

Üç Aşamalı Test, Kavram Haritası ve Analoji Kullanılarak Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi*

Determination of Secondary School Students' Misconceptions about the Electric Current Using a Three Tier Test, Concept Maps and Analogies

Işıl AYKUTLU** Ahmet İlhan ŞEN***

Hacettepe Üniversitesi

Öz

Nitel araştırma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmada, 11. sınıfta okuyan lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgıları üç aşamadan oluşan elektrik kavram testi, kavram haritası etkinlik formu ve elektrik kavramları benzetim formu kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma üç farklı ortaöğretim okulundan, toplam 97 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin, elektrik akımı konusunda geçmekte olan akım, direnç, potansiyel fark, üretici/pil ve basit elektrik devresi kavramları ile ilgili kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin sahip olduğu "Akım, üretici/pil'de depo edilir" kavram yanılgısının elektrik kavram testi, kavram haritaları ve analogiler yardımıyla belirlendiği görülmüştür. Kavram yanılgılarının belirlenmesinde kavram testlerinin yanı sıra, tamamlayıcı ölçme-değerlendirme aracı olarak kavram haritaları ve analogilerin de araştırma sonucunda kullanılabileceği söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: Elektrik akımı, kavram yanılgısı, üç aşamalı test, kavram haritası, analogi.

Abstract

Qualitative research methodologies were used in this research to find the misconceptions of secondary school students about the electric current. Data were collected through the Electricity Concept Test with a three tier test, concept mapping activity sheet and electric-related concepts analogy sheet. A total of 97 students from three different secondary schools participated in the study. The research concluded that students had misconceptions about some concepts related to the electric current such as current, resistance, potential difference, generator/ battery and simple electric circuit. The misconception that students have about electric current as "The current is stored in the generator/battery" was indicated through the Electricity Concept Test, concept maps and analogies. In the light of this research study, it is suggested that in addition to concept tests, concept maps and analogies can be used in determining misconceptions.

Keywords: Electric current, misconception, three tier test, concept map, analogy.

Summary

Purpose

It was found in the literature that, in physics, being a rather challenging and unsympathetic course, students had various misconceptions, particularly about electric current topic (Asami,

* Bu çalışma Işıl AYKUTLU'nun doktora tezinin bir kısmını kapsamaktadır.

** Dr., Işıl AYKUTLU, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi OFMA Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, aykutlu@hacettepe.edu.tr

*** Prof. Dr., Ahmet İlhan ŞEN, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi OFMA Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, ailhan@hacettepe.edu.tr

King, & Monk, 2000; Cohen, Eylon, & Ganiel, 1982; Çepni & Keleş, 2006; Demirci & Çirkinoglu, 2004; Dilber & Düzgün, 2008; Duit & Rhöneck, 1997; Küçükközer, 2003; Lee & Law, 2001; Sencar & Eryılmaz, 2002; Shipstone et al., 1988). In order the misconceptions to be overcome so as to enable meaningful learning, students' levels of readiness should be determined with the aim of changing the previously created misconceptions with the scientifically accurate knowledge before the new knowledge is introduced (Smith et al., 1993). Literature suggests that a single assessment tool was made use in almost all of the studies in determining students' misconceptions. The essence of this study comes from its tendency to compare and contrast the data obtained from alternative assessment tools. These conclusions are expected to contribute not only to the field education, but also to the utilization and development of further assessment tools. This research focused on the utilization of analogies, concept maps and three tier tests in determining students' misconceptions about the electric current.

Method

During the spring semester of 2008 – 2009, a total of 97 grade 11 students from the science tracks of three different secondary schools participated in the study. In order to find out whether analogies, three tier tests and concept maps could be used in determining students' misconceptions about the electric current, participating students were administered the "Elektricit Concept Test (ECT)", "Concept Mapping Activity Sheet (CMAS)" and "Electric Concepts Analogy Sheet (ECAS)" before and after the teaching of the electric current. Teachers teaching the electric current were not guided in their teaching methods during the research. The data collected via the data collection tools were analyzed through qualitative statistical analysis. With the aim of supporting the obtained data, 20% of each participating class was interviewed through semi-structured interviews.

Results and Conclusion

The findings obtained from the ECT, CMAS and ECAS show that the students had various misconceptions about the electric current, potential difference, resistance, generator/ battery and simple electric circuits both before and after the teaching of the topic. The findings obtained through three different assessment tools were analyzed and it was concluded that concept tests, concept maps and analogies can be used in determining students' misconceptions. Some of the misconceptions determined in the light of the findings were reflected in all of the assessment tools, while some other misconceptions were indicated by the two or one of the assessment tools. The findings obtained as a result of the ECT, CMAS and ECAS displayed that the misconception of "Electric current is stored at the generator/battery" was determined through all of the three assessment tools. The misconceptions of students stated as "Electrons carry electric current", "Potential difference is a force", "Potential difference is stored in the generator/battery", "Circuit elements with same resistance values have the same potential difference although they are connected differently", "A single cable is enough for a bulb to light" and "In the parallel-connected circuit elements, the one with the higher resistance value also has a higher potential difference" were determined through the ECT. They were not indicated by the results of CMAS and ECAS. Students' misconceptions stated as "Generator/battery stores the electric energy" and "Generator/battery stores electricity" were reflected by the CMAS. The analogies created by the students using ECAS displayed that they had misconceptions such as "Resistance is the force applied in the opposite direction of the electric current", "Resistance is the obstacle set onto the electric current" and "Potential difference is a force." However, these misconceptions could not be identified through ECT or CMAS.

Discussion and Suggestions

This research study concluded that the Elektricitey Concept Test, concept maps and analogies can be used in determining students' misconceptions. In general, due to the number of misconceptions determined, ECT was found to be more effective in determining students' misconceptions when

compared to the other assessment tools. However, only the expected misconceptions could be determined through ECT because the items of the concept tests are prepared according to the previously determined misconceptions of students. In case the misconception of the student was not included in the test content, then it could not be determined. It was observed that some misconceptions determined through CMAS and ECAS were not detected by ECT. This result concludes that in evaluating the students, assessment tools that supplement each other should be preferred as the single assessment tool.

