

5E Modeline Göre Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Değişimine ve Fizik Dersine Karşı Tutumlarına Etkisi: “İş, Güç ve Enerji” Ünitesi Örneği

Necati HIRÇA¹, Muammer ÇALIK², Sabriye SEVEN³

¹ Yrd.Doç.Dr., Harran Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Şanlıurfa-Türkiye

² Doç.Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Trabzon-Türkiye

³ Doç.Dr. Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Erzurum-Türkiye

Alındı: 04.11.2009

Düzeltildi: 06.11.2010

Kabul Edildi: 16.11.2010

Orjinal Yayın Dili Türkçedir (v.8, n.1, Mart 2011, ss.139-152)

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, ‘iş, güç ve enerji’ ünitesi için geliştirilen materyallerle 5E Modelini temel olarak yapılan öğretimin öğrencilerin kavramsal değişimine ve fizik dersine karşı tutumlarına etkisini araştırmaktır. Bu amaçla üniteyle ilgili ders yazılımı, çalışma yaprakları ve kavramsal değişim metinleri geliştirilmiştir. Çalışma, Erzurum merkez Nevzat Karabağ Anadolu Öğretmen Lisesinde onuncu sınıfta öğrenim gören 42 öğrenciyle yürütülmüştür. Sınıflar rastgele deney (N: 21) ve kontrol grubu (N: 21) olarak atanmış ve ön test sonuçları grupların birbirine denk olduğunu göstermiştir. Veri toplama aracı olarak Enerji Kavram Testi ve Fizik Tutum Ölçeği ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, geliştirilen materyallerle 5E modelini temel olarak yapılan öğretimin öğrencilerin başarısını arttırmada ve fiziğe karşı tutumlarında geleneksel öğretime kıyasla daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş; Güç; Enerji; Kavramsal Değişim; 5E Modeli.

GİRİŞ

Fen eğitiminin amaçlarından biri de öğrencilerin kavramları anlamlı öğrenmelerini ve bu kavramları yaşantılarında gereksinimleri doğrultusunda kullanabilmelerini sağlamaktır (Ausubel, 1968, Eisen & Stavy, 1988). Fakat 1970’li yılların ortalarında öğrencilerin bilimsel kavramları zihinlerinde farklı şekilde kavramsallaştırdıkları, karşılaştıkları olayları bilim çevreleri tarafından kabul edilenlerden farklı olarak algıladıkları ortaya çıkmış (Ebenezer &



Fraser, 2001; Renström, Andersson & Marton, 1990), bu farklı algılamaların özellikle kavramsal değişim teorisi ve bu teorinin dayandırıldığı yapılandırmacı yaklaşım çalışmalarında alternatif kavramalar şeklinde kullanılması uygun görülmüştür (Nakiboğlu, 2006). Alternatif kavramaların en büyük nedeni ise öğrencilerin bilimsel ve soyut kavramları anlamada zorluk çekmelerinden ileri gelmektedir (Taş, Köse & Çepni, 2006). Böyle konulardan biri de enerjidir. Öğrencilerin çoğunlukla enerjinin korunumu, iletimi, transferi, depolanması, soyutluğu ve enerjinin tanımını anlayamadıkları, “yapılan iş sonucu sahip olunan enerjinin kaybolduğu, korunmadığı; enerjinin de bir kuvvet olduğu; bir cisme bir kuvvet etkiyorsa iş yapıldığı” şeklinde alternatif kavramalara sahip oldukları görülmüştür (Diakidoy, Kendeou & Ioannides, 2003; Hırça, Çalık & Akdeniz, 2008; Solomon 1982,1983; Watts, 1983).

Eğitim sistemimizde enerji kavramı iş kavramından yola çıkılarak anlatılmaktadır. Bu nedenle öğrenciler iş kavramının bilimsel anlamını kavrayamadıkları için enerji kavramını da anlamakta zorluk çekmektedirler (Diakidoy et al, 2003; Hırça vd., 2008; Watts, 1983). Enerji kavramının anlaşılmasında en büyük sorun tanımının tam olarak yapılamaması (Domenech et al., 2007) ve yüzeysel olarak “iş yapabilme kabiliyetidir” şeklinde ifade edilmesidir (Hırça vd.2008; Taber, 1989). Bu kavramının anlaşılmasını engelleyen diğer bir sorun ise günlük hayatta bilimsel anlamından farklı kullanılmasıdır (Hırça vd., 2008).

Enerji kavramı fen bilimlerinde anlaşılmasına rağmen (Diakidoy et al. 2003; Solomon 1982,1983; Watts, 1983), fenin temelini oluşturan kavramlardan birisidir (Else, 1988). Enerji kavramı fen derslerinde iş, güç, kuvvet, hareket, fotosentez, kimyasal reaksiyonlar, kimyasal bağlar, canlılık olayları, solunum gibi birçok konuya temel oluşturmaktadır (Hırça vd., 2008; Taber, 1989). Günlük hayatta ise enerji kaynakları, enerji tüketimi, enerji ihtiyacı şeklinde sürekli kullanılmasıyla sosyal hayatın, ekonomi ve politikanın da temel kavramlarından biri olmayı sürdürür (Keser, Özmen & Akdeniz, 2003; Taber, 1989).

Bazı araştırmalar enerji kavramının öğretiminde farklı yaklaşımların, özellikle yapılandırmacı kuramın öğrencilerin kavramları anlamasında ve alternatif kavramalarının giderilmesinde etkili olduğunu açıklamışlardır (Ametler & Pinto, 2002; Brna & Burton, 1997; Diakidoy et al. 2003; Driver & Warrington, 1985; Heuleven & Xueli, 2001; Kirkwood & Carr, 1989). İnsanların kendi deneyim ve düşüncelerinden gelen kendi bilgilerini inşa etmeleri (Martin, 1997) olarak tanımlanan yapılandırmacılık sadece öğrencilerin kavramları anlamasında ve alternatif kavramalarının giderilmesinde etkili olmamış aynı zamanda tutumlarının değişmesine de yardımcı olmuştur (Hynd, 2001; Kurt, 2002; Peers, Diezmann & Watters, 2003).

Enerji kavramının daha iyi öğrenilmesine yönelik yapılandırmacılığı temel alan farklı yöntemlerin kullanıldığı birçok çalışma vardır. Örnek olarak bu çalışmada, Driver ve Warrington (1985) basit mekanik sistemler oluşturmuş ve enerji kavramını enerjinin dönüşümünden başlayarak öğretmenin daha kolay olacağını ortaya çıkarmışlardır. Kurt (2002) enerji kavramını öğretmek için çalışma yapraklarını uygulamayı seçerken, Taş vd (2006) çalışmasında bilgisayar destekli yazılım kullanmışlardır. Diakidoy et al. (2003) kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin enerji ile ilgili alternatif kavramalarının giderilmesi üzerine etkili olduğunu gözlemişlerdir. Kirkwood ve Carr (1988) enerjinin kaynağını, dönüşümlerini ve türlerini öğretebilmek için sınıf içi tartışma, beyin fırtınası ve enerji kavramı ile ilgili posterler kullanmayı tercih ederken Ametler ve Pinto (2002, Heuleven ve Xueli (2001) ve Kirkwood ve Carr (1989) enerji ile ilişkili şekiller, şemalar ve resimler oluşturmuşlardır. Bunlardan Ametler ve Pinto (2002) çalışmalarında “sistemleri” kutularla, “enerjiyi” kutulara çizilen kırmızı renkle, “enerji transferini” iki sistem arasına çizilen oklarla, “enerjinin dönüşümü” kavramını çift yönlü oklarla, “enerjinin indirgenmesini” ise kırmızı rengin tonları

ile göstermişlerdir. “Sistem” ve “çevre” kavramları şekillerle anlatıldıktan sonra enerji ile ilgili kavramların anlaşılmasının daha kolay olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca, Brna ve Burton (1997) çalışmalarında ModelCHENE adını verdikleri bir çeşit oyun yöntemi kullanmışlardır. Bu yöntemde öğrencilere önce enerji ile ilgili olarak enerjinin akışı, enerjinin dönüşümü kavramları anlatılmıştır. Gruplara ayrılan öğrenciler çevrelerindeki enerji kaynakları ile ilgili “bu enerjinin kaynağı nedir?” şeklinde birbirilerine sorular sorarak “enerji zinciri” oluşturmuşlar ve böylece enerjinin kaynağını, kaynağın kaynağını bulmaya çalışmışlardır.

