

FOTOĞRAF DERLEME YOLUYLA KAVRAM HARİTALAMA YÖNTEMİ KULLANILARAK ÖĞRENCİLERİN ENERJİ ALGILARININ GÜNDELİK YAŞAM BAĞLAMINDA ARAŞTIRILMASI

Selda KILIÇ*
Nilüfer CERİT BERBER**

Öz: Enerji, fen bilimlerinde yer alan bir çok kavramla doğrudan yada dolaylı olarak ilişkili olan disiplinler arası bir kavramdır. Enerji konusunun öğretiminde disiplinler arası öğretime geçilmemiş olmasının sonucunda, gerek ülkemizde gerekse diğer ülkelerde yapılan çalışmalar öğrencilerin enerji ile ilgili algılarının bilimsellikten uzak olduğunu göstermektedir. Bu araştırmanın amacı, 8. Sınıf öğrencilerinin enerji ile ilgili günlük hayatta sıklıkla karşılaştıkları durumları enerji ile ne derecede ilişkilendirdiklerini tespit etmektir. Bu amaçla 435 kişiden oluşan 8. Sınıf öğrencilerinden fotoğraflarla birlikte uygulanan bir kavram haritalama tekniği olan CoMPAT tekniğiyle veri toplanmıştır. Araştırma sonuçları öğrencilerin enerji ile canlılar ve kimyasal maddeler arasında ilişki kuramadıklarını göstermektedir. Enerjinin fiziksel boyutunu kimyasal ve biyolojik boyutundan daha iyi tanımaktadırlar. Bu durum enerji konusunun öğretiminde disiplinler arası entegrasyonun sağlanamadığının bir göstergesidir.

Anahtar sözcükler: Enerji algıları, CoMPAT, Disiplinlerarası öğretim.

* Doç. Dr.; Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Konya, skılıc@konya.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-5347-9479, Makale Geliş Kabul Ediliş Tarihi: 08.09.2017 – 22.11.2017.

** Doç. Dr.; Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Konya, ncberber@konya.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-8458-7181.

RESEARCHING STUDENTS' PERCEPTION OF ENERGY IN TERMS OF DAILY LIFE THROUGH THE CONCEPT MAPPING METHOD BY COLLECTING PHOTOGRAPHS

Selda KILIÇ*
Nilüfer CERİT BERBER**

Abstract:

Energy is an interdisciplinary concept which is directly or indirectly related to many concepts in sciences. As a result of not employing an interdisciplinary teaching in teaching the energy topic, the researches done in both our country and other countries show that students' perceptions related to energy is far from being scientific. The purpose of this research is to determine to what extent grade-8 students associate the situations related to energy that they often encounter in daily life to energy. For this purpose, data were collected from 435 grade-8 students using the CoMPAT technique, which is a concept mapping technique that is carried out with photographs. The results of the research show that students cannot establish a connection between energy and living things and chemical substances. They know the physical dimension of energy better than chemical and biological dimensions of energy. This indicates that an integration among disciplines cannot be provided in teaching energy topic.

Key Words: Energy perceptions, CoMPAT, Interdisciplinary education

Giriş

Enerji, fen bilimlerinde yer alan bir çok kavramla doğrudan yada dolaylı olarak ilişkili olan disiplinler arası bir kavramdır (Gürdal vd., 1999; Hırça vd., 2008; Töman vd, 2012). Enerji kavramı, biyoloji dersinde doğadaki biyolojik enerji döngüsü içinde yer alırken, fizikte iş-enerji prensibi, kimyada ise kimyasal reaksiyonlar konusu içinde yer alır (Watts, 1983; Else, 1988; Akpınar ve Ergin, 2004; Köse vd., 2006). Ayrıca ener-

* Assoc. Prof., Necmettin Erbakan University, Ahmet Kelesoglu Education Faculty, Department of Mathematics and Science Education, Biology Education, KONYA.

** Assoc. Prof., Necmettin Erbakan University, Ahmet Kelesoglu Education Faculty, Department of Mathematics and Science Education, Physics Education, KONYA.

ji, günlük hayatla iç içe olan konuların başında gelmektedir (Ertaş vd., 2011). Enerji verimliliğinin artırılması, çevre dostu olan enerjiyi kullanmak, yenilenebilir enerji kaynakları, enerji politikaları ihtiyacı, enerji üretim teknikleri gibi konular basın ve yayın organlarında da sıkça vurgulanan ve tüm dünya ülkeleri için önem arz eden konulardır (Taber, 1989; Boz, 2014). Ayrıca enerji günlük hayatta, ısınırken, aydınlanırken, yemek yerken, hareket ederken ve daha pek çok süreçte sürekli iç içe olduğumuz, hem ihtiyaç duyduğumuz hem de bünyemizde barındırdığımız olmazsa olmaz bir kavramdır. Enerji aynı zamanda elle tutulur, gözle görülür olmadığı için soyut, bütün fen disiplinlerinin konusu olduğu için de kompleks bir kavramdır. Bu nedenle enerjinin öğrenilebilmesi disiplinler arası ilişkilerin ve bütünlüğün iyi sağlanmasına bağlıdır. Öğrenciler kimyadaki kimyasal bağ enerjisi kavramını biyolojide canlıların enerji gereksinimlerini besinlerden elde ettiklerini anlamada kullanırken, fizikteki enerjinin korunumu ilkesini de bir insanın kilo alıp vermesini açıklamada kullanabilmelidirler (Akpınar ve Ergin, 2004). Oysa öğrenciler fizikteki enerji kavramının kimya ve biyolojideki enerji kavramından farklı olduğunu düşünmekte, enerji kavramını farklı şekillerde kullanmakta ve enerji kavramı için genel bir tanımlamaya ve düşünceye sahip olamamaktadırlar (Gürdal vd. 1999).

Disiplinlere dayalı öğretim, özellikle enerji gibi birçok disiplinin içine aldığı ortak kavramların öğretiminde, bilgilerin soyut ve günlük hayattan kopuk olmasına yol açmaktadır. Bu nedenle enerji kavramının öğretiminde disiplinler arası öğretim tercih edilmelidir. Böylece hem konu anlamlı bir bütün içinde öğrenilecek, hem de aynı konunun farklı disiplinler açısından incelenmesi olanağı oluşacaktır (Yalçın ve Yıldırım, 1998; Aydın ve Balım, 2005). Fakat interdisipliner bağlamda enerjinin nasıl öğretileceği sorusu cevaplanmadan önce, geleneksel disiplin bağlamında öğrencilerin enerjinin rolünü nasıl anladıklarının bilinmesi gerekmektedir (Lancor, 2014).

Enerji konusunun öğretiminde disiplinler arası öğretime geçilmemiş olmasının sonucunda, gerek ülkemizde gerekse diğer ülkelerde yapılan çalışmalar öğrencilerin enerji ile ilgili algılarının bilimsellikten uzak olduğunu göstermektedir. Hırça vd. (2008), öğrencilerin %65'inin günlük yaşam deneyimleri ile enerji türleri arasında ilişki kuramadığını, %74'ünün enerji türleri ile enerjinin dönüşümü arasındaki ilişkiyi anlamadığını ve %65'inin bir sistemin içerdiği enerjiyi yorumlayamadığını tespit etmişlerdir. Pek çok araştırmacı öğrencilerin enerji ile güç, kuvvet, aktivite gibi başka kavramlarla karıştırdıklarını tespit etmişlerdir (Duit, 1984; Ogborn, 1990; Kruger vd. 1992; Solomon, 1992; Barak, 1997; Harrison vd. 1999). Ayrıca öğrenciler enerjinin tükendiğini düşünmektedir (Linje, 1990; Kruger vd. 1992; Kesidou ve Duit, 1993; Trumper ve Gorsky, 1993; Barak vd. 1997; Mann, 2003; Liu ve McKeogh, 2005). Öğrenciler enerjiyi derste "bir fen kavramı" olarak, günlük hayatta ise "içsel manevi güç" anlamında olmak üzere iki farklı anlamda kullanmaktadır (Chabalengula vd. 2011). Canlıların cansızlardan farklı bir enerji türüne sahip olduğuna (Kruger vd. 1992; Solomon, 1992; Barak vd. 1997), bitkilerin su ve topraktan, hayvanların ise dinlenerek enerji sağladığı-

na (Boyes ve Stanisstreet, 1991; Mann, 2003) , enerjinin sadece canlılarda bulunduğuna ve hareketsiz cisimlerin enerjisiz olduğuna (Bliss ve Ogborn, 1985; Kruger vd. 1992) inanmaktadırlar.

