarda anlamamaya sahip oldukları belirlenmiştir.

Testin 4. sorusu enerji türleri ile ilgili olarak, iki aşamalı soru şeklinde hazırlanmıştır. Bu sorunun ilk kısmında 'bir bardak su, ses, pil ve çalan saatten' oluşan



örnekler maddeler halinde verilmiş ve öğrencilerden her maddenin karşısına enerjisinin olup olmadığını ve enerjisi varsa ne tür enerjilerinin olduğunu ayrı ayrı yazmaları istenmiştir. Tablo 3' ten görüldüğü gibi, öğrenim seviyesi arttıkça tam anlamının da arttığı tespit edilmiştir. Tam anlamaya sahip farklı kategorideki öğrenciler maddelerde yer alan örneklerdeki enerji türlerini çok benzer ifadelerle açıklamışlardır. Aşağıdaki bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı diğer cevapları örnekler niteliktedir; “(Bir bardak su) Potansiyel enerji bulunur”, “(Ses) Ses enerjisi vardır”, “(Pil) Kimyasal enerji içermektedir”, “(Çalan saat) Ses ve kinetik enerjiye sahiptir, (TO-8)” Bunun yanı sıra, öğrenim seviyesi arttıkça kısmi anlamının azaldığı belirlenmiştir. Bu kategoride kısmi anlama gösteren farklı seviyelerdeki öğrencilerin özellikle 'ses ve çalan saat' örneklerine verdikleri yanıtlar, kısmi anlamaya sahip olduklarını göstermektedir. Bu örneklerle cevap veren öğrenciler, enerjinin varlığı ile ilgili doğru ifadeler kullanırken, enerjinin türü hakkında tam cevapları verememişlerdir. Bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(Ses) Titreşimden kaynaklanan enerjiye sahiptir”, “(Çalan saat) Ses dalgalarının hareketi vardır ve saatin titreşiminde kinetik enerjiye sahiptir, (Tİ-2)” şeklindeki yanıt diğer öğrenci cevaplarına da örnek teşkil etmektedir. Ayrıca, özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisindeki en yüksek oran, ortaöğretim öğrencilerine aittir (% 51). İlköğretim ve üniversite öğrencileri birbirine yakın oranlara sahiptirler (sırasıyla % 37 ve % 36). Tıpkı kısmi anlamadaki örneklerde olduğu gibi, öğrencilerin çoğunlukla 'ses ve çalan saat' örneklerinde özel kavram yanlışlığıyla kısmi anlama gösterdikleri belirlenmiştir. Öğrenciler, örneklerdeki enerji olaylarının sebeplerine yönelik kısmen doğru ifadeler kullanmışlardır fakat enerji türü olarak ses enerjisi yerine 'kinetik enerji' cevabını vermeleri, bu öğrencilerin özel kavram yanlışlığı ile kısmi gösterdiklerini ortaya koymaktadır. Bu kategoriye yönelik bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Ses) Sesin kendine ait bir enerji şekli vardır. Kinetik enerjiye sahiptir”, “(Çalan saat) Ses dalgalarının hareketinden dolayı enerjiye sahip olur. Bu enerji kinetik enerjidir, (TO-4)” şeklindeki ifadeleri örnek olarak verilebilir.

Kavram yanlışlığı kategorisi incelendiğinde, ilginçtir ki; en yüksek oranda kavram yanlışlığına sahip olma oranı üniversite öğrencilerinde görülmüştür. İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde görülen kavram yanlışlıkları, üniversite öğrencilerine göre daha düşük ve birbirine yakın oranlardadır. Farklı öğrenim seviyelerinde, görülen kavram yanlışlıklarının daha çok 'ses ve pil' örneğine verilen cevaplarda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu yanlışlıkları veren öğrencilerin sesin kendisine ait 'ses enerjisi' olduğunu bilmediği, bunun yerine 'kinetik ve fiziksel enerji' tanımlarını verdikleri belirlenmiştir. Pildeki enerji türüne ise, kimyasal enerji yerine, 'manyetik ve durgun enerji' tanımları yapılmıştır. Bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(Ses) fiziksel enerjisi vardır”, “(Ses) Dalga enerjisine sahiptir”, “(Pil) Manyetik enerjiye sahiptir, (TÜ-12)” şeklindeki cevap, diğer cevapları örnekler niteliktedir. En son kategoride anlamama oranlarının farklı öğrenim seviyelerinde düşük ve birbirlerine yakın yüzdelerde olduğu tespit edilmiştir.