Bu çalışmalar genellikle belirli bir öğrenme kuramının etkililiğini araştırmak yerine, bilgisayar destekli öğrenme, resim, şekil, kavramsal değişim metni, çalışma yaprağı gibi metotları tek başına kullanıp, etkililiğini araştırmışlardır. Fakat araştırma sonuçları, fen derslerinde belirli bir yöntemin sürekli tek başına kullanıldığında öğrencileri sıkacağı ve etkili sonuçların oluşmamasına neden olabileceği (Çalık, 2006; Chambers & Andre, 1997) gibi bazı olumsuz yönlerinin de ortaya çıktığını göstermektedir (Çalık, 2006; İpek & Çalık, 2008; Türk & Çalık, 2008). Bu çalışmada yapılandırmacı öğrenme kuramının hedeflerine uygun olarak enerji kavramının soyut yapısının somutlaştırılması için bilgisayar animasyonları, mevcut alternatif kavramların giderilmesi için kavramsal değişim metinleri ve öğrencilerin derste aktif olmalarını, bilgilere kendi yaşantıları ve deneyimleri ile ulaşmalarını sağlamak amacıyla çalışma yaprakları kullanılmıştır.

Yapılandırmacılık bir öğretim programı içerisinde uygulamada izlenebilecek bir öğrenme-öğretme yaklaşımı değildir (Ayas, 1995; Özmen, 2004). Yapılandırmacılığı, kavramsal değişimi ve sorgulayıcı öğrenmeyi sınıf ortamı içerisine uyarlamanın yollarından biri 5E modelidir. Model İngilizce “E” ile başlayan beş aşamadan oluştuğu için bu adı almıştır. Bu aşamalar; Giriş (Engage), Keşif (Explore), Açıklama (Explain), Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate)’dir (Bybee & Landes, 1990; Carin & Bass, 2000). 5E modeli, öğrencinin araştırma merakını artıran, konu ile ilgili beklentilerine cevap veren, sahip oldukları bilgi ve becerilerinin aktif bir şekilde kullanımını içeren etkinliklerden oluşur (Ergin 2006). Bu öğretim modelinin öğrencilerin başarılarını artırdığı, kavramsal gelişimlerini sağladığı ve tutumlarını pozitif yönde değiştirdiğine yönelik literatürde pek çok çalışma vardır (Ergin, 2006; Özsevgeç, 2006; Özsevgeç vd, 2006; Sağlam, 2006). Bu nedenle bu çalışmada 5E modeli, geliştirilen materyallerin uygulanabilirliği, birden fazla yöntem ile birlikte etkili, daha kolay bir biçimde kullanılabilmesi açısından tercih edilmiştir.

Yapılan çalışmanın; yapılandırmacı kuramın öğrenme-öğretme anlayışına uygun birden çok yöntem içeren materyaller hazırlanarak, bu yöntemlerin 5E modeli bünyesinde nasıl uygulanacağına örnek oluşturması beklenmektedir. Bu çalışmanın amacı, 5E modelini temel alan öğretimin ‘İş, Güç ve Enerji’ Ünitesiyle ilgili öğrencilerin kavramsal değişimlerinin araştırılmasının yanında onların fizik dersine karşı tutumlarını da nasıl etkilediğini ortaya koymaktır.

YÖNTEM

Araştırma, yarı-deneySEL yöntem kapsamında olup (Karasar, 2006), örneklem olarak Erzurum Merkezde Nevzat Karabağ Anadolu Öğretmen Lisesi seçilmiştir. Bu okulun seçilmesinin en büyük nedenleri, sınıf mevcutlarının sayı olarak ideale yakın olması (Çepni, Bacanak & Gökdere, 2001), ders öğretmeninin Fizik Eğitiminde doktora yapması nedeniyle alanına, öğretim yöntemlerine ve özellikle 5E Modeline hâkim olduğunun ve öğrencilerin öğrenim gördükleri bu okula belirli bir puan aralığında kabul edilmesinden dolayı bilgi ve kavramları anlama seviyelerinin cinsiyet, sosyo-ekonomik durum ve yaşa bağlı olmadıklarının kabul edilmesidir. Araştırma bu öğretmenin ders verdiği iki farklı 10. sınıf şubesinde öğrenim gören toplam 42 öğrenci (21 deney ve 21 kontrol grubu) ile yürütülmüştür. Sınıflar rastgele

deney (N: 21) ve kontrol grubu (N: 21) olarak atanmış ve ön test sonuçları grupların birbirine denk olduğunu göstermiştir

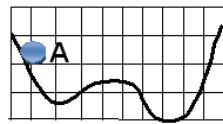
a) Veri Toplama Araçları

i) İş, Güç ve Enerji kavram testi: Bu çalışmada veri toplamak için iki aşamalı ve açık uçlu sorulardan oluşan bir kavram testi hazırlanmıştır. Enerji Kavram Testi (EKT), 8 tane iki aşamalı ve 4 tane açık uçlu soru olmak üzere toplam 12 sorudan oluşmaktadır. Ancak alt aşamalarla birlikte soru sayısı 18 olmaktadır. Testteki soruların tamamı literatürden yararlanılarak hazırlanmıştır (Dawson & Stein, 2008; Diakidoy et al. 2003; Duit, 1984; Hırça vd., 2008). Soruların kazanımlara göre dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan soruların kazanımlara göre dağılımı

Kazanımlar	Soru sayısı	Soru maddesi
Enerjinin soyut yapısını anlayabilme	1	3
Yerçekimi potansiyel enerjisini ve kinetik enerjiyi tanımlayabilme	3	11b,12a,12c
Yerçekimi potansiyel enerjisini tanımlayabilme	1	10
Esneklik potansiyel enerjisini tanımlayabilme	2	11a,11c
Bilimsel anlamda İşin tanımını yapabilme	1	8
Enerjinin dönüşümünü (transferini) ve korunumunu anlayabilme	9	1a,1b,2a,2b,4,5,6,7,12b
Kuvvet, iş, güç ve enerji ilişkisini anlayabilme	1	9

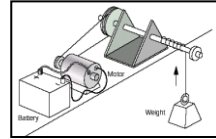
Test sorularından bazı örnekler aşağıda verilmiştir.



S2.a) Şekilde A noktasından serbest bırakılan topa hiçbir sürtünme kuvveti etki etmiyor. Topun çıkabileceği yere (1) yazınız. Nedeninizi

açıklayınız;

b) Top çıktığı noktadan geri dönerse hangi kareye kadar çıkabilir. Çıkacağı noktaya (2) yazınız. Nedeninizi açıklayınız;



S9). Şekilde akü ile çalışan bir motor vardır. Motor çıkırığa bağlanmıştır. Çıkrık ağırlığı ok yönünde kaldırmaktadır. “**Kuvvet, iş, güç ve enerji**” kavramları

ile bu olayı nasıl açıklarsınız. Bu kavramlarla açıklayamıyorsanız, siz bu olayı nasıl yorumlarsınız.

S7) Bir çocuk ile bir yetişkin ağır bir kutuyu aynı yüksekliğe kaldırdığında harcadıkları enerji:

a) Eşittir b) Farklıdır.

Nedeniniz:



S12c) Şekilde yayın üzerinde bir top serbest halde duruyor. Burada enerji var mıdır?

a) Evet b) Hayır

Nedeniniz:

Testin kapsam geçerliliğini artırmak için soruların dağılımında konuların ağırlıkları dikkate alınmıştır. Ayrıca testin geçerliliği fizik alanında uzman 2 öğretim üyesi ve doktora yapan 2 fizik öğretmeninin görüşlerine başvurularak sağlanmıştır. Test bu hali ile araştırmaya katılacak grup dışında 24 öğrenciye uygulanmış, testin güvenilirlik katsayısı (Cronbach’s Alpha) $\alpha=0,75$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada testin güvenilirlik katsayısı (Cronbach’s Alpha) $\alpha=0,78$ olarak hesaplanmıştır.