Enerji ile ilgili öğrenci algılarını tespit etmek amacıyla yapılan tarama çalışmalarında çeşitli ölçme araçları kullanılmıştır. Bunlar genellikle, açık uçlu sorular (Duit, 1984; Linjse, 1990; Solomon, 1992; Liu vd., 2002; Yürümezoğlu vd., 2009; Sağlam Arslan, 2010; Töman ve Odabaşı Çimer, 2011; Benzer vd, 2014), mülakatlar (Ünal Çoban vd., 2007; Töman ve Odabaşı Çimer, 2012), çoktan seçmeli testler (Hırça ve Akdeniz, 2008; Bodzin, 2011; Töman vd. 2012), likert tipi ölçekler (Özdemir ve Çobanoğlu, 2008; Okur ve Yalçın Özdelek, 2013; İpekoğlu vd. 2014; Taale ve Anderson, 2014) ve aşamalı teşhis testleri (Haslam ve Treagust, 1987; Trumper, 1997; Mann, 2003) olmuştur. Bu ölçme araçlarının birbirlerine göre üstün ya da zayıf yönleri bulunmaktadır. Bu çalışmada günlük hayattan resimler kullanılması öğrencilerin kavramları hatırlamalarına yardımcı olabileceği düşünülmüştür. 8. Sınıf öğrencilerinin enerji ile ilgili günlük hayatta sıklıkla karşılaştıkları durumları enerji ile ne derecede ilişkilendirdiklerini tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmada ise veri toplamak için, fotoğraflarla birlikte uygulanan bir kavram haritalama tekniği kullanılmıştır. Kısaca CoMPAT (Concept mapping tool with a photograph association technique) denilen bu teknik yoluyla öğrencilerin günlük hayattan tanıdığı bir olgunun ya da bir sistemin temel bir fen kavramıyla olan ilişkisini nasıl algıladığı ortaya çıkarılabilir.

Araştırmanın Amacı

8. Sınıf öğrencilerinin enerji ile ilgili günlük hayatta sıklıkla karşılaştıkları durumları enerji ile ne derecede ilişkilendirdiklerini tespit etmektir.

Araştırma Soruları

- 1) 8. Sınıf öğrencilerin enerji ile ilişkilendirdikleri sistemler ya da olgular nelerdir?
- 2) 8. Sınıf öğrencileri enerji ile ilişkilendirdikleri sistem ya da olguları enerji ile olan ilişkisini ne derecede doğru açıklamaktadırlar?
- 3) 8. Sınıf öğrencileri sistemler ya da olguları enerjinin hangi boyutuyla (Fiziksel, kimyasal, biyolojik) ilişkilendirmektedirler?

Yöntem

8. sınıf öğrencilerinin enerjiyi ilişkilendirdikleri durumları araştırmayı amaçlayan bu çalışmada, nicel araştırma yöntemleri arasında yer alan "Genel tarama yöntemi" kullanılmıştır. Genel tarama yöntemleri, çok sayıda elemandan oluşan bir evrende, evren hakkında genel bir yargıya varmak amacıyla evrenin tümü ya da ondan alınacak bir grup, örnek ya da örneklem üzerinde yapılan tarama düzenlemeleridir (Köse, 2015, s.112).

Çalışma Grubu

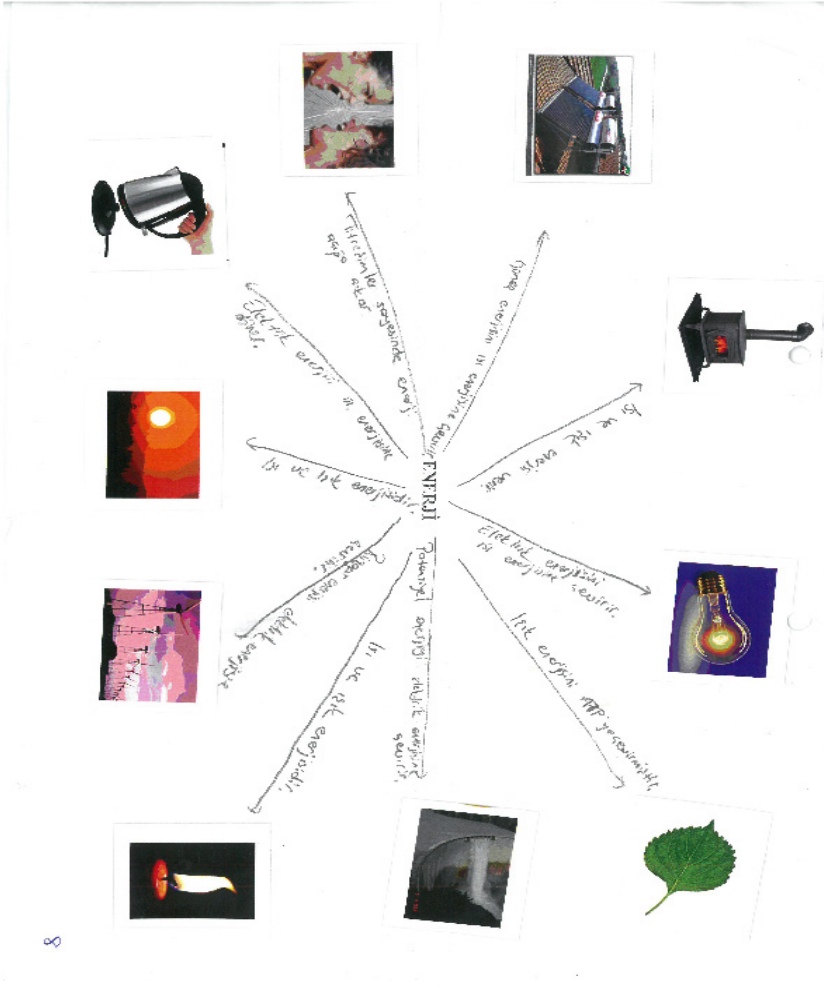
Bu araştırmanın çalışma grubunu Konya ilinde bulunan 5 adet özel etüt merkezine gelen 8. Sınıf öğrenciler oluşturmuştur. Konya ilinin değişik bölgelerinden gelen 435 öğrenciden gönüllülük esasına dayanarak çalışmaya dahil olmaları istenmiştir. Öğrencilere bir ders saati süre verilerek çalışmayı tamamlamaları istenmiştir.