Özetle, öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeyleri genel olarak öğrenim seviyesindeki artışla artarken, kavram yanlışlığı düzeyleri azalmıştır (Tablo 3). Enerjinin tanımı en fazla üniversite seviyesinde anlaşılmış ancak enerji kavramı yerine 'güç' kavramının kullanımı her üç seviyede de görülmüştür. Canlı ve cansız varlıkların enerjisinin olup olmadığı ve enerji türleri konusu, en fazla karıştırılan konudur. Enerji çoğunlukla canlılık ve hareketle ilişkilendirilmiş ve bu yanlışlığı da en fazla ilköğretim öğrencilerinde belirlenmiştir.



### 3.2. Mülakattan Elde Edilen Bulgular

Mülakattan elde edilen bulgular, ana sorulara verilen cevapların benzerliğine göre gruplandırılması esaslı üzerine kategorileştirilerek aşağıda sunulmuştur.

#### 3.2.1. Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri

Mülakatlar sırasında öğrencilere enerjinin tanımı ve varlığı ile ilgili sorular sorulmuştur. Alınan cevaplar öğrenci seviyelerine göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

**Tablo 4.** Öğrencilerin Enerji Kavramı İle İlgili Tanımları

Soru	Kategoriler	Öğrenim Seviyeleri		
		İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
<i>Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?</i>	<i>Güç</i>	1	0	0
	<i>Kuvvet</i>	1	0	0
	<i>Besin</i>	1	0	0
	<i>ATP</i>	0	1	0
	<i>İş yapabilme yeteneği</i>	0	2	3
	<i>Dönüşüm</i>	0	0	1
	<i>Güneş</i>	1	1	0
	<i>Hareket için ön koşul</i>	1	1	1
<i>Canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?</i>	<i>Sadece canlılarda vardır</i>	3	1	0
	<i>Hepsinde vardır</i>	1	4	5
	<i>Canlıların hepsinde vardır</i>			
	<i>Cansızlardan ise sadece güneşte vardır</i>	1	0	0
<i>Bu maddelerin hangilerinin de enerji vardır?</i>	<i>Duran bir otomobil</i>	1	4	4
	<i>Masa üstünde duran bir kitap</i>	1	5	4
	<i>Uçan bir kuş</i>	5	5	5
	<i>Güneş</i>	5	5	5
	<i>Ağaç</i>	4	4	5

Tablo 4' ten görüldüğü gibi enerji kavramıyla ilgili ilk soruyu “Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?” sorusu oluşturmaktadır. Bu soruya cevap veren ilköğretim öğrencileri güç, kuvvet, besin, güneş ve hareket gibi günlük hayatta da enerji ile ilişkili olarak kullanılan kavramlarla cevap vermişlerdir. Özellikle 'güç ve kuvvet' kavramları ile olan açıklamaları testteki enerji kavramına yönelik olarak belirlenen yanılıgılı cevaplarla paralellik arz etmektedir. Aşağıdaki ilköğretim öğrencisinin cevabı bu duruma örnektir;

A: Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?

Mİ-1: Enerji bence kuvvettir. Yani bir cisme uygulanan kuvvet sonucu ortaya çıkar.

Ortaöğretim öğrencilerinin bu soruya verdikleri cevaplara ilköğretim öğrencilerinden farklı olarak, “ATP” ve “iş yapabilme yeteneği” eklenmiştir. Aşağıda bir ortaöğretim öğrencisinin mülakatından alıntı sunulmuştur; .

A: Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?

MO-5: Benim aklıma ilk gelen şey ATP' dir.

A: Peki neden aklına ilk ATP gelir?

MO-5: Çünkü hareket etmemiz, yaşamamız için gerekli olan enerjiye ATP şeklinde besinlerden elde ederiz.

Üniversite öğrencilerinin büyük bir kısmı enerjiyi 'iş yapabilme yeteneği' olarak ifade etmişlerdir. Sebebi sorulduğunda, okulda verilen eğitimde bu tanımın verilmesi

gösterilmiştir.

A: Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?

MÜ-4: Aklıma ilk iş yapabilme yeteneği gelmektedir.