Giriş

Öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde olumsuz etkileri olan kavram yanlışlarının, fizik eğitiminde birçok çalışmanın konusu olduğu görülmektedir (Aykutlu, Ertaş & Şen, 2011; McDermott & Redish, 1999; Tortop, Bezir, Uzunkavak & Özek, 2007). Öğrenciler için anlaşılması zor ve sevilmeyen bir ders olarak görülen fizik dersinin özellikle elektrik konularına yönelik yapılan araştırmalar incelendiğinde, öğrencilerin bilimsel olarak doğru kabul edilen gerçeklerden çok farklı düşünceleri benimsedikleri tespit edilmiştir (Asami, King & Monk 2000; Cohen, Eylon & Ganiel, 1982; Çepni & Keleş, 2006; Demirci & Çirkinoglu, 2004; Dilber & Düzgün, 2008; Duit & Rhöneck, 1997; Küçüközer, 2003; Lee & Law, 2001; Sencar & Eryılmaz, 2002; Shipstone et. al., 1988). Anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesinde zorluk oluşturan kavram yanlışlarının, bilimsel olarak doğru kabul edilen fikirlerle değiştirilebilmesi için ilk olarak öğrencilerin hazır bulunuştuk düzeylerinin ve yeni bilgilerin öğrenilmesini güçleştiren kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması gerekmektedir (Smiht, Blakeslee & Anderson, 1993). Elektrik akımına yönelik öğrencilerin kavram yanlışlarını araştıran çalışmalarda veri toplama aracı olarak, en fazla çoktan seçmeli testlerin ve açık uçlu soruları içeren görüşme formlarının kullanıldığı görülmektedir. (Asami, King & Monk, 2000; Cohen, Eylon & Ganiel, 1982; Heller & Findley, 1992; Licht, 1991; Örgün, 2002; Psillos, Koumaras & Tiberghien, 1988; Shipstone et al., 1988; Sönmez, Geban & Ertepinar, 2001).

Çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir kavram testi, tek bir doğru seçeneği içermektedir. Testte bulunan yanlış seçenekler, kavramları tam olarak bilişsel yapılarında anlamlandıramayan öğrencileri çeldirebilmek için hazırlanmaktadır. Testin sonunda öğrencinin seçtiği yanlış çeldiriciye göre hangi kavram yanlışısına sahip olduğu belirlenir. Çoktan seçmeli bir testte doğru seçeneğin işaretlemesi, öğrencinin sorulara yönelik bilgilerinin tam ve doğru olduğunu söylemek için yeterli değildir. Ayrıca öğrenci çoktan seçmeli bir testte, bilgi eksikliği veya yaptığı bazı hatalardan dolayı da çeldirici bulunan yanlış seçeneği işaretleyebilir. Bu ise bizim aslında kavram yanlışısına sahip olmayan bir öğrenciyi, kavram yanlışısına sahipmiş gibi değerlendirmemize yol açabilir. Bir öğrencide kavram yanlışısının var olduğunu söyleyebilmemiz için öğrencinin sahip olduğu kavram yanlışısını açıklayabilmesi ve yanıtından emin olması gerekmektedir. Belirtilen nedenlerden dolayı, öğrencilerin kavram yanlışlarının tespit edilmesinde, çoktan seçmeli testler yerine üç aşamalı testlerin kullanılması önerilmektedir (Bahar, 2001; Demirci & Efe, 2007; Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Karataş vd., 2003).

Öğrencilerin kavramsal düzeylerini belirlemede kullanılan üç aşamalı testlerin birinci aşamasında, sorulara yönelik çoktan seçmeli seçenekler bulunmaktadır. Öğrencilerden, birinci aşamada işaretledikleri seçeneğe yönelik açıklamalarını, ikinci aşamada verilen seçenekler arasında seçerek belirtmeleri istenmektedir. Öğrencilere sorulara yönelik verdikleri yanıtın ne kadar emin oldukları ise testin üçüncü aşamasında sorulmaktadır (Demirci & Efe, 2007). Öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde yukarıda bahsedilen ölçme-değerlendirme araçlarına alternatif olarak kavram haritalarının kullanıldığı da görülmektedir (Hazel & Prosser, 1994; Şen, 2002; Şen & Aykutlu, 2008). Ausebel'in bilişsel öğrenme kuramına dayalı olarak 70'li yılların başında Novak ve arkadaşları tarafından geliştirilen kavram haritaları, kavramlar arasındaki ilişkileri ve hiyerarşiyi göstermektedir (Novak & Gowin, 1984; Novak & Musondo, 1991). Öğretimde daha çok öğrenme ve öğretme stratejisi olarak kullanılan kavram

haritaları, öğrencilerin bilişsel yapılarının somut olarak incelenmesine imkân sağladığı için öğrenme zorluklarının ve kavram yanlışlarının belirlenmesinde kavramsal değişimi ölçebilen bir ölçme-değerlendirme aracı olarak kullanılabilir (Fry & Novak, 1990; Hazel & Prosser, 1994; Novak, Gowin & Johanse, 1983; Şen, 2002). Kavram haritalarının değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken nokta, hangi amaca yönelik olarak kavram haritalarının kullanıldığıdır. Örneğin, öğrencinin bilişsel yapısındaki öğrenme sürecinin gelişimi incelenmek ve kişisel farklılıklar tespit edilmek isteniyorsa, nicel analiz yöntemlerinin yapılması uygun olmaktadır. Eğer öğrencilerin ön-bilgilerinin ortaya çıkarılması, anlama zorluklarını tespit etmek veya öğrencilerin belirli bir alana yönelik düşünceleri irdelenmek isteniyorsa nitel analiz yöntemlerini kullanmak daha uygun olacaktır (Şen & Koca, 2003). Öğrencileri değerlendirmede kavram haritaları kullanılacaksa, kavram haritalarının nasıl oluşturulacağına ve nasıl yorumlanacağına dikkat edilmesi gerekmektedir (Turns, Atman & Adams, 2000).