Veri Toplama aracı

Kavram haritası bilginin zihinde somut ve görsel olarak düzenlenmesini sağlayan ve kavramların birbirleriyle ilişkilerini gösteren iki boyutlu şemadır (Kaya Uyanık ve Güler, 2016). Ayrıca teori ve pratiği birleştirerek, öğrencilerin düşünme ve analiz etme gibi yeteneklerini geliştirirken, kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olması yönüyle fen bilimleri eğitiminde sıklıkla kullanılan bir öğretim tekniğidir (Novak, Gowin ve Johansen, 1983; Altıntaş ve Altıntaş, 2008). Kavram haritaları ölçme ve değerlendirme aracı olarak da kullanılmaktadır. Oluşturma kavram haritası, doldurma kavram haritası, üret-doldur kavram haritası, seç- doldur kavram haritası gibi amaca uygun olarak yapısal farklılıklara sahip olan kavram haritası türleri vardır (Kaya Uyanık ve Güler, 2016). Bu çalışmada Byrne ve Grace (2010) tarafından geliştirilen COMPAT (Concept mapping tool with a photograph association technique) tekniği kullanılarak veriler toplanmıştır. Burada amaç, öğrencinin günlük hayattan tanıdığı bir olgunun ya da kullandığı bir sistemin temel bir kavramla olan ilişkisini ortaya koyabilmesidir. Bu bağlamda fotoğraflar, öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkarmaya yardım eden, görsel desteklerdir (Gardner, 1999). Fotoğrafların bireylerin kavramlar arasındaki ilişkileri anlamasını sağlayan ve ilişkilerin görsel bir betimlemesi olan kavram haritalarıyla uyumlu olduğu düşünüldüğü için veri toplama aracı olarak bu teknik seçilmiştir.

Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi ve Uygulanması

Öncelikle öğrencilerin günlük hayatta sıklıkla karşılaştıkları, enerjinin farklı boyutlarını içeren olgu, sistem ya da teknolojik araçların listesi yapılmıştır. Seçilen 18 olgu, sistem ya da aracın fotoğrafları yapıştırılabilir çıkartmalar şeklinde hazırlanmıştır. Seçilen fotoğraflar öğrencilerin günlük hayatta kitaplarda, çevrelerinde ya da medya aracılığı ile görebilecekleri kavramlardır. Hazırlanan 18 adet fotoğrafla birlikte, ortasında büyük harflerle “enerji” yazan birer A4 kâğıdı çalışma grubuna dağıtılmıştır. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilere, enerji ile ilgili olduğunu düşündükleri fotoğrafları seçmeleri ve boş kâğıda yapıştırmaları, ardından yapıştırdıkları fotoğrafla “enerji” yazısı arasına bir ok çizerek aralarındaki ilişkiyi yazmaları istenmiştir. Aşağıda bir öğrenciye ait enerji kavram haritası verilmiştir (Şekil1).



Şekil 1. Bir öğrencinin seçtiği resimlerle oluşturduğu kavram haritası

Verilerin Analizi

Nicel araştırma yaklaşımının tercih edildiği bu çalışmada verileri sayısallaştırmak gerekmektedir. Bu amaçla öğrencilerin fotoğrafları seçme ve seçme, seçtiyse fotoğrafın enerji ile olan ilişkisini doğru, yanlış ya da eksik açıklama durumlarını ortaya koyabilmek amacıyla bir puan çizelgesi kullanılmıştır. Bu puanlama sistemi Yin vd. (2005) tarafından geliştirilmiş ve Byrne ve Grace (2010) tarafından kullanılmıştır. .

◆ Selda Kılıç / Nilüfer Cerit Berber

Fotoğrafı seçmeme ile bilimsel olarak en doğru açıklamayı yapma arasında değişen durumlar beş gruba ayrılmış ve 0 ile 4 arasında değişen şekilde puanlanmıştır. Bu puanlama yapılırken alan eğitimi uzmanı olan 4 araştırmacı (2 kişi fizik eğitimi, 2 kişi ise biyoloji eğitimi alanında uzman) görüşüne başvurulmuştur. Görüşler doğrultusunda tüm öğrencilerin resimler için yaptıkları açıklamalar göz önüne alınarak her bir açıklamanın doğruluk düzeyi belirlenmiş ve puanlanmıştır.

Çizelge 1. Kavram Haritası ile birleştirilmiş resimlerin puanlama sistemi

Durum	Puan
Fotoğraf seçilmedi	0
Fotoğraf seçildi fakat açıklama yapılmadı ya da bilimsel olmayan bir açıklama yapıldı	1
Ayırt edici bir açıklama yapıldı	2
Doğru bir açıklama yapıldı	3
Daha ileri seviyede doğru bir açıklama yapıldı	4

Her fotoğrafa ait puanlama örnekleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Puanlama örnekleri

Fotoğraf	Puanlama örnekleri
Ses	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Ses enerjisi kuvvet enerjisine dönüşür. 2) Ses enerjisi. 3) Ses tellerimizin titreşmesi sonucu enerji açığa çıkar. 4) Ses dalgalarını maddesel ortamda taşıdığı enerji yüksekse camları kırabilir
Güneş	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1)Işık verir. 2)Isı ve ışık verir. 3)Isı ve ışık enerjisi verir. 4) Bütün canlıların ve dünyanın enerji kaynağıdır.
Soba	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Yapay ısı kaynağıdır. 2) Isı ve ışık enerjisi. 3) Kömürün enerjisi ısı enerjisine dönüşür. 4) Kimyasal enerjiden ısı enerjisi elde edilir.

Rüzgâr türbini	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Rüzgâr bir enerjidir. 2) Hareket enerjisi. 3) Hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür. 4) Rüzgâr türbinleri rüzgârın sağladığı hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür
Ampül	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Işık enerjisi ısı enerjisine dönüşür. 2) Isı, ışık ve ısı enerjisi. 3) Elektrik enerjisi ışık enerjisine dönüşür. 4) Elektrik enerjisi ısı ve ışık enerjisine dönüşür.
Güneş paneli	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Isıyı enerjiye çevirir. 2) Güneş enerjisi. 3) Güneş enerjisi ile sıcak su elde edilir. 4) Güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştürür.
Havai fişek	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Patlama enerjisi vardır. 2) Isı ve ışık enerjisi. 3) Isı enerjisi hareket ve ışık enerjisine dönüşür. 4) Kimyasal enerji ısı, hareket, ışık ve ses gibi çeşitli enerji şekillerine dönüşür.
Mum	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Ateş enerjisi. 2) Isı ve ışık enerjisi. 3) Hayvan yağını ışık enerjisine çevirir. 4) Kimyasal enerji ısı ve ışık enerjisine dönüşür.
Yaprak	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1)Yapraktaki enerji 2)Canlılar için doğal enerji 3)Fotosentez ile enerji üretilir 4)Güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürür.
Pil	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Elektrik enerjisini hareket ve sese çevirir. 2) Elektrik enerjisi. 3) Depolanmış enerjiden elektrik enerjisi üretir. 4) Kimyasal enerjiden elektrik enerjisi elde edilir

Baraj	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Suyu elektrik enerjisine dönüştürür. 2) Potansiyel enerji. 3) Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümü. 4) Potansiyel enerjiden elektrik enerjisi elde edilir.
Sıvıyağ	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1)Yağ şişelenmesi 2)Enerjiye dönüşür 3)Yakıt enerjisi olarak kullanılır 4)Besin enerjisi vücutta hareket enerjisine dönüşür.
Kaydıracık	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Oyun oynarken enerji harcarız. 2) Potansiyel enerji. 3) Potansiyel enerji çocuk kayarken kinetik enerjiye dönüşür. 4) Çekim potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşür ve sürtünme nedeniyle ısı enerjisi oluşur.
Su ısıtıcısı	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Sıcak su gücü. 2) Isı enerjisi. 3) Elektrik enerjisi ile su kaynar. 4) Elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür.
Buhar kulesi	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Jeotermal enerjidir. 2) Nükleer enerji. 3) Atom çekirdeğinden enerji üretilir. 4) Nükleer enerjiden elektrik enerjisi elde edilir.
Mitokondri	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1)Hücredir. 2)Hücrede bulunur. 3)Hücre için gerekli enerjiyi üretir. 4)Besin ve oksijen varlığında enerji oluşumunu sağlar.
Telefon	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1) Radyasyon enerjisi içerir. 2) Ses enerjisi. 3) Elektrik enerjisi ses enerjisine dönüşür. 4) Konuşurken ses enerjisi elektriğe dönüştürülerek iletilir. Dinlerken gelen elektrik enerjisi ses enerjisine dönüşür.