A: Peki niçin ilk aklına bu tanım gelmektedir?

MÜ-4: Nerdeyse ilköğretimden bu yana enerji bu tanımla bize öğretildiği için.

Enerjinin canlı ve cansız varlıklarda bulunup bulunmama durumu ile ilgili olarak ilköğretim öğrencileri çoğunlukla yanlış cevap vermişlerdir. İlköğretim öğrencilerinin çoğunluğu sadece canlılarda, cansızlardan da sadece güneşte enerji vardır şeklinde fikir bildirmişlerdir. Bu durum, testin ikinci sorusunda görülen kavram yanlış cevaplarla benzerlik göstermektedir. Nitekim, bazı nesnelere isimleri söylenip enerjileri olup olmadığı sorulduğunda da ilköğretim öğrencilerinden sadece bir kişi duran bir otomobil ve masa üstündeki bir kitapta enerji olduğunu belirtmiştir. Bir öğrencinin mülakatından aşağıda verilen alıntı diğer öğrencilerin de cevaplarını temsil eder niteliktedir.

A: Canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?

Mİ-1: Canlılarda vardır ama cansızlarda yoktur.

A: Mesela duran bir otomobilde enerji var mıdır?

Mİ-1: Yoktur, duran bir araba enerji harcamaz ama hareket eden arabada enerji vardır.

A: Belli bir yükseklikte bir masada duran kitapta enerji var mıdır?

Mİ-1: Yoktur çünkü kitap cansız nasıl enerjisi olsun ki.

Buna karşılık, güneş ve uçan bir kuş için tüm öğrenciler, ağaç için ise bir öğrenci dışında tüm öğrenciler enerjiye sahip olduğu yönünde cevaplar vermişlerdir. Ortaöğretim öğrencilerinin bir öğrenci dışında hepsi canlı ve cansızların hepsinde enerjinin olduğunu belirtmişlerdir. Bir öğrenci, ilköğretimde belirlenen yanlışlığa benzer şekilde, cansızlarda enerji olmadığını, sadece canlılarda enerji olduğunu belirtmiştir;

A: Canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?

Mİ-1: Cansızlarda enerji yoktur ama canlılarda enerji vardır.

A: Duran bir otomobilin enerjisi var mıdır?

Mİ-1: Hareket etmediğinde enerjisi yoktur.

A: Peki ağacın enerjisi var mıdır?

Mİ-1: Fotosentez yaparken enerji harcar ama ağacın enerjisi yoktur.

Canlı ve cansız varlıklarda enerji olup olmadığı ile ilgili olarak üniversite öğrencilerinin cevaplarında herhangi bir yanlışlığa rastlanmamıştır. Örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?

MÜ-4: Evet hepsinde vardır.

A: Örneğin duran bir otomobilin enerjisi var mıdır?

MÜ-4: Yere karşı bir potansiyel enerjisi vardır.

A: Ağaçta enerji var mıdır?

MÜ-4: Canlılığını devam ettirebilmesi için fotosentez ve solunumla enerji elde eder. Neticede oda bir canlıdır.

#### 4. TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde enerji kavramının farklı öğrenim seviyelerinde anlaşılma düzeylerine ilişkin bulgular literatürle karşılaştırılarak tartışılmıştır.

#### 4.1. Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri

Enerji kavramının açıklanmasında artan öğrenim seviyesine bağlı olarak tam anlama seviyesinde genel bir artış olduğu, buna paralel olarak kavram yanlışlarında da azalma olduğu görülmektedir.

Enerji kavramının tanımı ve varlığı ile ilgili olarak sorulan sorulara verdikleri cevaplarda ilköğretim öğrencileri çoğunlukla enerjiyi canlılık ve hareketle bağdaştırmış, buna bağlı olarak bazı kavram yanlışlarına sahip olmuşlardır. Enerji kavramı yerine 'güç ve kuvvet' kavramlarını kullanmışlardır. Ayrıca, 'canlıların hareket edenlerinde enerji bulunur ve hareket sonunda açığa çıkar' ya da 'duran bir arabanın enerjisi yoktur ama hareket eden arabada enerji vardır' şeklindeki düşünceler çoğu ilköğretim öğrencisinde belirlenmiştir. Benzer yanlışlar Domenech (2007), Duit (2009), Steady (1980), Gilbert ve Watts (1983) tarafından da belirlenmiştir. Burada, öğrencilerin okulda öğrenmiş oldukları bilimsel bilgiyle, günlük yaşamda kullandıkları enerji kavramı arasında bir kavram karmaşası içerisinde oldukları söylenebilir. Solomon (1984) ve Gayford (1986) da çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Yukarıda belirtilen yanlışlara, nispeten daha az oranda da olsa, ortaöğretim ve üniversite seviyesinde de rastlanmıştır. Bu duruma, daha önce de belirtildiği gibi öğretim programlarının içeriği ve konuların işleniş yönteminin etkili olduğu düşünülmektedir.