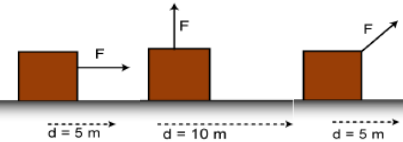
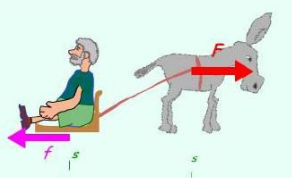
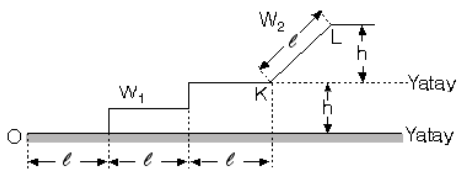
ii) Fizik Dersi Tutum Ölçeği: Bu çalışmada, öğrencilerin fen bilgisi dersine yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla Geban vd. (1994) tarafından geliştirilen ve güvenilirliği 0,83 olarak bulunan 15 maddelik 5’li Likert tipi Fen Dersine Yönelik Tutum ölçeği fizik dersine uyarlanarak kullanılmıştır. Olumlu tutum maddeleri "Tamamen Katılıyorum" (5 puan),

"Katılıyorum" (4 puan), "Kararsızım" (3 puan), "Katılmıyorum" (2 puan) ve "Hiç Katılmıyorum" (1 puan) verilerek, olumsuz tutum cümleleri ise tam tersi şekilde puanlanmıştır. Tutum ölçeği öğrencilerin Fizik dersine yönelik tutumlarını karşılaştırmak amacıyla uygulamadan önce ön-test, uygulamadan sonra ise son-test olarak uygulanmıştır. Testten alınabilecek en yüksek puan 75, en düşük puan ise 15'tir. Bu çalışmada testin güvenilirlik katsayısı (Cronbach's Alpha) $\alpha=0,84$ olarak bulunmuştur.

b) Uygulama

Materyallerin 5E Modeline göre uygulama süreci ve örnek ders etkinlikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Materyallerin 5E Modelinin aşamalarına göre uygulanması ve örnek etkinlik

Girme		<p>Öğrencilere, alternatif kavramalarını açığa çıkaracak sorular sorulmuş, verdikleri cevaplar ön bilgi veya mevcut bilgi olarak kaydedirilmştir.</p> <p>Örnek etkinlik: Ünlü haltercimiz Halil Mutlu halteri havada tutarken bilimsel anlamda iş yapar mı? Haltercimiz bu şekilde ileri geri hareket etse bilimsel anlamda iş yapmış olur mu?</p>
Keşfetme		<p>Öğrencilere çalışma yapraklarında sorunlar verilmiştir. Öğrencilere verilen sorunlara yönelik sorular sorularak kendi gruplarında tartışma yapmaları sağlanmış, sonuca ulaşmaları beklenmiştir.</p> <p>Gerekli durumda alt sorular sorularak öğrencilerin araştırma konusu üzerine odaklanmaları sağlanmıştır.</p> <p>Örnek etkinlik: Şekilde aynı kuvvetin farklı yönlerde aynı cisme aldırıldığı yollar verilmiştir. Buna göre yapılan işleri büyükten küçüğe doğru sıralayınız.</p>
Açıklama		<p>Öğrencilerin, çalışma yapraklarındaki cevapları sunmaları istenmiştir. Bu noktada öğrencilerin yeni oluşturdukları kavramlar, ders yazılımındaki animasyonlar ve filmler yardımıyla doğrulanmış veya çürütülmüştür. Böylece bilimsel bilgi öğretmen tarafından açıklanmıştır ve örnek problemler çözülmüştür.</p> <p>Örnek etkinlik: Bir kuvvet bir cisme uygulandığında onu kendi doğrultusunda hareket ettiriyorsa bu kuvvet iş yapmış olur. Aksi halde iş yapmaz (garson animasyonu örneği). Uygulanan kuvvet cisim ile aynı yönde ise pozitif iş yapmıştır (eşegin kızağı çekmesi). Zıt yönde ise (kızak ile yer arasındaki sürtünme kuvveti) negatif iş yapmıştır.</p>
Derinleşme		<p>Öğrencilere, alternatif kavramalarını gidermeye yönelik geliştirilen kavramsal değişim metinleri dağıtılmış ve alternatif kavramalar üzerinde tartışılarak çürütülmeye çalışılmıştır.</p> <p>Örnek etkinlik: Eşek sahibini sırtında taşısa bilimsel anlamda iş yapar mı? "İş" kavramının bilimsel anlamı günlük hayatta kullanılan "iş" ya da "meslek" kavramından çok farklıdır. Bilimsel anlamda "iş" eğer kuvvet bir cismi kendi doğrultusunda hareket ettiriyorsa bu kuvvet iş yapmış olur. Aksi halde iş yapmaz. Eşek sahibini sırtında taşısa kuvvet ile hareket doğrultusu farklı olduğundan yine iş yapılmış olmaz. Bu tanıma göre öğretmenlik bir meslek olmasına rağmen ders anlatan bir öğretmen bilimsel anlamda "iş" yapmaz</p>
Değerlendirme		<p>Çalışma yaprağının son kısmındaki soruların çözülmesi istenmiştir. Bu aşamada: <i>Burada yapılan işler farklı mıdır? Niçin böyle düşünüyorsun?</i> gibi açık uçlu sorular sorulmuştur. Ayrıca ders yazılımının sonunda bulunan kavram ile ilgili oyunu oynamaları ve konu ile ilişkisinin bulunması istenmiştir.</p> <p>Örnek etkinlik: (ÖSS Sorusu) Şekildeki O noktasından harekete başlayan bir çocuk yerden h yüksekliğindeki K noktasına merdivenle, buradan da h yüksekliğindeki L noktasına merdivensiz çıkıyor. Bu iki yol boyunca, yerçekimi kuvvetine karşı yapılan işler sırasıyla W1 ve W2 olduğuna göre bunlar arasındaki ilişki nasıldır? Niçin böyle düşünüyorsun?</p>

İş, Güç ve Enerji ünitesinin kazanımlarına yönelik ders yazılımı, çalışma yaprakları ve kavramsal değişim metinleri geliştirilmiş ve geliştirilen materyaller 5E modelinin aşamalarına (Girme, Keşfetme, Açıklama, Derinleşme, Değerlendirme) uygun olarak sınıf içinde uygulanmıştır. Materyallerin geçerliliğini artırmak için fizik alanında uzman 2 öğretim üyesi ve doktora yapan 2 fizik öğretmenin görüşlerine başvurulmuştur. Materyaller bu hali ile araştırmaya katılacak grup dışında 24 öğrenciye uygulanmış, son düzenlemeler yapıldıktan sonra uygulamaya başlanmıştır.

İş, Güç ve Enerji ünitesi altı hafta süreyle deney grubunda geliştirilen materyallerin desteğiyle 5E modeli uygulanırken, kontrol grubunda ise anlatım ve soru-cevap ağırlıklı geleneksel öğretim yöntemine göre dersler işlenmiştir.

c) Verilerin Analizi

Bu çalışmada açık uçlu ve iki aşamalı sorulardaki anlama düzeyini tespit etmek için kategoriler kullanılmıştır. Bu tip kategoriler literatürdeki çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Abraham et al. 1992). Açık uçlu sorulardaki anlama düzeyini tespit etmek için kullanılan kategoriler Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Açık uçlu soruları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri

Anlama Düzeyleri	Açıklama	Puan
Tam Anlama (TA)	Geçerli gerekçenin bütün yönlerini içeren cevaplar	4
Kısmen Doğru Anlama (KDA)	Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar	3
Spesifik Alternatif Kavrama ile Kısmî Anlama (SAKA)	Kavramın kısmen anlaşıldığını gösteren; fakat aynı zamanda alternatif kavrama da içeren cevaplar	2
Alternatif Kavrama (AK)	Bilimsel olarak yanlış olan cevaplar	1
Boş ve İlgisiz Cevaplar (Bİ)	Boş bırakılan ya da ilgisiz açıklamaları içeren cevaplar	0

İki aşamalı sorulardaki anlama düzeyini tespit etmek için kullanılan kategoriler Tablo 4’de gösterilmiştir. Tablo 4’de testin çoktan seçmeli içerik kısmına yanlış cevap verilmesine karşın doğru gerekçe ileri sürüldüğü takdirde 3 puan, buna karşın doğru cevap-yanlış gerekçe ileri sürdüklerinde 2 puan verilmiştir. Çünkü çoktan seçmeli testlerle yapılan ölçümlerde sorunun yapısına göre, bilinmediği halde yanlışlıkla doğru cevabın ve bilindiği halde yanlış cevabın verilme ihtimali vardır (Karataş, Köse & Coştu, 2003).