Kas	0)Fotoğraf kullanılmadı/İfadesiz fotoğraf kullanıldı 1)Kas 2)Hareket enerjisi 3)Hareket için enerji kullanılır. 4)Kimyasal enerjiyi hareket enerjisine dönüştürür.
-----	--

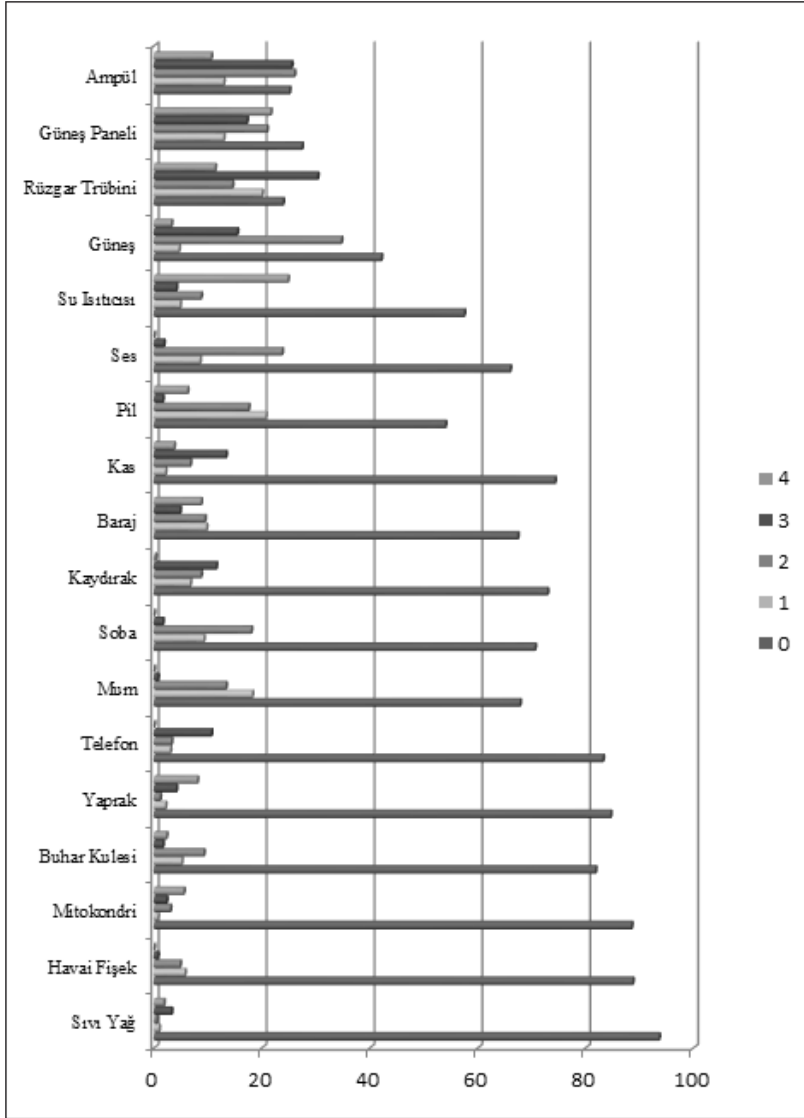
Bulgular

Öğrencilerin günlük hayatta sıklıkla karşılaştıkları bazı olayların ve sistemlerin enerji ile olan ilişkisi ile ilgili algılarını tespit etmeyi amaçlayan bu çalışmada öğrencilerin her bir resmi seçme ve açıklama durumuna ait frekans ve yüzde oranlarını gösteren Çizelge 3 ve Şekil 2' de görülmektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde öğrencilerin en fazla tercih ettikleri 3 resim %76,1 oranla "rüzgar türbini", % 74,9 oranla "ampül" ve % 72,6 oranla "güneş paneli olmuştur. En az tercih edilen üç resim ise % 6,4 oranla "sıvı yağ", % 11,3 oranla "havai fişek" ve % 11,5 oranla "mitokondri olmuştur.

Çizelge 3. Öğrencilerin fotoğraf seçme ve açıklama durumlarına ait frekans ve yüzde değerleri (n=435)

Fotoğraf	Puan 4		Puan 3		Puan 2		Puan 1		puan 0	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Ses	0	0	8	1,8	103	23,6	37	8,5	287	65,8
Güneş	14	3,2	67	15,4	151	34,6	20	4,6	183	42
Soba	0	0	7	1,6	81	18,6	40	9,2	307	70,6
Rüzgar türbini	49	11,2	132	30,3	63	14,4	87	20	104	23,9
Ampül	46	10,6	111	25,5	113	26	56	12,9	119	27,4
Güneş paneli	94	21,6	75	17,2	91	20,9	56	12,9	119	27,4
Havai fişek	0	0	3	0,7	21	4,8	25	5,7	386	88,7
Mum	0	0	3	0,7	58	13,3	79	18,2	295	67,8
Yaprak	35	8	18	4,1	5	1,1	9	2,1	368	84,6
Pil	27	6,2	7	1,6	76	17,4	90	20,7	235	54
Baraj	38	8,7	21	4,8	41	9,4	42	9,7	293	67,4
Sıvı yağ	8	1,8	14	3,2	2	0,5	4	0,9	407	93,6
Kaydırak	1	0,2	50	11,5	38	8,7	29	6,7	317	72,9
Su ısıtıcısı	108	24,8	18	4,1	38	8,7	21	4,8	250	57,3
Buhar kulesi	10	2,3	7	1,6	40	9,2	22	5,1	356	81,8
Mitokondri	24	5,5	10	2,3	13	3	3	0,7	385	88,5
Telefon	0	0	46	10,6	14	3,2	13	3	362	83
Kas	16	3,7	58	13,3	29	6,7	9	2,1	323	74,3



Şekil 2. Öğrencilerin fotoğraf seçme ve açıklama durumları

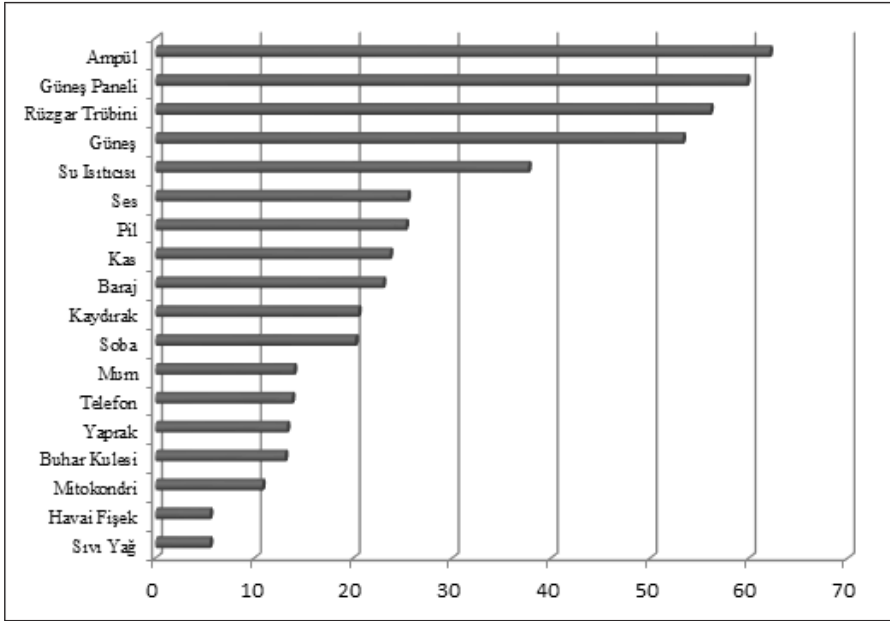
Seçilen resimlere yapılan açıklamalar incelendiğinde, resme açıklama yapamama yada yanlış açıklama yapma oranları bakımından % 20,7 ile “pil”, % 20 ile “rüzgar türbini” ve % 18,2 ile “mum” ilk üç sırayı almıştır. Pil ve mumun yine kimyasal enerji ile ilişkili olması dikkat çekicidir. Ayrıca rüzgâr türbini, çoğu öğrenci tarafından seçil-