Kavram yanlışlarının belirlenmesinde diğer bir alternatif ölçme-değerlendirme aracı olarak analogiler de gösterilebilir (Karamustafaoğlu & Yavuz, 2006; Nottis & McFarland, 2001; Şen & Çıldır, 2007). Analoji, öğrencilerin anlaşılması zor ve karmaşık olarak gördükleri kavramların öğretiminde, tanıdık, bilinen bir durumun kullanılarak, öğrencilerin ilk defa karşılaştıkları yabancı, bilinmeyen bir durumun açıklanmasıdır (Dagher & Cossman, 1992). Analogilerde, öğrencinin bilmediği durum ya da konu alanı "hedef" olarak tanımlanırken, bilinen durum ya da alan "kaynak" olarak tanımlanmaktadır (Dagher, 1995; Gentner, 1983). Analogiler, öğrencilerin öğrenme sürecinde anlamalarını kolaylaştırdıkları ve mevcut bilgileri ile yeni bilgileri arasında ilişki kurarak bilginin yapılandırılmasını sağladıkları için öğretimde önemli rol oynamaktadırlar (Duit, 1991). Kavramsal değişimde ve anlamlı öğrenmede önemli yere sahip olan analogilerden, öğrencilerin eğitim ortamına aktif olarak katılımlarının sağlanmasında da yararlanılabilir (Bilgin & Geban, 2001; Brown & Clement, 1989; Dilber & Düzgün, 2008; Sülün, Görecek, Keser, 2005; Yılmaz, Eryılmaz & Geban, 2002). Analogiler yardımıyla, öğrencilerin kavram bilgilerinin artırılmasının yanı sıra ön bilgi ve kavram yanlışları da belirlenebilir (Karamustafaoğlu & Yavuz, 2006; Kesercioğlu, Yılmaz, Çavaş & Çavaş, 2004; Nottis & McFarland, 2001; Şen & Çıldır, 2007).

Yapılan literatür taraması sonucunda öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde genellikle tek bir ölçme-değerlendirme aracının kullanıldığı görülmektedir. Bu araştırmanın önemi, aynı amaca yönelik hazırlanan farklı ölçme-değerlendirme araçlarından elde edilen bulguların karşılaştırması olacaktır. Buradan elde edilen sonuçların gerek alan eğitimine, gerekse ölçme-değerlendirme araçlarının kullanımı ve geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu araştırmada; üç aşamalı test, kavram haritası ve analogilerin, elektrik akımı konusunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının tespit edilmesinde kullanılması incelenmiştir.

Yöntem

Araştırmada, nitel araştırma yöntemleri kullanılarak öğrencilerin alguları hiçbir müdahalede bulunulmadan doğal bir ortamda gözlenerek, gerçekçi ve bütüncül bir biçimde belirlenmeye çalışılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2006). Öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmada, üç aşamalı test, kavram haritası ve analogilerin kullanılıp kullanılmayacağını incelemek amacıyla yapılan araştırmada, "Elektrik Kavram Testi", "Kavram Haritası Etkinlik Formu" ve "Elektrik Kavramları Benzetim Formu" öğrencilere elektrik akımı konusunun başında ve sonunda olmak üzere iki kez uygulanmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırma, 2008-2009 öğretim yılı bahar döneminde 11. sınıfa devam etmekte olan fen sınıfı öğrencilerinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Üç farklı ortaöğretim okulundan toplam 97 öğrencinin katıldığı araştırmada, çalışmanın yapılacağı okullar belirlenirken elverişli örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1.

Uygulanan Ölçme- Değerlendirme Yöntemleri ve Öğrenci Sayıları

Uygulama Grupları	Uygulanan Ölçme-Değerlendirme Araçları	Öğrenci Sayıları
Birinci Uygulama Grubu	Kavram Haritası Etkinlik Formu ve Elektrik Kavram Testi	48
İkinci Uygulama Grubu	Elektrik Kavramları Benzetim Formu ve Elektrik Kavram Testi	49

Veri Toplama Araçları

“Elektrik Kavram Testi”, “Kavram Haritası Etkinlik Formu” ve “Elektrik Kavramları Benzetim Formu” nun veri toplama aracı olarak kullanıldığı araştırmada, elde edilen verileri desteklemek amacıyla, her sınıfın %20’si ile yarı yapılandırılmış öğrenci görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.

Elektrik Kavram Testi (EKT)

Öğrencilerin *elektrik akımı, direnç, potansiyel fark ve üreteç/pil* kavramları ile ilgili bilgilerini ve kavram yanlışlarını tespit edebilmek için 12 sorudan oluşan üç aşamalı EKT hazırlanmıştır. Bu araştırma kapsamında yeni geliştirilen bu test, daha önceki çalışmalarda öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemede kullanılan üç aşamalı testlerden bir yönü ile farklılık göstermektedir. Öğrencilerden, EKT’nin birinci aşamasında verdikleri yanıtı, ikinci aşamada nedenleriyle birlikte açıklamaları istenilmiştir. Böylece öğrencilerin kavram yanlışlarını kendi ifadeleri ile de açıklayabilmelerine imkân sağlanmıştır. Son aşamasında ise, ilk iki yanıtın ne derecede emin oldukları sorulmuştur. EKT’nin kapsam geçerliğini sağlayabilmek için ilk olarak 11. sınıf fizik ders kitabındaki elektrik konuları içerik olarak incelenmiş ve kavram yanlışlarına yönelik literatür taraması yapılmıştır. Oluşturulan belirtke tablosu doğrultusunda toplam 12 maddeden oluşan EKT hazırlanmıştır. Daha sonra ikisi fizik öğretmeni, ikisi fizik ve üçü fizik eğitiminde uzman toplam yedi kişinin EKT’nin kapsam geçerliğine yönelik görüşleri alınmıştır. 12 sorudan oluşan EKT’nin pilot çalışması, 12. sınıfa gitmekte olan toplam 93 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma sonucunda elde edilen veriler ITEMAN programı kullanılarak yapılmıştır ve EKT’nin güvenilirlik katsayısı 0,725 olarak tespit edilmiştir. EKT’ye ait elde edilen bu güvenilirlik katsayısı sonucunda, araştırmada elde edilen sonuçların güvenilir olduğu söylenebilir.