Tablo 4. İki aşamalı soruları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri

Anlama Düzeyleri	Açıklama	Değerlendirme Kriterleri	Puan
Tam Anlama (TA)	Çoktan seçmeli ve açıklama kısımlarının doğru olduğu cevaplar	Doğru Cevap-Doğru Gerekçe	4
Kısmen Doğru Anlama (KDA)	Çoktan seçmeli kısmın doğru, açıklamaların yetersiz olduğu cevaplar	Doğru Cevap - Kısmen Doğru Gerekçe	3
Kısmen Doğru Anlama (KDA)	Çoktan seçmeli kısmın yanlış, açıklamaların doğru olduğu cevaplar	Yanlış Cevap-Doğru Gerekçe	3
Doğru Cevap (DC)	Çoktan seçmeli kısımların Doğru ve açıklamaların boş olduğu cevaplar	Doğru Cevap - Yanlış Gerekçe	2
Alternatif Kavrama (AK)	Çoktan seçmeli kısımların yanlış ve açıklamalarda alternatif kavramalar içeren cevaplar	Yanlış Cevap-Yanlış Açıklama	1
Boş Cevap ve İlgisiz Açıklamalar (Bİ)	Çoktan seçmeli kısımların yanlış ve açıklamaların ilgisiz olduğu cevaplar	Boş Cevap-İlgisiz Açıklama	0

Testten alınabilecek en yüksek puan 72, en düşük puan ise 0'dır. Yukarıdaki kategorilere göre öğrencilerin puanları belirlendikten sonra deney ve kontrol gruplarının başarı testindeki karşılaştırmaları SPSS 13.0TM istatistik paket programı kullanılarak bağımsız-t testi, grupların kendi içlerinde karşılaştırılmaları ise bağımlı-t testi ile analiz edilmiştir.

BULGULAR

a) **Enerji Kavram Testinden Elde Edilen Bulgular:** Öğrencilerin EKT testine verdikleri cevaplar frekans ve yüzdeler halinde Tablo 5 ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5. Açık uçlu sorulara verilen cevapların yüzde ve frekansları

Soru		Deney grubu										Kontrol grubu										
		TA	%	KDA	%	SAKA	%	AK	%	Bİ	%	TA	%	KDA	%	SAKA	%	AK	%	Bİ	%	
1a	Ön	6	29	0	0	2	10	12	57	1	5	Ön	4	19	1	5	1	5	12	57	3	14
	Son	20	95	0	0	0	0	1	5	0	0	Son	16	76	1	5	1	5	1	5	2	10
1b	Ön	8	38	0	0	2	10	9	43	2	10	Ön	4	19	1	5	3	14	12	57	1	5
	Son	20	95	0	0	0	0	1	5	0	0	Son	14	67	0	0	2	10	2	10	3	14
2a	Ön	4	19	0	0	2	10	13	62	2	10	Ön	1	5	2	10	5	24	10	48	3	14
	Son	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Son	10	48	1	5	2	10	8	38	0	0
2b	Ön	4	19	1	5	3	14	10	48	3	14	Ön	2	10	0	0	2	10	12	57	5	24
	Son	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Son	11	52	0	0	2	10	6	29	2	10
9	Ön	4	19	2	10	3	14	4	19	8	38	Ön	5	24	0	0	3	14	3	14	10	48
	Son	14	67	0	0	1	5	1	5	5	24	Son	8	38	0	0	2	10	2	10	9	43
12a	Ön	7	33	1	5	2	10	7	33	4	19	Ön	8	38	2	10	3	14	4	19	4	19
	Son	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Son	19	90	0	0	0	0	2	10	0	0
12b	Ön	3	14	1	5	2	10	10	48	5	24	Ön	4	19	0	0	3	14	9	43	5	24
	Son	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Son	18	86	0	0	0	0	2	10	1	5
12c	Ön	6	29	0	0	1	5	10	48	4	19	Ön	8	38	1	5	3	14	7	33	2	10
	Son	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Son	18	86	0	0	0	0	3	14	0	0

Tablo 6. İki aşamalı sorulara verilen cevapların yüzde ve frekansları

Soru		Deney grubu										Kontrol grubu										
		TA	%	KDA	%	DC	%	AK	%	Bİ	%	TA	%	KDA	%	DC	%	AK	%	Bİ	%	
3	Ön	9	43	4	19	4	19	2	10	2	10	Ön	12	57	4	19	2	10	2	10	1	5
	Son	19	90	0	0	0	0	2	10	0	0	Son	16	76	1	5	2	10	1	5	1	5
4	Ön	3	14	2	10	2	10	13	62	1	5	Ön	2	10	0	0	2	10	17	81	0	0
	Son	17	81	0	0	0	0	4	19	0	0	Son	14	67	0	0	0	0	5	24	2	10
5	Ön	3	14	0	0	0	0	18	86	0	0	Ön	2	10	0	0	2	10	15	71	2	10
	Son	17	81	0	0	0	0	4	19	0	0	Son	12	57	0	0	2	10	5	24	2	10
6	Ön	2	10	1	5	1	5	16	76	1	5	Ön	0	0	2	10	1	5	18	86	0	0
	Son	4	19	8	38	0	0	9	43	0	0	Son	2	10	4	19	0	0	13	62	2	10
7	Ön	6	29	4	19	3	14	8	38	0	0	Ön	8	38	1	5	3	14	9	43	0	0
	Son	18	86	0	0	0	0	3	14	0	0	Son	16	76	1	5	0	0	3	14	1	5
8	Ön	14	67	0	0	3	14	2	10	2	10	Ön	14	67	0	0	3	14	3	14	1	5
	Son	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Son	18	86	0	0	1	5	1	5	1	5
10	Ön	6	29	0	0	3	14	9	43	3	14	Ön	2	10	4	19	2	10	9	43	4	19
	Son	15	71	1	5	3	14	2	10	0	0	Son	14	67	1	5	0	0	5	24	1	5
11a	Ön	9	43	3	14	3	14	3	14	3	14	Ön	9	43	4	19	5	24	1	5	2	10
	Son	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Son	18	86	0	0	1	5	2	10	0	0
11b	Ön	9	43	4	19	4	19	2	10	2	10	Ön	12	57	4	19	2	10	2	10	1	5
	Son	19	90	0	0	0	0	2	10	0	0	Son	16	76	1	5	2	10	1	5	1	5
11c	Ön	3	14	2	10	2	10	13	62	1	5	Ön	2	10	0	0	2	10	17	81	0	0
	Son	18	86	0	0	0	0	3	14	0	0	Son	16	76	1	5	0	0	4	19	0	0

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin EKT testinde açık uçlu sorulara verdikleri cevapların analizi sonucu elde edilen alternatif kavramalar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Deney ve kontrol gruplarına ait EKT sonuçlarının alternatif kavrama analizi

Alternatif Kavramalar	Soru	Deney				Kontrol			
		Öntest		Sontest		Öntest		Sontest	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Belirli eğik ve sürtünmesiz bir yükseklikten bırakılan cismin son hızı, yüksekliğe değil yüzeyin eğimine bağlıdır.	1a	12	59	1	5	13	63	1	5
	1b	9	44	1	5	13	63	2	10
	2a	14	67	0	0	11	54	8	38
	2b	11	52	0	0	13	63	6	29
Güçlü bir mikroskopla enerji görülebilir	3	2	7	2	10	2	8	1	5
İlk hız ile sürtünmesiz bir tepeye çıkıp inen bir cismin son hızı tepenin çıkış ve iniş eğimine bağlıdır.	4	15	70	4	19	18	83	5	24
	5	19	89	4	19	18	83	5	24
Eğimli sürtünmeli bir yüzeyden serbest bırakılan bir cismin kütlesi değişirse, ilk durduğu yerden farklı yerde durur.	6	18	85	9	42	18	88	13	62
Aynı cismi aynı yerden aynı yüksekliğe kaldıran bir çocuk ile bir yetişkin farklı iş yapar	7	8	37	3	14	10	46	3	14
Aynı yerden aynı kütleli üç araç farklı uzunluktaki yollardan aynı yüksekliğe çıkarlarsa, farklı miktarda potansiyel enerji kazanırlar.	8	2	11	0	0	3	13	1	5
“Harcanan enerji güçtür”, “Güç motorun uyguladığı maksimum kuvvettir” gibi kuvvet, iş, güç ve enerji kavramlarını birbirileri ile yanlış ilişkilendirme	9	5	22	1	5	3	13	2	10
Sıkıştırılan bir yayın diske aktaracağı enerji, diskin kütlesine bağlıdır	10	9	41	2	10	10	46	5	24
Bir sistemde kuvvet yoksa enerji yoktur. Hareket yoksa enerji yoktur.	11a	1	4	0	0	1	4	2	10
	11b	5	26	0	0	3	13	1	5
	11c	11	52	3	14	4	21	4	19
Serbest düşen bir cismin kütlesi değişmediğinden enerjisi değişmez. Cismin yüksekliği azaldığı için enerjisi azalır.	12a	7	33	0	0	4	17	2	10
Yere çarptığı anda bir cismin kinetik enerjisi biter, potansiyel enerjisi maksimum olur. Enerjisi biter, sonra tekrar artar	12b	10	48	0	0	10	46	2	10
Cisim yükseldikçe enerji artar.	12c	11	52	0	0	7	33	3	14