mesine rağmen, enerji ile olan ilişkisi pek çok öğrenci tarafından ifade edilememiştir. Diğer taraftan havai fişğin çok az tercih edilmesinin yanı sıra, tercih eden öğrencilerin % 50,4' ü tarafından açıklaması yapılamamıştır. Benzer bir durum mumda da görülmektedir. Mumu tercih eden öğrencilerin % 56,5' i mumun enerji ile olan ilişkisine dair açıklama yapamamışlardır. Bu oran pil için % 45, soba için % 31,3' tür. Bu sistemlerin hepsinin kimyasal enerji ile ilişkili olması dikkat çekicidir.

Öğrencilerin seçtikleri resimlere yaptıkları açıklamalardan 2 ile kodlananlar incelendiğinde ilk sırada % 34,7 oranla "güneş", ardından % 26 ile "ampül" ve % 23,7 ile "ses" yer almaktadır. Öğrencilerin bu resimleri seçme oranı yüksek olsa da açıklamayı en asgari düzeyde yapmışlardır. Genellikle bu sistemleri sadece enerjinin türünü (ışık enerjisi, güneş enerjisi, ses enerjisi) belirterek açıklayabilmişlerdir.

Öğrencilerin seçtikleri resimlere en üst seviyede açıklama yapma (4) oranları incelendiğinde, "su ısıtıcısı" % 24,8 ile ilk sırada gelmektedir. Ardından %21,6 ile "güneş paneli" yer almaktadır. Öğrencilerin % 20 den fazlası bu iki sistemdeki enerji dönüşümünü tam olarak açıklayabilmıştır (Çizelge 3, şekil 2).

Resimlere doğru açıklama getirme oranları (puan 2,3,4) Şekil 3 de görülmektedir. Doğru açıklama olarak ifade edilen puanlama tablosuna (Çizelge 1) göre; 2; Ayırt edici bir açıklama yapıldı, 3; Doğru bir açıklama yapıldı, 4; Daha ileri seviyede doğru bir açıklama yapıldı kategorileridir.

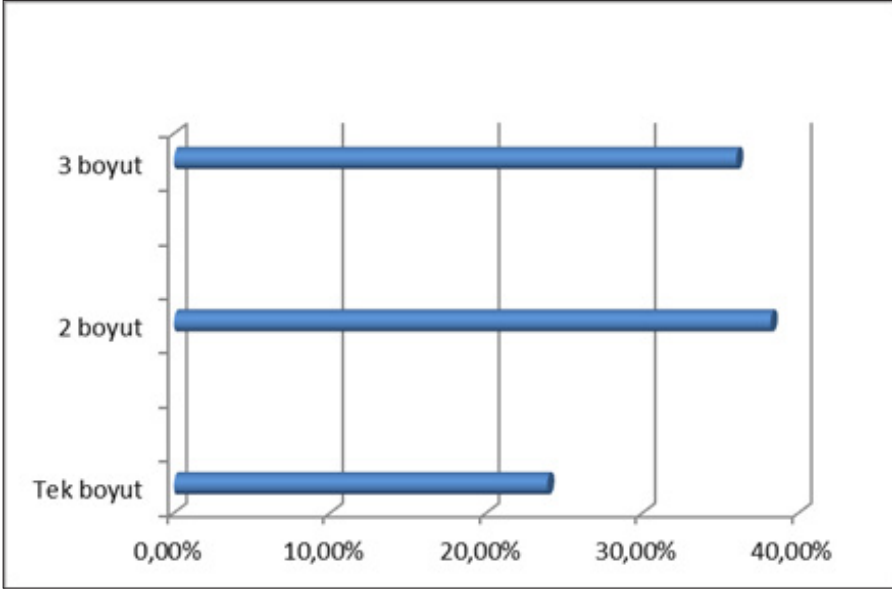


Şekil 3. Öğrencilerin seçtikleri fotoğraflara doğru açıklama getirme durumları

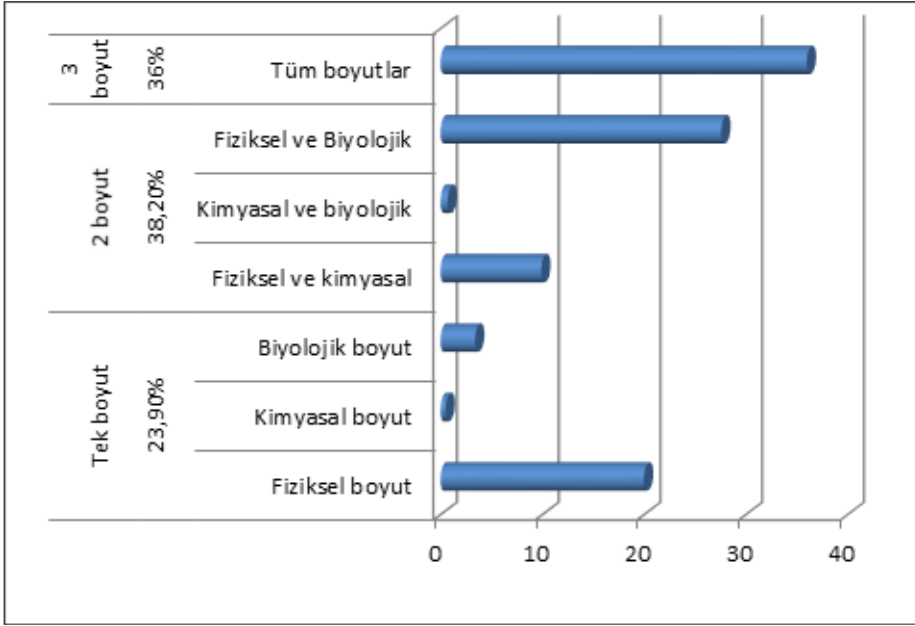
◆ Selda Kılıç / Nilüfer Cerit Berber

Şekil 3 incelendiğinde, doğru açıklama getirme oranı en yüksek olan resmin % 62,1 ile “ampul” olduğu görülmektedir. Ampulü %59,8 ile “güneş paneli”, %56,1 ile “rüzgâr türbini” ve %53,3 ile “güneş” takip etmiştir. % 5,5 ile “sıvı yağ” ve “havai fişek” en az doğru açıklama getirilen sistemlerdir.

Fen bilimleri öğretim programı (MEB, 2013) incelendiğinde “Canlılar ve Hayat” kısmında biyoloji konularına, “Madde ve Değişim” kısmında kimya konularına ve “Fiziksel olaylar” kısmında fizik konularına değinilmiştir. Resimlerdeki sistemlerde ise enerjinin boyutu fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak sınıflandırılabilir. Bazı sistemlerde birkaç boyut birlikte yer aldığı için sistemler öğretim programı dikkate alınarak şu şekilde boyutlandırılabilir; ampul, güneş paneli, rüzgar türbini, su ısıtıcısı, ses, baraj, kaydırak ve telefon fiziksel enerji; pil, soba, mum ve buhar kulesi kimyasal enerji; kas, yaprak, mitokondri, sıvı yağ ve güneş biyolojik enerji içeren sistemlerdir. Bu gruplamaya göre öğrencilerin enerjinin farklı boyutlarına ait resimleri tercih etme ve doğru açıklama getirme oranları Şekil 4 ve Şekil 5 de gösterilmiştir.