Kavram Haritası Etkinlik Formu (KHEF)

Kavram haritalarına yönelik alanyazın taraması yapıldığında, işbirliği ile kavram haritası oluşturma, boşluk doldurarak kavram haritası oluşturma, sıfırdan kavram haritası oluşturma ve akış çizelgesi yöntemi olmak üzere farklı kavram haritalama tekniklerine rastlanmaktadır (Edwards and Fraser, 1983; Stuart, 1985; Ruiz-Primo, Schultz & Shavelson, 2001; Şen ve Koca, 2003). Bu araştırmada öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde, sıfırdan kavram haritası oluşturma stratejisi kullanılmıştır. Sıfırdan kavram haritası oluşturma stratejisi iki şekilde yapılabilmektedir. Birincisi, öğrencilere herhangi bir konu ile ilgili belli sayıda kavramlar verilerek kavram haritalarını oluşturmaları beklenir. İkincisinde ise, öğrencilere bir ya da birkaç ana kavram verilerek bu kavramlarla ilgili istedikleri kadar kendi seçtikleri kavramları da kullanarak kavram haritalarını oluşturmaları beklenir (Şen ve Koca, 2003). Araştırmada öğrencilere, sıfırdan kavram haritası oluşturma şeklinin ikincisine göre, “elektrik devresi” kavramı verilerek kavram haritalarını oluşturmaları istenmiştir. Kavram haritası hazırlamada bu yöntemin seçilmesinin nedeni, öğrencilerin elektrik devreleri ile ilgili bilişsel yapılarını herhangi bir sınırlama yapmadan ortaya çıkarmaktır. Öğrencilere kavram haritaları oluşturmaları için verilen kavramın “elektrik devresi” olarak seçilmesinin sebebi, “elektrik devresi” kavramının *elektrik akımı, potansiyel fark, direnç ve üreteç/pil* kavramlarının tümünü içermiş olmasıdır. İkisi fizik öğretmeni, ikisi fizik ve üçü fizik

eğitiminde uzman toplam yedi kişinin görüşleri de dikkate alınarak hazırlanan KHEF'ye yönelik pilot çalışma, 12. sınıfa devam etmekte olan toplam 50 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmaya katılan 12. sınıf öğrencileri elektrik akımı konusunu 11. sınıfta öğrenmişlerdir. Pilot çalışma sonucunda öğrencilerin oluşturdukları kavram haritaları betimsel olarak analiz edilmiştir. *Elektrik akımı, potansiyel fark, direnç ve üreteç/pil* kavramlarına yönelik öğrencilerin oluşturdukları önermeler doğrultusunda kavram haritalarının analizi yapılmıştır. *Elektrik akımı, potansiyel fark, direnç ve üreteç/pil* kavramlarına yönelik kategoriler oluşturulduktan sonra, her bir kavrama yönelik önermeler bu kategorilere yazılarak kaydedilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulguların güvenilirliği için kategorilendirme işlemi araştırmacılar tarafından farklı zaman aralıklarında tekrar edilerek yeniden yapılmıştır ve kategorilendirme işleminin doğru yapıldığına yönelik fizik eğitiminde uzman iki kişinin görüşüne başvurulmuştur. Pilot çalışma sonucunda, öğrencilerin kavram haritalarında kavram yanılığısı içeren önermelerin bulunduğu görülmüştür.

Elektrik Kavramları Benzetim Formu (EKBF)

Araştırmada, elektrik akımı konusunun öğretiminden önce ve sonra öğrencilerden EKBF'yi kullanarak *elektrik akımı, potansiyel fark, direnç ve üreteç/pil* kavramlarına yönelik analogi oluşturmaları istenmiştir. Öğrencilerden belirtilen dört kavram ile ilgili analogi istenilmesinin nedeni, 11. sınıf fizik derslerinde kullanılmakta olan fizik ders kitabının elektrik ile ilgili üniteleri incelendiğinde, ders kitabında bu dört kavram üzerinde yoğunlaşılmasının ve elektrik konusuna yönelik fizik eğitiminde yapılan kavram yanılığaları çalışmaları araştırıldığında, öğrencilerde tespit edilen kavram yanılığalarının büyük bir bölümünün belirtilen dört kavrama yönelik olduğunun tespit edilmesidir (Asami, King & Monk, 2000; Duit & Rhöneck, 1997; Küçüközer, 2003; Lee & Law, 2001; Licht, 1991; Psillos, Koumaras, & Tiberghien, 1988; Sencar & Eryılmaz, 2002; Shepardson & Moje, 1994; Sönmez, Geban & Ertepinar, 2001; Örgün, 2002; Tsai, 2003). İki fizik öğretmeni, ikisi fizik ve üçü fizik eğitiminde uzman toplam yedi kişinin görüşü alınarak hazırlanan EKBF'nin geçerliğini tespit etmek için elektrik akımı konusunu 11. sınıfta görmüş olan 12. sınıftan toplam 53 öğrencinin katılımıyla pilot çalışma yapılmıştır. Analoginin ne olduğu ve nasıl yapılması gerektiği konusunda pilot öncesinde öğrencilere açıklamalarda bulunulmuştur. Analogi oluşturmada bir sorunlarının olmadığı gözlemlenen öğrencilerden daha sonra EKBF'yi kullanarak *elektrik akımı, potansiyel fark, direnç ve üreteç/pil* kavramları ile ilgili analogi yapmaları istenmiştir. Yapılan pilot çalışma sonucunda *elektrik akımı, potansiyel fark, direnç ve üreteç/pil* kavramları ile ilgili öğrenci analogileri betimsel analiz kullanılarak incelenmiştir. Betimsel analizin ilk aşamasında *elektrik akımı, potansiyel fark, direnç ve üreteç/pil* kavramlarına yönelik kategoriler oluşturulmuş ve analogilerin veri girişleri yapılmıştır. Kategoriler içerisindeki öğrenci analogileri benzerliklerine göre ayrıca kendi içinde sınıflandırılmıştır. Betimsel analiz sonucunda ulaşılan bulguların güvenilirliği için, veriler farklı zaman aralıklarında yeniden analiz edilmiş ve analizler sonucunda elde edilen bulgular fizik eğitiminde uzman iki kişinin görüşüne sunulmuştur. Yapılan pilot çalışma sonucunda, öğrencilerin yaptıkları analogilerin içerisinde kavram yanılığısı içeren ifadelerin bulunduğu görülmüştür. Araştırmada, EKBF'de herhangi bir değişiklik yapılmayarak öğrencilerin kavram yanılığalarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Uygulamanın Yapılması