Tablo 7 incelendiğinde 5E Modeline göre geliştirilen materyallerle yapılan öğretimin, geleneksel öğretime göre kavramları anlama ve alternatif kavramaları gidermede daha başarılı olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin EKT testine verdikleri cevaplar Tablo 3 ve Tablo 4'e göre puanlandıktan sonra, öğrencilerin aldıkları toplam puanlar SPSS paket programında bağımsız gruplar için t-testi ile değerlendirilmiş aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Tablo 8. Deney ve kontrol gruplarına ait EKT sonuçlarının istatistiksel analizi

Test	Grup	N	\bar{X}		SS		t		p	
			öntest	sontest	öntest	sontest	öntest	sontest	öntest	sontest
EKT	Deney	21	24,5	48,7	4,0	2,9	0,3	3,5	0,56	0,01
EKT	Kontrol	21	24,1	42,0	4,7	8,1				

Tablo 8'de verilen istatistiksel analiz sonuçlarına göre, ön-test sonuçlarında p değeri 0,56 ($p > 0.05$) bulunmuştur. Bu sonuca bağlı olarak grupların uygulama öncesi puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı ve uygulama öncesine göre birbirine denk düzeyde bir duruma sahip oldukları görülmektedir. Uygulama sonrası deney ve kontrol grubunun EKT puanları arasında deney grubu lehinde anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

b) Fizik Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular: Öğrencilerin Fizik Tutum Ölçeğinde “Dersler içinde fizik dersi sevimsiz gelir.”, “Fiziğin günlük yaşamda çok önemli yeri vardır.”, “Düşünce sistemimizi geliştirmede fizik dersi önemlidir.” gibi tutum cümlelerine verdikleri puanlar, SPSS paket programında bağımsız gruplar için t-testi ile değerlendirildikten sonra aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Tablo 9. Deney ve kontrol gruplarına ait FTÖ sonuçlarının istatistiksel analizi

Test	Grup	N	\bar{X}		SS		t		p	
			Öntest	sontest	öntest	sontest	öntest	sontest	öntest	sontest
FTÖ	Deney	21	50,5	59,2	9,3	5,7	1,6	3,2	0,2	0,01
FTÖ	Kontrol	21	53,6	50,0	8,2	11,9				

Tablo 9 incelendiğinde, deney grubunun son-test puanlarının birbirinden farklı bir dağılım gösterdiği, deney grubunun aritmetik ortalaması 50,5 den 59,2'ye çıkarken standart sapması 9,3'den 5,7'ye düştüğü görülmüştür. Kontrol grubunun aritmetik ortalaması 53,6'dan 50'ye düşerken standart sapması 8,2'den 11,9'a çıktığı görülmektedir. Bu grupların son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Deney grubunun standart sapmasının uygulama öncesine göre küçük bir değerde olması deney grubunun grup içinde homojenliğinin artmış olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA

Kavramsal değişim yöntemlerinden çalışma yaprakları, kavramsal değişim metinleri ve ders yazılımının 5E modelinin aşamaları içinde kullanılması ders öğretmenine birden çok yöntemi aynı derste kolaylıkla kullanmasına imkân tanınmasının yanında, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olmalarını ve kavramları daha iyi anlamalarını sağlamıştır. Bu sonuç 5E Modeline göre işlenen fizik derslerinin başarılı olduğuna yönelik çalışmalarla uyum göstermektedir (Ergin, 2006; Özsevgeç, 2006; Özsevgeç vd, 2006; Sağlam, 2006).

Kontrol grubuna göre kavramları doğru anlama yönünden daha başarılı olan deney grubunda, bazı öğrencilerin ön-teste verdikleri cevaplarının değişmediği, bu öğrencilerin

alternatif kavramalarını korudukları görülmüştür. Bu durum, kavramsal değişim sonucunda öğrencilerin fikirlerinin tamamen değiştirilemediğini ifade eden çalışmaların sonuçlarıyla uygunluk göstermektedir (Özkan, Tekkaya & Geban, 2004; Ceylan et al, 2003; Demircioğlu, Demircioğlu & Ayas, 2004)

Deney ve kontrol gruplarının, sorulara verdikleri cevapların madde bazında Tam Anlama kategorisindeki yüzde ve frekansları karşılaştırıldığında (Tablo 5 ve Tablo 6), genellikle deney grubu öğrencilerinin hem açık uçlu hem de iki aşamalı sorulara verdikleri Tam Anlama kategorisine alınan cevapların doğruluk düzeylerinin kontrol grubu öğrencilerine göre yüksek olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol gruplarının her ikisinde de, testin açık uçlu sorularına verilen cevapların doğruluk düzeyinde öğretimden sonra artma görülmüştür. Fakat bu artış deney grubunda, kontrol grubuna göre daha fazladır.

Öğrencilerin enerji kavramını anlamalarını, enerjinin iş kavramından yola çıkılarak anlatılmasının güçleştirmesine rağmen (Watts, 1983; Solomon, 1982, 1983; Diakidoy *et al.* 2003), bu kavramın daha iyi anlaşılmasında; enerjinin korunumu ilkesinin sürekli vurgulandığı deneyler, video görüntüleri, oyunlar ve animasyonların etkisinin olduğu görülmektedir. Öğrenciler sistemlerle enerjiyi bir bütün olarak düşünebilmekte “enerjinin korunumu” ilkesini kullanarak enerji transferi, enerjinin ısıya dönüşmesi gibi kavramları daha iyi analiz edebilmektedirler. Bu sonuç enerji kavramının, enerjinin korunumu ilkesinden başlayarak öğretildiği çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Driver & Warrington, 1985; Kirkwood & Carr, 1989; Heuleven & Xueli, 2001; Ametler & Pinto, 2002).

Enerji kavramının daha iyi anlaşılabilmesi için kullanılan materyallerde halterci, zıplayan top ve dünyaya girerken parçalanan meteorlar gibi sürekli günlük yaşamla ilişkili örneklerin verilmesi öğrencilerin ilgilerini çekmiş, onların fiziğe karşı tutumlarına da etki etmiştir. Tablo 8 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin sontest FTÖ puan ortalamalarının kontrol grubu öğrencilerinin ortalamalarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna göre yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı materyallerle yürütülen derslerin öğrencilerin ilgisini çektiği söylenebilir. Çalışma yapıklarını doldurmaları, bu esnada tartışmaları, ders yazılımının içeriğinde bulunan oyunlar, oyun biçimine getirilmiş testler ve konu hakkındaki videolar onları hem eğlendirmiş hem de öğrenmelerini sağlamıştır. Öğrenciler fizik dersine karşı olumlu tutum geliştirmişlerdir. Buradan, öğrencilerin öğrenci merkezli dersler istedikleri ve bu şekilde öğrenmelerinin kolaylaştığı; yapılandırmacı öğrenmeye dayalı öğretimde öğrencilerin fizik dersine yönelik olumlu tutumlarının artacağı söylenebilir. Bu sonuç (Ergin, 2006; Kurt 2002; Özsevgeç, 2006; Özsevgeç vd, 2006; Sağlam 2006; Taş, 2006)’ın yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun geliştirilen materyallerle işlenen derslerdeki etkinliklerin zevkli olmasından dolayı derse katılımı artırdığı şeklindeki sonuçları ile paralellik göstermektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu verilere göre; yapılandırmacı öğrenme kuramına göre geliştirilen birden fazla öğretim yöntemini içeren materyallerin 5E modelinin aşamalarına göre uygulanmasının öğretmenlere dersin işlenişinde kolaylık sağladığı, bu modelin fizik derslerinde uygulanmasının öğrencilerin başarılarını artırmada ve alternatif kavramalarını gidermede de etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca öğretimde farklı materyaller kullanmanın, konuları günlük hayatla bütünleştirmenin, kullanılan materyallerin görsel anlamda zenginleştirilmesinin, kavramları oyunlarla ve video gösterimleriyle birleştirmenin, öğrencinin; eğitim ve öğretim faaliyetlerinin içinde aktif olarak yer almasının, onların fizik dersine karşı olan olumsuz tutumlarını gidermek ve onlara fiziği sevdirmek açısından önemli olduğu söylenebilir. Bu

sonuç, yapılandırmacı öğrenme öğrencilerin alternatif kavramalarını gidermenin yanında onların tutumlarının değişmesine de yardımcı olduğunu belirleyen çalışmalarla uyumaktadır (Hynd, 2001; Peers, Diezmann & Watters, 2003).