Şekil 4. Öğrencilerin enerjinin farklı boyutlarına göre fotoğraf seçme durumları



Şekil 5. Öğrencilerin enerjinin farklı boyutlarına göre fotoğraf seçme durumları

Öğrencilerin % 38,2 si iki boyuttan resimler seçerken, % 36 sı üç boyuttan ve % 23,9 u tek boyuttan resimler seçerek doğru açıklama yapmıştır. İki boyut seçenler en fazla fiziksel ve biyolojik boyutta, tek boyuttan seçenler çoğunlukla fiziksel boyuttan resimler seçmiştir. Öğrencilerin % 93,5 'u enerjinin fiziksel boyutu ile ilgili bir seçim yapmıştır. Buna göre enerji deyince ilk akla gelen fizikteki enerji kavramı olmuştur.

Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada öğrencilerin (n=435) günlük yaşamda karşılaştıkları enerji ile ilgili kavramların fotoğraflarını seçmeleri ve enerji kavramı ile ilişkilendirmeleri istenmiştir. Öğrencilerin seçtikleri resimler ve resimler ile enerji kavramı arasındaki ilişkilendirme ifadeleri analiz edilmiştir. Çizelge 3 ve Şekil 2 incelendiğinde öğrencilerin en fazla tercih ettiği üç resim, %76,1 oranla "rüzgar türbini", % 74,9 oranla "ampül" ve % 72,6 oranla "güneş paneli olmuştur. Benzer şekilde Yürümezoğlu vd. (2009) ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin büyük kısmının enerjiyi elektrikle ilişkilendirdiklerini tespit etmişlerdir. Chabalengula ve diğerleri (2011) yaptıkları çalışmada öğrencilerin enerjinin ne olduğu ile ilgili tanım yapmaları istendiğinde enerji terimini açıklamaktan ziyade sadece tanımını yapmayı tercih etmişlerdir. Aynı zamanda biyolojik bağlamda enerji konusunda açıklama istendiğinde %52 sinin fiziksel bağlamda cevap verdiğini buna göre çoğu öğrencinin enerjiyi biyolojik bağlamdan ziyade fiziksel ve mühendis-

lik bağlamında düşündüklerini belirtmişlerdir. Burada interdisipliner bağlamda günlük hayattan seçilerek sunulan resimler fizik, kimya ve biyoloji ile ilgilidir. Öğrenciler aynı zamanda bu kavramlarla ders ortamlarında da karşılaşmaktadır. Fakat öğrenciler bu kavramlarla ilgili olarak detaylı doğru ifade (puan 3) ve ileri düzeyde ifadeyi (puan 4) çok düşük düzeyde vermişlerdir.

Öğrencilerin “havai fişek”, “telefon”, “mum” , “soba” ve “ses” ile ilgili resimlerle tam bir açıklama getiremedikleri görülmektedir. Öğrencilerde bu sistemlerdeki/kavramlardaki enerji dönüşümü hakkında bilgileri eksik olduğu söylenebilir. Yine bu resimlerde yanma olayındaki enerji dönüşümünü içeren kimyasal enerji ve ses enerjisinin olması dikkat çekicidir. Benzer çalışmalarda enerji algılamaları üzerine yapılmış olup ve öğrencilerin kavram yanlışlarının çoğunlukla “pil ve ses” üzerine olduğu tespit edilmiştir (Yürümezoğlu vd. 2009; Töman ve Odabaşı Çimer, 2011; Töman ve Odabaşı Çimer, 2012; Ünal Çoban vd. 2007). Pilin ve sesin enerjiye sahip olduklarını düşünmekte fakat enerjinin türü ile ilgili yanlışlığa düşmektedirler. Pınarbaşı vd. (2009) üniversite öğrencileri üzerinde mumun yanma süreci ile ilgili yaptıkları çalışmada yükseköğrenim düzeyindeki öğrencilerin çok sayıda kavram yanlışlığına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Özellikle öğrencilerin % 72 si mumun yanmadığını sadece eridiğini ifade etmişler ve mumun kimyasal bir değişime uğradığının farkında olmadıklarını ortaya koymuşlardır.

Çizelge 3 ve Şekil 2’ e bakıldığında, öğrencilerin kimya, fizik ve biyoloji kavramlarından en çok fizik kavramlarını seçtikleri görülmüştür. Bunlar arasında özellikle %76.1 oranla rüzgâr türbini, %74.9 oranla ampul ve %72.6 oranla güneş panelinin seçilme oranı yüksektir. Mitokondri (%11.5), yaprak (15.3), sıvıyağ (%6.4) gibi biyoloji bağlamında verilen resimlerle ilgili seçimler daha az yapılarak ileri düzeyde açıklamaların düşük seviyede olduğu görülmüştür. Sekizinci sınıf öğrencilerin enerji ile ilgili hangi boyutta (fiziksel, kimyasal ve biyolojik boyut) resim seçtiklerine bakıldığında (Şekil 4 ve 5) öğrencilerin kimya, fizik ve biyoloji kavramlarından en çok fizik kavramlarını seçtikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin seçtikleri resimlerin hangi boyut yani hangi bağlamla ilgili olduğuna bakıldığında öğrencilerin en fazla 2 boyuttan resim seçtikleri görülmüştür. (%38.20). Bu iki boyut, en fazla olarak fiziksel ve biyolojik boyut olarak belirlenmiştir. En düşük olarak sadece tek boyut resim seçimi görülmektedir (%23.90). Tek boyut seçiminde ise en az kimyasal boyuttan resim seçilmiştir. Buradan öğrencilerin günlük hayatta fiziksel bağlamda enerji kavramını daha fazla kavradıklarını ve biyolojik boyutta da düşük oranda da olsa enerji kavramını öğrenin kas ve enerji ilişkilendirmesini yapabildikleri görülmektedir. Bunun nedeni olarak enerji kavramının karşımıza daha çok formül şeklinde bir fizik kavramı olarak çıkması söylenebilir. Diğer nedeni ise, öğretim programında potansiyel, kinetik, ısı gibi enerji türlerine sıklıkla vurgu yapılması fakat diğer enerji türlerine yer verilmemesi ya da az yer verilmesi olabilir. Bu durum enerji konusunun öğretiminde disiplinler arası uyumun sağlanmadığının bir göstergesidir. Benzer sonuçlara ulaşılan çalışmalar mevcut-

tur (Yürümezoğlu vd. 2009; Töman ve Odabaşı Çimer, 2011; Töman ve Odabaşı Çimer 2012; Ünal Çoban vd. 2007).

Bu çalışmada enerjinin biyolojik boyutuna vurgu yapan resimler özellikle enerji ile soyut anlamda ilişkisi olan kavramlardır. Bu durum öğrencilerin canlı ve enerji ilişkisini ifade etmede başarısız olmalarının sebebi olabilir. Çünkü öğrencilerin elektrik enerjisinin ısı, ışık, hareket gibi somut süreçlerle olan dönüşümlerini ifade etmede yanma, fotosentez, solunum gibi daha soyut süreçlere göre daha başarılı olduğu görülmüştür.