Araştırmada, öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanılığaları EKT, KHEF ve EKBF kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin öğretim süreci içerisindeki kavram yanılığalarının nasıl bir değişim gösterdiğini ortaya çıkarmak amacıyla, EKT, KHEF ve EKBF öğrencilere elektrik akımı konusundan önce ve sonra iki kez uygulanmıştır. Uygulanan bu yöntem ile, öğrencilerin elektrik akımı konusunda çok çeşitli ve farklı düzeylerde kavram yanılığalarının olduğu belirlenmiştir. Araştırma, EKT, KHEF ve EKBF'nin öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanılığalarının tespit edilmesinde kullanılıp kullanılmayacağını incelemek amacıyla yapıldığı için elektrik akımı konusunun öğretimi süresince uygulamayı yürüten öğretmenlerin öğretimlerine yönelik herhangi bir müdahale yapılmamıştır.

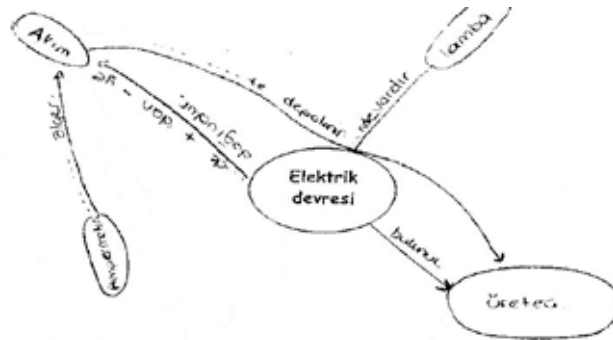
Verilerin Analizi

Veri toplama araçları sonucunda elde edilen tüm veriler betimsel analiz kullanılarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışları EKT kullanılarak belirlenmeye çalışılırken, EKT'nin her bir test maddesi sonucunda belirlenen aynı kavram yanlışlığı bir kez sayılmıştır. Aynı kavram yanlışlığı birden fazla test maddesi ile de ölçülse bile, dikkate alınmamıştır. Öğrencilerin kavram haritaları ve analogilerinin analizinde ise, ilk olarak verilerin nasıl düzenleneceğine karar verilerek ilgili kategoriler oluşturulmuştur. Daha sonra *elektrik akımı*, *potansiyel fark*, *direnç* ve *üreteç/pil* kavramlarına yönelik bütün verilerin girişi yapılmıştır. Araştırmacılar tarafından tekrar incelenerek benzerliklerine göre kendi içinde ayrıca sınıflandırılan veriler sonucunda bulgular oluşturulmuştur. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden doğrudan alıntılar yapılarak, bulguların daha iyi tanımlanabilmesi ve anlaşılması sağlanmıştır. (Yıldırım & Şimşek, 2006).

Bulgular ve Sonuçlar

EKT, KHEF ve EKBF kullanılarak elde edilen bulgular Tablo 2'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde, öğrencilerin elektrik akımı konusunun öğretiminden önce ve sonra; *elektrik akımı*, *potansiyel fark*, *direnç*, *üreteç/pil* ve *basit elektrik devreleri* kavramlarına yönelik kavram yanlışlarının bulunduğu görülmektedir (Tablo 2). Üç farklı ölçme-değerlendirme aracı ile elde edilen bulgular incelendiğinde, öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek için kavram testleri, kavram haritaları ve analogilerin kullanılabilmesi tespit edilmiştir. Bulgular sonucunda belirlenen kavram yanlışlarının bazılarının kullanılan ölçme-değerlendirme araçlarının tümü ile belirlenirken, bazılarının iki farklı ölçme-değerlendirme aracı ile bazı kavram yanlışlarının ise sadece tek bir ölçme-değerlendirme aracı ile belirlenebildiği görülmüştür. Elde edilen bulgular genel olarak incelendiğinde, kavram testi ile elde edilen kavram yanlışlığı çeşidinin diğer ölçme-değerlendirme araçlarına göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

EKT, KHEF ve EKBF sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışlarından sadece, "Akım, üreteç/pil'de depo edilir" kavram yanlışlığının üç farklı ölçme-değerlendirme aracıyla tespit edildiği belirlenmiştir. Öğrenciler bu kavram yanlışlarını kavram haritalarında, "Akım, üreteçte depolanır" şeklinde önerme kurarak belirtmişlerdir (Şekil 1). Belirlenen bu kavram yanlışlığı Duit ve Rhöneck (1997), Lee ve Law (2001), Sönmez, Geban ve Ertepinar (2001), Şen ve Aykutlu (2008) ve Örgün (2002)'ün araştırmalarında da görülmektedir.



Şekil 1. "Akım, Üreteçte Depolanır" Önermesini İçeren Kavram Haritası

Öğrenciler oluşturdukları analogilerde "Akım, üreteç/pil'de depo edilir" kavram yanlışlarını elektrik akımını, *vücuda giren mikroplara*, *kum saatindeki kumun akışına*, *suyun depolanmasına*, *barajda* veya *gölde bulunan suya* benzeterek ifade etmişlerdir.

Öğrenciler, "Akım, üreteçte/pil'de depo edilir" kavram yanlışlığını içeren analogilerini yarı yapılandırılmış görüşmelerde aşağıdaki ifadeleri kullanarak açıklamışlardır (Ö: Öğrenci, #: Öğrenci numarası).

Ö3: Ben, elektrik akımını mikroplara benzettim. Çünkü mikroplar vücudumuza dışarıdan gelerek girerler. Vücudumuz da iletkene benzer aslında. Elektrik devresinde de pil yokken devreden akım geçmez. Pil bağlandığında geçer. Yani sonradan devreye gelir. Bu yüzden elektrik akımını mikroplara benzettim.