Bu çalışmanın sonuçları dikkate alınarak, öğretmenlerin sürekli aynı öğretim yöntemleri kullanmaları yerine 5E Modeli gibi farklı öğretim modellerinin her bir aşamasında sürekli farklı yöntemlerin kullanılması öğrencilerin derse olan ilgilerini sürekli tutacağı söylenebilir. Ayrıca konuları yetiştirme kaygısından dolayı imkânları olmasına rağmen birçok deneyi zaman alabileceği düşüncesiyle yapmayan öğretmenlerin (Kurt 2002) bu deneylere alternatif kolay fen deneylerini çalışma yaprakları ile birlikte kullanmaları ve mümkün olduğunca çok görsel materyaller kullanarak anlaşılması zor olan soyut kavramları somutlaştırmaları önerilmektedir. Ayrıca derste tahtaya yazılarak zaman kaybedilmesine neden olan soru, şekil ve açıklamalar ders yazılımı kullanılarak yapılırsa öğretmen için zaman tasarrufu olacak ve öğrencileri ile daha fazla iletişime geçecektir. Bu bağlamda farklı metotların bir arada kullanılması yönteminin diğer fen ve fizik konularında da uygulanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abraham, M. R. Grzybowski, E. B. Renner, J. W. & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.
- Ametler, J. & Pinto, R. (2002). Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, 24(3), 285-312.
- Ayas, A., 1995. Fen bilimlerinde program geliştirme ve uygulama teknikleri üzerine bir çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 149-155.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart & Wintson, New York.
- Brna, P. & Burton, M. (1997). Modelling students collaborating while learning about energy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 133,193-204.
- Bybee, R.W. & Landes, N.M. (1990). Science for life and living: An elementary school science program from the biological sciences curriculum study. *The American Biology Teacher*, 52(2), 92-98.
- Carin, A.A & Bass, J.E. (2000). *Methods for Teaching Science as Inquiry*. Prentice Hall College, United Kingdom.
- Ceylan, E. Azizoğlu, N. Ertepinar, H. & Geban, Ö. (2003). Kavramsal değişim yaklaşımının kimyasal değişim ve kütle korunumu kavramlarını anlamaya etkisi, *XVII. Ulusal Kimya Kongresi*, İstanbul.
- Chambers, S. K. & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123.
- Çalık, M. (2006). *Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözümler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çepni, S., Bacanak, A. & Gökdere, M. (2001). Bir model: Geleceğin fen sınıfları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri (KUYEB)*, 1(2), 277-293
- Dawson, T. L., & Stein, Z. (2008). Cycles of research and application in education: Learning pathways for energy concepts. *Mind, Brain & Education*, 2(2), 90-103.,
- Demircioğlu, H. Demircioğlu, G. & Ayas, A. (2004). Kavram yanlışlarının çalışma yapılarıyla giderilmesine yönelik bir çalışma, *Milli Eğitim Dergisi*, 163, 120-130.
- Diakidoy, I.A.N. Kendeou, P.& Ioannides, C. (2003). Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 335-356.
- Domenech, J. L. Gil-perez, D. Gras-marti, A. Guisasola, J. Torregrosa, J.M. Salinas, J. Trumper, R. Valdes, P. & Vilches, A. (2007). Teaching of energy issues: A debate proposal for a global reorientation. *Science & Education*, 16, 43-64.
- Driver, R. & Warrington, L. (1985). Students' use of the principle of energy conservation in problem situations. *Physics Education*, 20, 171-176.
- Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school - empirical results from the Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19, 59-66.
- Ebenezer, J. V. & Fraser, M. D. (2001). First year chemical engineering students' conception of energy in solution processes: Phenomenographic categories for common knowledge construction. *Science Education*, 85, 509-535.
- Eisen, Y.& Stavy, R. (1988). Students' understanding of photosynthesis. *American Biology Teacher*, 50, 208-212.

- Else, M. (1988). Transferring not transforming energy. *School Science Review*, 69 (248), 427-437.
- Ergin, İ. (2006). *Fizik eğitiminde 5E Modelinin öğrencilerin akademik başarısına, tutumuna ve hatırlama düzeyine etkisine bir örnek: "iki boyutta atış hareketi"*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Geban, Ö. Ertanpınar, H. Yılmaz, G. Atlan, A. & Şahpaz, F. (1994). Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin fen bilgisi başarılarına ve fen bilgisine ilgilerine etkisi. *I. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri*. Buca Eğitim Fakültesi, İzmir.
- Heuleven A. Zou Xueli. (2001). Multiple representations of work-energy processes. *American Journal of Physics*, 69(2), 184-194.
- Hırça, N. Çalık, M. & Akdeniz, F. (2008). Investigating grade 8 students' conceptions of 'energy' and related concepts. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 5(1), 77-89.
- Hynd, C. (2001). Persuasion and its role in meeting educational goals. *Theory into Practice*, 40(4), 270-277.
- İpek, H. & Çalık, M. (2008). Combining different conceptual change methods within four-step constructivist teaching model: A sample teaching of series and parallel circuits. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(3), 143-153.
- Karasar, N. (2006). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karataş, F.Ö. Köse, S. & Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Keser, Ö.F. Özmen, H. & Akdeniz, F. (2003). Energy, environment and education relationship in developing countries' policies: A case study for Turkey. *Energy Sources*, 25, 123-133.
- Kirkwood, V. & Carr, M. (1988) Final report: Learning in science project (energy), centre for. *Science and Mathematics Education Research*, University of Waikato, Hamilton.
- Kirkwood, W. & Carr, M. (1989). A Valuable teaching approach: Some insights from LISP energy. *Physics Education*, 24, 332-334.
- Kurt, Ş. (2002). *Fizik öğretiminde yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun çalışma yapılarının geliştirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Martin, D. J. (1997). *Elementary science methods. A constructivist approach*. Kennesaw State Collage, Delmar Publishers.
- Nakiboğlu, C. (2006). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Yanlış Kavramalar. (Edit.: Mehmet Bahar) *Fen ve Teknoloji Öğretimi*(s.191-217) Ankara: Pegema Yayıncılık.
- Özkan, Ö. Tekkaya, C. & Geban, Ö. (2004). Facilitating conceptual change in students' understanding of ecological concepts, *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 95-105.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı constructivist öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, <http://tojet.net/articles/3114.htm>, (16.12. 2004).
- Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E Modeline göre geliştirilen öğrenci rehber materyalinin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2) 36-48.
- Özsevgeç, T., Çepni, S. & Özsevgeç, L. (2006). 5E Modelinin kavram yanılgılarını gidermedeki etkililiği: Kuvvet-hareket örneği. *7. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, 7-9 Eylül, Ankara.

- Peers, C. E., Diezmann, C. M. & Watters, J. J. (2003). Supports and concerns for teacher professional growth during the implementation of a science curriculum innovation. *Research in Science Education*, 33, 89-110.
- Renström, L. Andersson, B. & Marton, F. (1990). Student's conceptions of matter. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 555-569.
- Sağlam, M. (2006). *Işık ve ses ünitesine yönelik 5E etkinliklerinin geliştirilmesi ve etkililiğinin değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Solomon, J. (1982). How children learn about energy or does the first law come first?. *School Science Review*, 63(224), 415-422.
- Solomon, J. (1983). Messy, contradictory and obstinately persistent: a study of children's out of school ideas about energy. *School Science Review*, 65(231), 225-229.
- Taber, K. S. (1989). Energy-by many other names. *School Science Review*, 70(252), 57-62.
- Taş, E, Köse, S. & Çepni S. (2006). Bilgisayar destekli öğretim materyalinin fotosentez konusunu anlamaya etkisi. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(2), 163-171
- Türk, F. & Çalık, M. (2008). Using different conceptual change methods embedded within 5E model: A sample teaching of endothermic – exothermic reactions. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), Article 5.
- Watts, D. M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, 18, 213-217.