İlköğretim programlarında, enerji türlerine yönelik kazanımlar sadece ısı, ışık ve elektrik gibi enerji türlerinin canlılarla olan ilişkisi etrafında şekillenmektedir. Bu durum, günlük hayatta edinilen bilgiyle öğretim ortamına gelen ilköğretim öğrencisine uygun olmakta ve bilimsel manada olan eksikliklerini görmesini de engellemektedir. Enerji türlerinin bilimsel manada enerjiyle olan ilişkisinin yeterince belirtilmemesi, öğrencilerin ilköğretim sürecinde enerji türlerine yönelik günlük hayatta edindikleri bilgilerin sınıf ortamında baskın olmasına neden olduğu söylenebilir.

Bunlara ilaveten, bu çalışmada literatür de rastlanmayan yanlışlar da tespit edilmiştir. Örnek olarak; '(Enerji) görünmeyen taneciktir.', 'Maddelerin ısı veya elektrik sonucu çıkan gücüdür.', 'Enerji maddelerin ısı, elektrik ve hareketleriyle elde edilir.', 'Enerji cansız cisimlerin de oluşturduğu çeşitli hareket ve maddeler sayesinde oluşan güçtür.', 'Seste kinetik enerji vardır.', verilebilir.

#### 5. SONUÇLAR

İlköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıftaki öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular ve yapılan yorumlara dayanılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Enerji denildiğinde her üç öğrenim seviyesinde de ilk akla gelen çoğunlukla fizikteki enerji kavramı olmuştur. Bu durumdan, ilköğretim ve ortaöğretimde enerji konusunun öğretiminde entegrasyonun tam olarak sağlanamadığı sonucu çıkarılabilir. Bu noktada, çalışmada elde edilen sonuçlar ilk ve orta öğretim düzeyinde yapılan başka çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir. Özellikle enerjinin tanımında belirlenen bu durum yüksek öğretim düzeyine kadar devam etmektedir.
2. İlköğretim öğrencilerinin önemli bir kısmı doğadaki nesnelere yapılarındaki enerjiyle var oldukları konusunda bir bilgiye sahip değildirler. Enerji canlılara

ve canlılığa ait bir özellik olarak görülmekte ve cansız varlıkların hareket etmediği için enerjisi olmadığı düşünülmektedir. Bu durumun Gürdal ve ark. (1999) tarafından da belirtildiği gibi ilköğretim programlarında enerji kavramının daha çok canlılarla olan ilişkisinin ön planda tutulmasından kaynaklandığı söylenebilir.

3. Ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin büyük bir kısmı enerjiyi tanımlarken 'iş yapabilme yeteneğidir' şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Bu yüzeysel tanımdan hareketle kinetik-potansiyel enerji ve enerjinin korunumu temelinde enerji konusunun işlenmesinin yanında enerji kaynakları ve enerji depolanması konularına yeterince yer verilmemesi bu konulardaki eksik öğrenmelere sebep olduğu düşünülmektedir.