Ö9: Pil, elektrik akımı kaynağıdır. Pilin içindeki elektronlar çıkarak elektrik akımını oluştururlar. Kum saatindeki kumlar da boş olan kısma doğru giderler. Pildeki elektronlar gibi bir taraftan diğer tarafa akar kumlar.

Tablo 2.

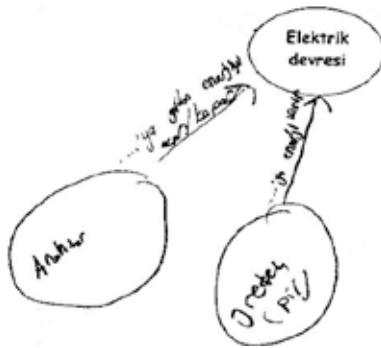
Elektrik Kavram Testi, Kavram Haritası Etkinlik Formu ve Elektrik Kavramları Benzetim Formu Kullanılarak Belirlenen Kavram Yanılgıları

Kavramlar	Tespit Edilen Kavram Yanılgıları	Elektrik Kavram Testi ile Tespit Edilen Kavram Yanılgıları		Kavram Haritası Etkinlik Formu ile Tespit Edilen Kavram Yanılgıları		Elektrik Kavramları Benzetim Formu ile Tespit Edilen Kavram Yanılgıları	
		Ön Test Sonucu Kavram Yanılgısına Sahip Öğrenci Sayısı (%)	Son Test Sonucu Kavram Yanılgısına Sahip Öğrenci Sayısı (%)	Ön Kavram Haritaları Sonucu Kavram Yanılgısına Sahip Öğrenci Sayısı (%)	Son Kavram Haritaları Sonucu Kavram Yanılgısına Sahip Öğrenci Sayısı (%)	Ön Analojiler Sonucu Kavram Yanılgısına Sahip Öğrenci Sayısı (%)	Son Analojiler Sonucu Kavram Yanılgısına Sahip Öğrenci Sayısı (%)
Akım	Akım, devre elemanları tarafından harcanır.	22 (%22,68)	15 (%15,46)	2 (%4,17)	-	-	-
	Akım, üreteç/pil'de depo edilir.	17 (%17,53)	24 (%24,74)	4 (%8,33)	6 (%12,50)	5 (%10,20)	2 (%4,08)
	Elektronlar, elektrik akımını taşırlar.	2 (%2,06)	3 (%3,09)	-	-	-	-
	Elektrik akımı, elektrik iletir.	4 (%4,12)	5 (%5,15)	2 (%4,17)	1 (%2,08)	-	-
Direnc	Direnc, elektrik akımına gösterilen engelleyici güçtür.	-	-	5 (%10,42)	2 (%4,17)	-	-
	Direnc, elektrik akımına zıt yönde uygulanan kuvvettir.	-	-	-	-	4 (%8,16)	3 (%6,12)
	Direnc, elektrik akımına uygulanan engeldir.	-	-	-	-	-	5 (%12,20)
Potansiyel Fark	Potansiyel fark, elektrik akımı sonucunda oluşur.	5 (%5,15)	9 (%9,28)	2 (%4,17)	-	-	-
	Potansiyel fark, bir kuvvettir.	-	-	-	-	4 (%8,16)	-
	Potansiyel fark bir güçtür.	2 (%2,06)	4 (%4,12)	-	-	-	-
	Potansiyel fark üreteç/pil'de depo edilir.	2 (%2,06)	5 (%5,15)	-	-	-	-
Üreteç/pil	Üreteç/pil, elektrik enerjisi depo eder.	-	-	2 (%4,17)	5 (%10,42)	-	-
	Üreteç/pil, elektriği depo eder.	-	-	2 (%4,17)	5 (%10,42)	-	-
	Üreteç/pil, gücü depo eder.	-	-	2 (%4,17)	5 (%10,42)	-	-
Basit Elektrik Devresi	Aynı direnc değerine sahip devre elemanları, farklı bağlansa da aynı potansiyel farkına sahiptir.	2 (%2,06)	1 (%1,03)	-	-	-	-
	Ampul, üreteç/pil'in zıt kutuplarından gelen akımların çarpışması sonucunda yanar.	2 (%2,06)	-	1 (%2,08)	-	-	-
	Ampulün yanması için tek bir tel yeterlidir.	1 (%1,03)	-	-	-	-	-
	Paralel bağlı devre elemanlarında, direnc değeri büyük olan devre elemanının potansiyel farkı da büyüktür.	2 (%2,06)	5 (%5,15)	-	-	-	-

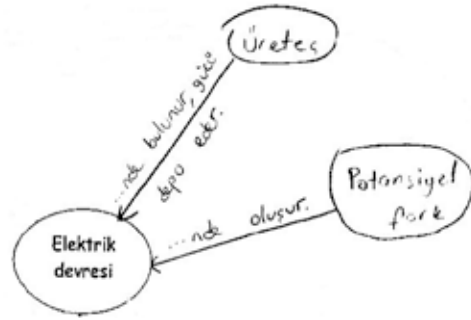
* Tablo 2' de bulunan turkuaz renkli kavram yanılgıları, EKT sonucunda tespit edilen kavram yanılgılarını; pembe renkli kavram yanılgıları, KHEF sonucunda tespit edilen kavram yanılgılarını; yeşil kavram yanılgıları, EKBF sonucunda tespit edilen kavram yanılgılarını; sarı renkli kavram yanılgıları, hem EKT hem de KHEF sonucunda tespit edilen kavram yanılgılarını; kırmızı renkli kavram yanılgıları, EKT, KHEF ve EKBF sonucunda tespit edilen kavram yanılgılarını göstermektedir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, öğrencilerin elektrik akımı konusunda tespit edilen "Elektronlar, elektrik akımını taşırlar", "Potansiyel fark bir güçtür", "Potansiyel fark üretç/pil'de depo edilir", "Aynı direnç değerine sahip devre elemanları, farklı bağlansa da aynı potansiyel farkına sahiptir", "Ampulün yanması için tek bir tel yeterlidir" ve "Paralel bağlı devre elemanlarında, direnç değeri büyük olan devre elemanının potansiyel farkı da büyüktür" kavram yanılıklarının EKT ile belirlenebildiği, ancak KHEF veya EKBF ile belirlenemediği ortaya çıkmıştır (Tablo 2). Çıldır ve Şen (2006), Duit ve Rhöneck (1997), Diber ve Düzgün (2003), Lee ve Law (2001) ve Şen ve Aykutlu (2008)'nin yaptıkları araştırmalarda da aynı kavram yanılıklarını belirledikleri görülmektedir.