Effects of Guide Materials Based on 5E Model on Students' Conceptual Change and Their Attitudes towards Physics: A Case for 'Work, Power and Energy' Unit

Necati HIRÇA¹ , Muammer ÇALIK², Sabriye SEVEN³

¹ Asst.Prof.Dr., Harran University, Education Faculty, Elementary Dept., Şanlıurfa-TURKEY

² Assoc.Prof.Dr., Karadeniz Technical University, Fatih Education Faculty, Elementary Dept., Trabzon-TURKEY

³ Assoc.Prof.Dr., Atatürk University, Kazım Karabekir Education Faculty, Elementary Dept., Erzurum-TURKEY

Received: 04.11.2009

Revised: 06.11.2010

Accepted: 16.11.2010

The original language of article is Turkish (v.8, n.1, March 2011, pp.139-152)

Keywords: Work; Power; Energy; Conceptual Change; 5E Model.

SYNOPSIS

INTRODUCTION

A few studies have reported that various approaches in teaching 'energy' concept—especially constructivist learning approach—are effective in overcoming students' alternative conceptions (Ametler & Pinto, 2002; Brna & Burton, 1997; Driver & Warrington, 1985; Heuleven & Xueli, 2001; Kirkwood & Carr, 1989; Kurt, 2002). For example, Driver and Warrington (1985) devised simple mechanical systems and deduced that beginning with 'energy conversion' makes teaching of the concept 'energy' easy. Kurt (2002) exploited worksheets to teach 'energy' concepts whilst Brna and Burton (1997) used their designed games in teaching 'energy conversion'. Further, Taş et al. (2006) implemented computer-aided software while Kirkwood and Carr (1989), Heuleven and Xueli (2001) and Ametler and Pinto (2002) devised and carried out schemas, figures and pictures of the concept 'energy'. Kirkwood and Carr (1988) exploited class-discussion, brain-storming and posters of the concept 'energy' to teach sources of energy, its conversion and its types.

The foregoing studies carried out only one conceptual change method such as computer-aided learning, picture, figure, conceptual change text, worksheet and so on and found out its effectiveness rather than focusing on a learning approach precisely. However, using only one conceptual change method may lead to appear their disadvantages (Çalık, 2006; İpek & Çalık, 2008; Türk & Çalık, 2008). Using these methods such as worksheets, conceptual change texts and computer software frequently may be boring for students and inhibit to achieve effective results (Çalık, 2006; Chambers & Andre, 1997). For these reasons, this study preferred using different conceptual change methods; that is, (i) to make the concept 'energy' concrete computer animations were used (ii) to overcome students' misconceptions, conceptual change



texts were exploited and, (iii) to enable students to participate in course actively within their learning experiences, worksheets were preferred. This study not only intends to investigate effect of instruction based on 5E model on conceptual change in unit ‘work, power and energy’ but also to explore how these developed materials influence students’ attitudes towards physics.

METHODOLOGY

Within the quasi-experimental methodology (Karasar, 2006), control and experimental groups (21 students for each one) were randomly assigned. While the experimental group was exposed to 5E learning model incorporating in educational software, worksheets and conceptual change texts, the control one was taught as usual without any intervention.

a) Data Collection Tools

i) Energy Concept Test: Energy concept test with totally 18 questions was developed based on earlier studies (i.e. Dawson & Stein, 2008; Diakidoy, Kendeou & Ioannides, 2003; Duit, 1984; Hırça et al., 2008). Its Cronbach's alpha reliability coefficient was found 0.75.

ii) Physics Attitude Scale: A 15 item physics attitude scale consisted of a five rate Likert-type ranging from strongly agree to strongly disagree. This scale was developed by Geban vd. (1994) to measure students' attitudes toward science. Taking the present study's aim into account, it was adapted into physics subject. Its Cronbach's alpha reliability coefficient was calculated as 0.83.

b) Data Analysis

In analyzing data, students' responses were categorized according to the criteria suggested by Abraham *et al.* (1994): **Sound Understanding (SU)** (4 points) for responses that included all components of the validated answers, **Partial Understanding (PU)** (3 point) for responses that included at least one of the components of a validated response, but not all the components, **Partial Understanding with Specific Alternative Conception (PUSA)** (2 point) for responses that showed understanding of the concept, but also made statements which demonstrated a misunderstanding, **Specific Alternative Conceptions (SAC)** (1 point) for responses that included illogical or incorrect information, and **No Understanding (NU)** (zero point) for responses that consisted of the repeating question; irrelevant or unclear response; or no response. For the two-tier questions, the following criteria were employed: **Sound Understanding (SU)** where both tiers are correct (4 Points), **Partial Understanding (PU)** where one of the tiers is incorrect or insufficient (3 Points), **Correct Choice (CC)** where only the first tier is correct and the second one is blank (2 Points), **Specific Alternative Conception (SAC)** where the first tier is incorrect and the second one contains specific alternative conception(s) (1 Point), **No Understanding (NU)** (zero point) for responses that consisted of the repeating question; irrelevant or unclear response; or no response. Then, total score of each student was computed and input was loaded into SPSS 13.0TM to conduct independent t-test.

RESULTS

a) Findings obtained from the Energy Concept Test: Frequencies and percentages of grade 10 students' responses to the Energy Concept Test were presented in Tables 1-2.

Table 1. Frequencies of the grade 10 students' responses to open-ended questions

Item	Experimental Group										Control group											
	SU	%	PU	%	PUSA	%	SAC	%	NU	%	SU	%	PU	%	PUSA	%	SAC	%	NU	%		
1a	Pre	6	29	0	0	2	10	12	57	1	5	Pre	4	19	1	5	1	5	12	57	3	14
	Post	20	95	0	0	0	0	1	5	0	0	Post	16	76	1	5	1	5	1	5	2	10
1b	Pre	8	38	0	0	2	10	9	43	2	10	Pre	4	19	1	5	3	14	12	57	1	5
	Post	20	95	0	0	0	0	1	5	0	0	Post	14	67	0	0	2	10	2	10	3	14
2a	Pre	4	19	0	0	2	10	13	62	2	10	Pre	1	5	2	10	5	24	10	48	3	14
	Post	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Post	10	48	1	5	2	10	8	38	0	0
2b	Pre	4	19	1	5	3	14	10	48	3	14	Pre	2	10	0	0	2	10	12	57	5	24
	Post	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Post	11	52	0	0	2	10	6	29	2	10
9	Pre	4	19	2	10	3	14	4	19	8	38	Pre	5	24	0	0	3	14	3	14	10	48
	Post	14	67	0	0	1	5	1	5	5	24	Post	8	38	0	0	2	10	2	10	9	43
12a	Pre	7	33	1	5	2	10	7	33	4	19	Pre	8	38	2	10	3	14	4	19	4	19
	Post	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Post	19	90	0	0	0	0	2	10	0	0
12b	Pre	3	14	1	5	2	10	10	48	5	24	Pre	4	19	0	0	3	14	9	43	5	24
	Post	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Post	18	86	0	0	0	0	2	10	1	5
12c	Pre	6	29	0	0	1	5	10	48	4	19	Pre	8	38	1	5	3	14	7	33	2	10
	Post	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Post	18	86	0	0	0	0	3	14	0	0

Table 2. Percentages and frequencies of the grade 10 students' responses to two-tier questions