Yürümezoğlu ve diğerleri (2009) enerji ile ilgili öğrencilerin açıklamalarına başvurdukları çalışmalarında, öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili yetersiz bilgiye sahip olduklarını ortaya koymuşlardır. Ayrıca öğrencilerin farklı disiplinlerde yer alan enerji ve enerji ile ilgili kavramları zihinlerinde eksik ve kafalarındaki kavrama alternatif kavramlarla yapılandırdıklarını belirtmişlerdir. Özellikle enerji kaynağı, enerji formu ve enerjinin transferi durumlarını kavramada zorlandıkları ve zihinlerindeki enerji fikrinin nasıl bir enerji durumu olduğunu bilmediklerini tespit etmişlerdir. Ayrıca bu araştırmacılar enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamadaki zorlukların özellikle birbirine yakın olan kavramları birbiri yerine kullanma sıkıntısını beraberinde getirdiğini belirtmişlerdir.

Chabalengula ve diğerleri (2011) yaptıkları çalışmada öğrencilerden enerjinin tanımını yapmaları istendiğinde öğrencilerin klasik olarak enerjiyi “enerji iş yapabilme yeteneğidir” şeklinde tanımladıklarını fakat bu ifadeyi öğrencilerin %44’ ünün yazabildiğini fakat % 2’ sinin bunu açıklayıcı ifade de bulunabildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Bodzin (2012) 8.sınıf öğrencilerin (13-15 yaş) enerji kavramını düşük seviyede kavramsallaştırdıklarını belirtmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin seçtikleri resimler ile enerji arasında ilişkilendirme ifadelerinden aslında öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili bilgi eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Bu anlamda bahsedilen literatür sonuçları ile benzer sonuçlar göstermektedir.

Taşan Akdağ ve Güneş (2016) yaptıkları çalışmada son yıllarda alternatif enerji kaynakları, enerji ve çevre sorunları üzerine değinildiğinden bahsetmişlerdir. Ayrıca enerjinin interdisipliner yani biyolojik, fiziksel ve kimyasal bağlamda ele alınması gerektiğini ve buna bağlı olarak enerji dönüşümlerinin anlamlı bir şekilde öğretilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle özellikle ortaokul ve lise programlarında enerji konuları işlenirken evrenin oluşumu, doğa olayları, fiziksel olaylar, enerjinin kimyasal boyutu ve canlı sistemlerde enerji değişimleri gibi konuların birbiriyle ilişkilendirilerek anlatılmasının ve öğrencilere yaşamlarının her anında enerjiyi kullandıklarını ve hayatlarında her zaman enerji ile karşılaştıklarını öğretilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Barak ve diğerleri (1997) enerjinin yanlış anlaşılmasının biyolojinin bilimsel olarak kavramsallaştırılmasına bir engel teşkil edeceğini belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerin diğer disiplinlerle bağlantı kurmada ve dolayısıyla bilime tutarlı bir bakış açısı geliştirmede başarısız olduklarını belirtmiştir. Kurnaz ve Aslan (2010) enerjinin kimya, fizik

ve biyoloji gibi çeşitli disiplinlerde merkez bir kavram olduğunu fakat günlük hayatta bu disiplinlerde farklı anlam ve kullanımlara sahip olunabildiğini belirtmiştir.

Enerji kavramı ile ilgili olarak ilkokul, ortaokul, lise ve üniversite öğrencileri üzerinde ve çeşitli disiplinlerde gerçekleştirilen çalışmalar bulunmaktadır. Çelik (2016) 4., 5., 6., 7. ve 8. Sınıf öğrencilerinin (226 öğrenci) ısı, sıcaklık ve enerji ile ilgili sahip oldukları metaforlar üzerine yaptığı çalışmada öğrencilerin enerji konusunda yanlış kavramalara sahip olduklarını tespit etmiştir. Bunun sebebi olarak ise bilginin transferinin günlük hayattan formal eğitime doğru şekilde gerçekleştirilememesinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Mann ve Treagust (2010) 8-10 yaşlarındaki öğrencilerle yaptıkları çalışmada özellikle biyoloji bağlamında enerji konusunu çalışmışlardır. Çalışmalarında insan vücudu ve enerji arasındaki ilişkiyi anlamada büyük problemlerin olduğunu tespit etmiştir. Örneğin besinlerde enerji tipleri, insan vücudunda enerji kaynakları, solunum, enerjinin korunumu ve insan vücudunda dönüşümü, ısı düzenlenmesi gibi konularda büyük anlama eksikliklerinin bulunduğunu ortaya koymuştur.

Fetherson (1999) ise öğrencilerin enerji kavramını nasıl yapılandırdıklarını araştırmıştır. Öğrencilerin solar enerji, elektrik enerjisi, besinlerden sağlanan enerji, kömür enerjisi, nükleer enerji, depo enerjisi, kimyasal enerji ve ısı enerjisi gibi enerji türlerini yapılandırmada anlama eksikliklerinin bulunduğundan bahsetmiştir. Bu çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Öneriler

Enerji kavramı soyut bir kavram olduğundan dolayı öğrenciler tarafından zor kavranabilir. Aynı zamanda fizik, biyoloji ve kimya gibi disiplinlerin ortak kavramı olması sebebiyle sadece fizik dersinin bir kavramı olarak değil diğer disiplinlerinde temel kavramı olarak öğretilmesi gerekmektedir. Enerjinin yapısı, özellikleri (örneğin enerjinin korunumu, dönüşümü gibi), çeşitleri ve çeşitli bağlamlardaki durumlarından bahsedilebilir. Soyut bir kavram olan enerjinin anlamlı öğretimi için öğrencilere disiplinler arası bağlamda daha fazla öğretim yapılabilir.

Kaynaklar

- Akpınar, E. ve Ergin, Ö. (2004). "Fen öğretiminde fizik, kimya ve biyolojinin entegrasyonuna yönelik örnek bir uygulama", *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 19, 1-16.
- Altıntaş, G. ve Altıntaş, S.U. (2008). "İlköğretim 5. Sınıf sosyal bilgiler dersinde kavram haritası kullanımının öğrenci akademik başarısı üzerindeki etkisi", *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 61-66.
- Aydın, G. ve Balım, A.G. (2005). "Yapılandırmacı yaklaşıma göre modellendirilmiş disiplinler arası uygulama: Enerji konularının öğretimi", *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38(2), 145-166.

- Barak, J., Gorodetsky, M., ve Chipman, D. (1997). "Understanding of energy conceptions in Biology", **International Journal of Science Education**, 19 (1), 21-30.
- Benzer, E., Karadeniz Bayrak, B., Dilek Eren, C. ve Gürdal, A. (2014). "İlköğretim öğrencilerinin enerji ve enerji kaynaklarıyla ilgili bilgi ve görüşleri: eski ve yeni öğretim programlarının karşılaştırılmasıyla", **The Journal of Academic Social Science Studies-International Journal of Social Science**, 25(1) , 285-298.
- Bliss, J. ve Ogborn, J. (1985). "Children's choices of uses of energy", **European Journal of Science Education**, 7(2), 195- 203.
- Bodzin, A.M. (2011). "What do eighth grade students know about energy resources?" **NARST 2011 Annual International Conference in Orlando, FL, USA**.
- Boyes, E. ve Stanisstree, M. (1991). "Misconceptions in first year undergraduate science students about energy sources for living organisms", **Journal of Biological Education**, 25(3), 209-213.
- Boz, C.S. (2014). **Eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmen adaylarının "Enerji kaynakları ve çevreye etkileri" konusundaki bilgi düzeylerinin araştırılması**, (Yayımlanmamış Yüksek lisans Tezi) Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, , Kastamonu.
- Byrne ve Grace (2010). "Using a concept mapping tool with a photograph association technique (CoMPAT) to elicit children's ideas about microbial activity", **International Journal of science education**, 32(4), 479-500.
- Chabalengula, V.M., Sanders, M. ve Mumba, F. (2011). "Diagnosing students' understanding of energy and its related concepts in biological context", **International Journal of Science and Mathematics Education**, 10, 241-266.
- Çelik, H.(2016). "An examination of cross sectional change in students' methaphorical perceptions towards heat, temperature and energy concepts", **International journal of education in mathematics, science and technology**, 4(3), 229-245.doi:10.18404/ijemst.86044
- Duit, R. (1984). "Learning to the energy concept in school-empirical results from the philippines and West Germany", **Physics Education**, 19(2), 59-66.
- Else, M. (1988). "Transferring not transforming energy", **School Science Review**, 69 (248), 427-437.
- Ertaş, E., Şen, A.İ. ve Parmasızoğlu, A. (2011). "Okul dışı bilimsel etkinliklerin 9. sınıf öğrencilerinin enerji konusunu günlük hayatla ilişkilendirme düzeyine etkisi", **Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi**, 5(2), 178-198.
- Fetherson, T. (1999). "Students constructs about energy and constructivist learning", **Research in Science Education**, 29(4), 515-525.
- Gardner, H. (1999). **Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century**, Basic Books, New York.
- Gürdal, A., Bayram, H. ve Şahin, F. (1999). "İlköğretim okullarında enerji konusunun entegrasyon ile öğretilmesi", **III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu**, Ankara.