KHEF kullanılarak direnç ve üretç/pil kavramlarına yönelik tespit edilen, "Üretç/pil, elektrik enerjisi depo eder" ve "Üretç/pil, elektriği depo eder" kavram yanılıklarının, Çıldır ve Şen (2006), Duit ve Rhöneck (1997) ve Psillos ve arkadaşlarının (1998) çalışmalarının sonucunda da tespit edildiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda ayrıca, kavram haritaları yardımıyla öğrencilerde direnç ve üretç/pil kavramları ile ilgili şu ana kadar rastlanmamış farklı bir kavram yanılığı olarak "Üretç/pil, gücü depo eder" ve "Direnç, elektrik akımına karşı gösterilen engelleyici bir güçtür" kavram yanılıklarının bulunduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin, üretç/pil'i, "gücü depo eden bir devre elemanı" ve direnci ise, "elektrik akımına karşı gösterilen engelleyici bir güç" olarak gördükleri de tespit edilmiştir. Öğrenciler kavram haritalarında bu kavram yanılıklarını, "Direnç, akıma gösterilen engelleyici güç", "Üretç/pil, elektrik devresine enerji verir", "Elektrik devresine, pil elektrik verir", "Üretç/pil, elektrik devresinde bulunur ve gücü depo eder" şeklinde önermeler kullanarak ifade etmişlerdir (Şekil 2 ve Şekil 3). Öğrencilerin direnç ve üretç/pil kavramlarına yönelik sahip olduğu bu kavram yanılıkları, EKT'ye ve EKBF'ye ait bulgular incelendiğinde ortaya çıkmamıştır.



Şekil 2. "Üretç/Pil, Elektrik Devresine Enerji Verir" Önermesini İçeren Kavram Haritası



Şekil 3. "Üretç/Pil, Elektrik Devresinde Bulunur Ve Gücü Depo Eder" Önermesini İçeren Kavram Haritası

EKBF kullanılarak elde edilen bulgular sonucunda öğrencilerin, "Direnç, elektrik akımına zıt yönde uygulanan kuvvettir", "Direnç, elektrik akımına uygulanan engeldir" ve "Potansiyel fark, bir kuvvettir" şeklinde ifade ettikleri kavram yanılıklarının, EKT ve KHEF ile elde edilen bulguların analizi sonucunda belirlenemediği tespit edilmiştir. Öğrencilerin sahip olduğu bu kavram yanılıkları Lee ve Law (2001) ve Sönmez, Geban ve Ertepinar (2001) 'ın çalışmalarının sonucunda da tespit edilmiştir. Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğrenciler, analogilerinde tespit edilen kavram yanılıklarını aşağıdaki şekilde ifade etmişlerdir (A: Araştırmacı, Ö: Öğrenci, #: Öğrenci numarası):

Ö17: Elektrik akımına karşı direnmek, yani akım geçmesin diye iletkenin uyguladığı kuvvettir. Zıt yönde uyguluyor ama. Böylece akım geçemiyor. Engelleniyor.

Ö44: Direnç, akıma karşı uygulanan engele benzer. Bunu bir nehrin akmasını engellemek için kullanılan sete de benzetebiliriz. Bir set gibidir. Akımın geçmesini engeller.

Ö35: Ben potansiyel farkını, kuvvete benzettim. Çünkü potansiyel fark olmazsa akım olmaz. Potansiyel fark elektronlara uygulan kuvvet. Bu kuvvet sonucunda elektronlar hareket ediyor ve akım oluşuyor.

Araştırma sonucunda Tablo 2'de yer alan bulgular incelendiğinde, araştırmaya katılan öğrencilerde tespit edilen "Akım, devre elemanları tarafından harcanır", "Elektrik akımı, elektrik iletir", "Potansiyel fark, elektrik akımı sonucunda oluşur" ve "Ampul, üreteç/pil'in zıt kutuplarından gelen akımların çarpışması sonucunda yanar" kavram yanlışlarının EKT ve KHEF sonucunda elde edilen bulgular olduğu görülmektedir. EKT ve KHEF kullanılarak tespit edilen bu kavram yanlışlarının Asami ve arkadaşları (2000), Cheng ve Kwen (1998), Cohen, Eylon ve Ganiel (1982), Çıldır ve Şen (2006), Duit ve Rhöneck (1997), Frederiksen, White ve Gutwill (1999), Küçüközer (2003), Psillos, Koumaras ve Tiberghien (1998), Sencar ve Eryılmaz (2002)'ın yaptıkları araştırmalarda da tespit edildiği görülmüştür. EKBF kullanılarak elde edilen analogilerin analizinde ise bahsedilen kavram yanlışlarını destekleyici bir bulguya rastlanamamıştır.