## 6. ÖNERİLER

Enerji ile ilgili olarak ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada varılan sonuçlara dayanarak aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

1. Öğrenciler ilköğretim ve ortaöğretimde edindikleri kavram yanlışlarını devam ettirerek üniversiteye gelmelerini önlemek için ilköğretimden itibaren öğretim ortamlarının öğrencilerin muhtemel kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak ve istenen yönde kavramsal değişimi sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerekir. Bu noktada öğretmenlerin ve öğretim elemanlarının belirtilen öğretim ortamlarının düzenlenmesi konusunda gerek hizmet içi eğitim ve gerekse de hizmet öncesi ya da lisans programlarında eğitilmeleri ve konu ile ilgili literatürde belirlenen kavram yanlışlarından haberdar olmaları önemlidir.
2. Enerji kavramıyla ilgili ilköğretimden itibaren günlük hayata yönelik aktivitelerin olduğu bazı projeler geliştirilmeli ve böylece öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarını hayatın içinde görmeleri sağlanmalıdır. Buna paralel olarak enerjinin alt kavramlarını da kapsayacak şekilde, farklı disiplinlere ait her boyutu ele alacak ve disiplinler arası ilişkinin de kurabileceği aktivite veya stratejiler geliştirilmesi, öğrencilerin hem kavram yanlışlarının farkına varmalarını hem de bilgiyi daha sağlıklı yapılandırmalarını sağlayabilir.
3. İlköğretim programlarına, enerjinin ağırlıklı olarak çevredeki fiziksel olayları açıklamaya yönelik kazanımlarından ziyade biyolojik ve kimyasal boyutlarını da açıklamaya yönelik kazanımların konulması önerilebilir.
4. İlköğretim Fen ve teknoloji programlarında bulunan enerji kavramları, bir bütünlük içinde ele alınarak düzenlenebilir. Enerji kavramı ile ilgili konular, fizik, kimya ya da biyoloji ile ilgili ünitelerde ayrı ayrı yer almamalı, bu konuyla ilgili bir ünite içerisinde, bir bütünlük içinde ele alınabilir.

## 7. KAYNAKLAR

- Abraham., M.R., Gryzyboeski, E.B., Renner, J.W. & Marek, A.E. (1992). Understanding and Misunderstanding Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
- Boyes, E. & Stanisstreet, M. (1990). Misunderstandings of Law and Conversation: A

- Study of Pupils Meanings for These Terms, *School Science Review*, 72, 51-57.
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*. Trabzon: Meslek Yapıtları Yayınevi.
- Domenech, J.L., Gil, D., Gras, A., Guisasola, J., Martinez, J., Salinas, J., Trumber, R., Valdes, P. & Vilches, A. (2007). Teaching of Energy Issues: a Debate Proposal for a Global Reorientation, *Physics Education*, 16, 43-64.
- Duit, R., STCSE- Bibliyography: Students' and teachers' conceptions and science education. Kiel, Germany: IPN- Leibniz Institute for Science Education, <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stese/stese.html> 21 Aralık 2009.
- Gayford, C. G. (1986). Some Aspects of The Problems of Teaching About Energy in School Biology, *European Journal of Science Education*, 8, 443-450.
- Gilbert, J. & Watts, M. (1983). Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education, *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
- Gürdal, A., Bayram, H. ve Şahin, F. (1999). İlköğretim Okullarında Enerji Konusunun Entegrasyon ile Öğretilmesi, *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu*, Ankara.
- Konuk, M. ve Kılıç, S. (1998). Fen Bilimleri Öğrencilerinde Bitki ve Hayvanlardaki Enerji Kaynağı Konusundaki Kavram Yanılgıları, *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, 23-25, K.T.Ü, Trabzon.
- Köse, S., Ayas A. ve Taş, E. (2003). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 106-112.
- Köse, S., Bağ, H., Sürücü, A. ve Uçak, E. (2006). Prospective Science Teacher' About Energy, *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(2), 141-152.
- Özmen, H., Dumanoğlu, F. ve Ayas, A. (2000). Ortaöğretimde Enerji Kavramının Öğretimi ve Enerji Eğitimi, *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi*, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Palmer, D. (1999). Exploring The Link Between Student' 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.
- Schulte, P. L. (2001). Preservice Primary Teacher Alternatve Conceptions in Science and Attitudes Toward Teaching Science, Unpublished Doctoral Dissertation, New Orleans University, New Orleans.
- Solomon, J. (1984). Alternative Views of Energy, *Physics Education*, 19, 56.
- Steady, B. (1980). Energy Learning in Science Project, *Working Paper*, 17, 55-65.
- Yılmaz, Ö., Tekkaya, C., Geban, Ö. ve Özden, Y. (1999). Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Bölünmesi Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Giderilmesi, *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, MEB, ÖYGM.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A. (2009). İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Enerji ve Enerji ile ilgili Kavramları Algılamaları, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 52-73.