◆ Selda Kılıç / Nilüfer Cerit Berber

- Harrison, A. G., Grayson, D. J., ve Treagust, D. F. (1999). "Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature", **Journal of Research in Science Teaching**, 36, 55-87.
- Haslam, F. ve Treagust, D.F. (1987). "Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple-choice instrument", **Journal of Biological Education**, 21(3), 203-211.
- Hırça, N., Çalık, M. ve Akdeniz, F. (2008). "Investigating grade 8 students' conceptions of energy and related concepts", **Journal of Turkish Science Education**, 5(1), 75-85.
- İpekoğlu, H.Y., Üçgül, İ. ve Yakut, G. (2014). "Yenilenebilir enerji algısı anketi: Güvenirlilik ve Geçerliliği", **Süleyman Demirel Üniversitesi YEKARUM e-dergi**, 2(3), 20-26.
- Kandpal, T.C. ve Gang, H.P. (1999). "Energy Education", **Applied Energy**, 64, 71- 78.
- Kaya Uyanık, G. ve Güler, N. (2016). "Kavram haritası puanlarının güvenilirliğinin incelenmesi: genellenebilirlik kuramında çaprazlanmış karışık desen örneği", **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 31(1), 1-14.
- Kesidou, S. ve Duit, R. (1993). "Students' conceptions of the second law of thermodynamics - An interpretive study", **Journal of Research in Science Teaching**, 30, 85-106.
- Köse, E. (2015). "Bilimsel araştırma modelleri", Kınca, R.Y.(Ed.)**Bilimsel Araştırma Yöntemleri**. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- 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.
- Kruger, C., Palacio, D. ve Summers, M. (1992). "Surveys of English primary school teachers' conceptions of force, energy and materials", **Science Education**, 76(4), 339- 351.
- Kurnaz, M. A. ve Arslan, A.S. (2010). "Praxeological analysis of the teaching conditions of the energy concept", **Crpriot journal of educational sciences**, 5, 233-242.
- Lancor, R.A. (2014). "Using student-generated analogies to investigate conceptions of energy : A multidisciplinary study", **International Journal of Science Education**, 36(1), 1- 23.
- Lijnse, P. (1990). "Energy between the life-world of pupils and the world of physics", **Science Education**, 74 (5), 571-583.
- Liu, X., Ebenezer, J. ve Fraser, D.M. (2002). "Structural characteristics of university engineering students' conceptions of energy", **Journal of Research in Science Teaching**, 39(5), 423-441.
- Liu, X., ve McKeough, A. (2005). "Developmental growth in students' concept of energy: Analysis of selected items from the TIMSS database", **Journal of Research in Science Teaching**, 42(5), 493-517.
- Mann, M. F. (2003). **Student's use of formal and informal knowledge about energy and the human body** (Unpublished doctoral dissertation), Curtin University Of Technology, Australia.

- Mann, M. ve Treagust, D.F. (2010). "Students' conceptions about energy and the human body", **Science Education International**, 21(3)144-159.
- MEB (2013). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, Ankara.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., ve Johansen, G. T. (1983). "The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students", **Science Education**, 67, 625-645.
- Ogborn, J. (1990). "Energy, change, difference and danger", **School Science Review**, 72 (259), 81-85.
- Okur, E. ve Yalçın Özdilek, Ş. (2013). "Enerjinin etkin kullanımı ve teknolojik kirlilik farkındalık ölççeği", **Kastamonu Eğitim Dergisi**, 21(1), 271-286.
- Özdemir, N. ve Çobanoğlu, E. O. (2008). "Türkiye'de nükleer santrallerin korunması ve nükleer enerji kullanımı konusundaki öğretmen adayların tutumları.", **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 34, 218-232.
- Pınarbaşı, T. Canbolat, N. ve Sözbilir, M. (2009). "Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin mumun yanmasıyla ilgili anlayışları", **Erzincan University Journal of Science and Technology**, 2(1), 73- 88.
- Sağlam Arslan, A. (2010). "Cross- grade comparison of students' understanding of energy concepts", **Journal of Science Education and Technology**, 19, 303-313.
- Solomon, J. (1992). **Getting to know about energy in school and society**, London: Falmer.
- Taale, K.D. ve Anderson, I.K. (2014). "Ghanaian senior high school students' perceptions of energy", **Research on Humanities and Social Sciences**, 4(4), 93- 102.
- Taber, K. S. (1989). "Energy-by many other names", **School Science Review**, 70(252), 57- 62.
- Taştan Akdağ, F. ve Güneş, T. (2016). "Determination of perceptions of science high school students on energy and their levels of interdisciplinary association", **International Journal Of Social Sciences And Education Research**, 2(2), 774-787. Retrieved from <http://dergi-park.gov.tr/ijsser/issue/26513/279072>
- Töman, U., Karataş, F.Ö. ve Odabaşı Çimer, S. (2012). "Enerji ve enerji ile ilişkili kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik standart bir testin geliştirilmesi süreci vetaştanuygulanması", **Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 8(1), 116-134.
- Töman, U. ve Odabaşı Çimer, S. (2011). "Enerji kavramının farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumunun araştırılması", **Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 6 (1-2), 27-39.
- Töman, U. ve Odabaşı Çimer, S. (2012). "Enerji dönüşümü kavramının farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumunun araştırılması", **Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 14(2), 289-312.
- Trumper, R. (1997). "A survey of conceptions of energy of Israeli pre service high school biology teachers", **International Journal of Science Education**, 19(1), 31-46.

◆ Selda Kılıç / Nilüfer Cerit Berber

- Trumper, R., ve Gorsky, P. (1993). "Learning about energy: The influence of alternative frameworks, cognitive level, and closed mindedness", **Journal of Research in Science Teaching**, 30 (7), 637-648.
- Ünal Çoban, G., Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2007). "İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin enerjiyle ilgili görüşleri", **Kastamonu Eğitim Dergisi**, 15(1), 175-184.
- Watts, D. M. (1983). "Some alternative views of energy", **Physics Education**, 18, 213- 216.
- Yalçın, P. ve Yıldırım, H. (1998). "Disiplinler arası öğretim üzerine bir uygulama", **Ç.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi**, 17, 146-150.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2016). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, Y., Vanides, J., Ruiz-Primo, M.A., Ayala,C.C., ve Shavelson, R.J. (2005). Comparison of two concept-mapping techniques: Implications for scoring, interpretation and use. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 166-184.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A. (2009). "İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamaları", **Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi**, 3(2), 52-73.