Item	Experimental Group										Control group											
	SU	%	PU	%	CC	%	SAC	%	NU	%	SU	%	PU	%	CC	%	SAC	%	NU	%		
3	Pre	9	43	4	19	4	19	2	10	2	10	Pre	12	57	4	19	2	10	2	10	1	5
	Post	19	90	0	0	0	0	2	10	0	0	Post	16	76	1	5	2	10	1	5	1	5
4	Pre	3	14	2	10	2	10	13	62	1	5	Pre	2	10	0	0	2	10	17	81	0	0
	Post	17	81	0	0	0	0	4	19	0	0	Post	14	67	0	0	0	0	5	24	2	10
5	Pre	3	14	0	0	0	0	18	86	0	0	Pre	2	10	0	0	2	10	15	71	2	10
	Post	17	81	0	0	0	0	4	19	0	0	Post	12	57	0	0	2	10	5	24	2	10
6	Pre	2	10	1	5	1	5	16	76	1	5	Pre	0	0	2	10	1	5	18	86	0	0
	Post	4	19	8	38	0	0	9	43	0	0	Post	2	10	4	19	0	0	13	62	2	10
7	Pre	6	29	4	19	3	14	8	38	0	0	Pre	8	38	1	5	3	14	9	43	0	0
	Post	18	86	0	0	0	0	3	14	0	0	Post	16	76	1	5	0	0	3	14	1	5
8	Pre	14	67	0	0	3	14	2	10	2	10	Pre	14	67	0	0	3	14	3	14	1	5
	Post	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Post	18	86	0	0	1	5	1	5	1	5
10	Pre	6	29	0	0	3	14	9	43	3	14	Pre	2	10	4	19	2	10	9	43	4	19
	Post	15	71	1	5	3	14	2	10	0	0	Post	14	67	1	5	0	0	5	24	1	5
11a	Pre	9	43	3	14	3	14	3	14	3	14	Pre	9	43	4	19	5	24	1	5	2	10
	Post	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Post	18	86	0	0	1	5	2	10	0	0
11b	Pre	9	43	4	19	4	19	2	10	2	10	Pre	12	57	4	19	2	10	2	10	1	5
	Post	19	90	0	0	0	0	2	10	0	0	Post	16	76	1	5	2	10	1	5	1	5
11c	Pre	3	14	2	10	2	10	13	62	1	5	Pre	2	10	0	0	2	10	17	81	0	0
	Post	18	86	0	0	0	0	3	14	0	0	Post	16	76	1	5	0	0	4	19	0	0

As can be seen from Table 3, p value for Energy Concept Test (ECT) used as a pre-test was found 0.56 ($p > 0.05$). This means that before intervention experimental and control groups had similar features and that there was no statistically significant difference between them. After the intervention, it was elicited that there was a significant difference between the experimental and the control groups in favor of the experimental one ($p < 0.05$).

Table 3. Results of the independent t-test for pre- and post-test scores in the ECT

Test	Group	N	\bar{X}		Standard Deviation		t		p	
			Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
ECT	Experimental	21	24,5	48,7	4,0	2,9	0,3	3,5	0,56	0,01
ECT	Control	21	24,1	42,0	4,7	8,1				

b) Findings obtained from the Physics Attitude Scale (PAS): The findings of the Physics Attitude Scale were presented in Table 4.

Table 4. Results of the independent t-test for pre- and post-test scores in the PAS

Test	Group	N	\bar{X}		Standard Deviation		t		p	
			Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
PAS	Experimental	21	50,5	59,2	9,3	5,7	1,6	3,2	0,2	0,01
PAS	Control	21	53,6	50,0	8,2	11,9				

As seen from Table 9, for physics attitude scale, after the intervention, it was found that there was statistically significant difference between the experimental and the control groups in favor of the experimental one ($p < 0.05$). A decrease in standard deviation of the experimental group after the intervention means that there was an increase in homogeneity within the experimental group.

DISCUSSION

This study purposed to eliminate students' misconceptions completely by means of combining different conceptual change methods within 5E model. But it was deduced that even though most of the students' misconceptions was remedied, some of them were still resistant to change. This result is consistent with those of related studies (Ceylan, Azizoglu, Ertepinar et al, 2003; Demircioglu, Demircioglu & Ayas, 2004; Ozkan, Tekkaya & Geban, 2004).

Even if students have difficulty in understanding 'energy' and 'work' concepts scientifically (Diakidoy *et al.* 2003; Solomon, 1982,1983; Watts, 1983) the current study taught the concept 'energy' via graphics, games, videos and animations by using 'energy conservation' principle, thereby, students may have considered 'energy' as a whole and analyzed systems using this notion. This result is in a harmony with related studies where the concept 'energy' was instructed by beginning with the 'energy conservation' principle (Ametler & Pinto, 2002; Driver & Warrington, 1985; Heuleven & Xueli, 2001; Kirkwood & Carr, 1989).

CONCLUSION AND SUGGESTIONS

In the light of the results, it can be concluded that the current study combining different conceptual change methods within 5E model is effective not only in enhancing students' achievement but also in increasing homogeneity within class and in overcoming students' misconceptions and in boasting students' attitudes towards physics. In other words, constructivist learning approach not only remedied students' misconceptions but also helped the students to modify their attitudes (Hynd, 2001; Peers et al. 2003). If one conceptual change method is frequently used, students will find it boring. Therein, different conceptual change methods embedded within 5E model should be employed in regard to type and content of subject.

REFERENCES

- Abraham, M. R. Grzybowski, E. B. Renner, J. W. & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.
- Ametler, J. & Pinto, R. (2002). Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, 24(3), 285-312.
- Ayas, A., 1995. Fen bilimlerinde program geliştirme ve uygulama teknikleri üzerine bir çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 149-155.
- Brna, P. & Burton, M. (1997). Modelling students collaborating while learning about energy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 133,193-204.
- Ceylan, E. Azizoglu, N. Ertepinar, H. & Geban, Ö. (2003). Kavramsal değişim yaklaşımının kimyasal değişim ve kütleinin korunumu kavramlarını anlamaya etkisi, *XVII. Ulusal Kimya Kongresi*, İstanbul.
- Chambers, S. K. & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123.
- Çalık, M. (2006). *Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözeltiler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H. Demircioğlu, G. & Ayas, A. (2004). Kavram yanlışlarının çalışma yapılarıyla giderilmesine yönelik bir çalışma, *Milli Eğitim Dergisi*, 163, 120-130.
- Diakidoy, I.A.N. Kendeou, P.& Ioannides, C. (2003). Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 335-356.
- Driver, R. & Warrington, L. (1985). Students' use of the principle of energy conservation in problem situations. *Physics Education*, 20, 171-176.
- Geban, Ö. Ertanpinar, H. Yılmaz, G. Atlan, A. & Şahpaz, F. (1994). Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin fen bilgisi başarılarına ve fen bilgisine ilgilerine etkisi. *I. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri*. Buca Eğitim Fakültesi, İzmir.
- Heuleven A. Zou Xueli. (2001). Multiple representations of work-energy processes. *American Journal of Physics*, 69(2), 184-194.
- Hynd, C. (2001). Persuasion and its role in meeting educational goals. *Theory into Practice*, 40(4), 270-277.
- İpek, H. & Çalık, M. (2008). Combining different conceptual change methods within four-step constructivist teaching model: A sample teaching of series and parallel circuits. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(3), 143-153.
- Karasar, N. (2006). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kirkwood, V. & Carr, M. (1988) Final report: Learning in science project (energy), centre for. *Science and Mathematics Education Research*, University of Waikato, Hamilton.
- Kirkwood, W. & Carr, M. (1989). A Valuable teaching approach: Some insights from LISP energy. *Physics Education*, 24, 332-334.
- Kurt, Ş. (2002). *Fizik öğretiminde yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun çalışma yapılarının geliştirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özkan, Ö. Tekkaya, C. & Geban, Ö. (2004). Facilitating conceptual change in students' understanding of ecological concepts, *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 95-105.

- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı constructivist öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, <http://tojet.net/articles/3114.htm>, (16.12. 2004).
- Peers, C. E., Diezmann, C. M. & Watters, J. J. (2003). Supports and concerns for teacher professional growth during the implementation of a science curriculum innovation. *Research in Science Education*, 33, 89-110.
- Solomon, J. (1982). How children learn about energy or does the first law come first?. *School Science Review*, 63(224), 415-422.
- Solomon, J. (1983). Messy, contradictory and obstinately persistent: a study of children's out of school ideas about energy. *School Science Review*, 65(231), 225-229.
- Taş, E, Köse, S. & Çepni S. (2006). Bilgisayar destekli öğretim materyalinin fotosentez konusunu anlamaya etkisi. *Internatinal Journal of Environmental and Science Education*, 1(2), 163-171
- Türk, F. & Çalık, M. (2008). Using different conceptual change methods embedded within 5E model: A sample teaching of endothermic – exothermic reactions. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), Article 5.
- Watts, D. M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, 18, 213-217.