Tartışma ve Öneriler

Araştırma sonucunda, elektrik kavram testi, kavram haritaları ve analogilerin öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılabileceği görülmektedir. Öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla hazırlanan üç farklı ölçme-değerlendirme aracının, birbirlerine göre farklı sonuçlar verebileceği araştırma sonucunda elde edilen başka bir bulgudur. Elektrik akımı konusunda öğrencilerde tespit edilen bazı kavram yanlışlarının sadece EKT ile bazı kavram yanlışlarının ise sadece KHEF veya EKBF kullanılarak tespit edildiği ortaya çıkmıştır. Araştırmada ayrıca, EKT ile belirlenen kavram yanlışlığı çeşidinin kullanılan diğer veri toplama araçlarına göre daha çok olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca dayanarak, EKT'nin kavram yanlışlarının belirlenmesinde diğer ölçme-değerlendirme araçlarına kıyasla araştırmacılara daha fazla avantaj sağlayabileceği söylenebilir. EKT ile ancak öğrencilerde var olduğu düşünülen kavram yanlışları belirlenebilmektedir. Çünkü kavram testlerinin maddeleri, öğrencilerde daha önceden tespit edilen kavram yanlışlarına göre hazırlanmaktadır. Bu yüzden, öğrencilerde muhtemel olabilecek kavram yanlışlarının, o kavram yanlışısını ölçen test maddeleri hazırlanan testte bulunmadığı için belirlenmesi mümkün olmayacaktır. Kavram haritalarıyla, öğrencilerde olduğu düşünülen kavram yanlışlarının yanında farklı kavram yanlışları da tespit edilebilmektedir. Kavram yanlışlığına sahip olmayan bir öğrenci, çoktan seçmeli bir teste sorulan sorunun yanıtını bilmemesine rağmen, yanlış bir seçeneği işaretlemesi sonucunda kavram yanlışlığına sahipmiş gibi değerlendirilebilir. Bu yüzden öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde iki ya da üç aşamalı testler kullanılmalıdır. İki ya da üç aşamalı testler yardımıyla, öğrencilerin bilgi eksikliklerinden veya işlem hatalarından dolayı yanlış işaretlemede buldukları seçenekler kavram yanlışlığı olarak değerlendirilmemiş olunur (Şen ve Aykutlu, 2008). Ayrıca Tezbaşaran (2001)'a göre, geleneksel testlerle de bilgi düzeyinin daha üst basamaklarına hitap edecek sorular hazırlanabilir. Ancak kavram haritalarına göre bu hem daha fazla emek hem de daha fazla test maddesi geliştirme becerisi gerektirir.

Araştırmada, elektrik akımı konusunda öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde, literatürde kullanılan ölçme-değerlendirme araçlarından farklı olarak kavram haritaları ve analogilerden yararlanılmıştır. Derslerde daha çok öğretim stratejisi olarak kullanılan kavram haritaları ve analogiler, öğrencilere yaptırıldığında bilişsel yapılarını somut olarak görme olanağı sağladıkları için kavram yanlışlarının tespitinde kullanılabilirler. Araştırma sonucunda, kavram haritalarının ve analogilerin öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemede EKT gibi kullanılabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışma sonucunda, öğrencilerin kavram haritaları ve analogiler yardımıyla belirlenirken, EKT belirlenemeyen kavram yanlışlarının da bulunduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen bu sonuç, öğretim sürecinde öğrencilerin değerlendirilmesinde tek bir ölçme-değerlendirme aracı kullanmak yerine, birbirini tamamlayıcı birden çok ölçme-değerlendirme araçlarının kullanılması gerektiğini göstermektedir.

Diğer bir önemli araştırma sonucu ise, öğrencilerin direnç kavramına yönelik öğretim sonrasında kavram yanlışlarının oluşabileceğinin tespit edilmesidir. Araştırma sonucunda elde edilen dikkat çekici bir başka sonuç da öğretim sonrasında akım, potansiyel fark, üreteç/pil ve

basit elektrik devresi kavramlarına yönelik kavram yanılığına sahip olan öğrenci sayısındaki artışın belirlenmesidir. Araştırma sonucunda elde edilen bu iki sonuç, kavram yanılığının öğretim süreci içerisinde de oluşabileceğini ortaya çıkarmaktadır. Kavram yanılığlarına yönelik yapılan araştırmalar incelendiğinde, öğretim sürecinde yapılan yanlış açıklamaların, öğrencilere sorulan yanlış soruların, eksik olarak verilen hatalı bilgilerin, öğrencilerin öğrenme ortamına getirdikleri önceki öğrenmelerin, öğretmenlerin öğretim esnasında kavramları sunuş biçimlerinin, ders kitaplarında bulunan hataların öğrencilerin kavram yanılığının oluşmasına neden olarak gösterilebilir (Coştu, Ayas & Ünal, 2007; Gülçiçek & Yağbasan, 2004; İsen & Kavcar, 2006).

Kaynakça

- Asami, N., King, J., & Monk, M. (2000). Tuition and memory: mental models and cognitive processing in Japanese children's work on d.c. electrical circuits. *Research in Science and Technological Education*, 18(2), 141-155.
- Ayutlu, I., Ertas, H., & Şen, A.İ. (2011). Fizik Eğitiminde Yapılan Çalışmaların İçeriği ve Son Yıllardaki Yönelimler. 28. Uluslar arası Fizik Kongresi, 366.
- Bahar, M. (2001). Çoktan Seçmeli Testlere Eleştirel Bir Yaklaşım ve Alternatif Metotlar, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 1(1), 23-28.
- Bilgin, İ., & Geban, Ö. (2001). Benzeşim (Analoji) Yöntemi Kullanılarak Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Denge Konusundaki Kavram Yanılığının Giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 29-32.
- Brown, D.E., & Clement, J. (1989). Overmisconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.
- Cheng, A. K., & Kwen, B.H. (1998). Primary pupils' conceptions about some aspect of electricity. Retrieved 07.08. 2012 from <http://www.aare.edu.au/98pap/ang98205.htm>
- Chiu, M. H., & Lin, J.W. (2005). Promoting fourth graders' conceptual change of their understanding of electric current via multiple analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4) 429-464.
- Cohen, R., Eylon, B., & Ganiel, U. (1982). Potential difference and current in simple electric circuits: a study of students' concept, *American Journal of Physics*, 51(5), 407-412.
- Coştu, B., Ayas, A., & Ünal, S. (2007). Kavram Yanılığının Olası Nedenleri: Kaynama Kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Çepni, S., & Keleş, E. (2006). Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 269-291.
- Çıldır, I., & Şen, A.İ. (2006) Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılığının kavram haritalarıyla belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 92-101.
- Dagher, Z. R. (1995). Analysis of analogies used by science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 259-270.
- Dagher, Z., & Cossman, G. (1992). Verbal explanations given by science teacher: Their nature and implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 361-374.
- Demirci, N., & Çirkinoğlu, A. (2004). Öğrencilerin Elektrik ve Manyetizma Konularında Sahip Oldukları Ön Bilgi Ve Kavram Yanılığının Belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 116-138.
- Demirci, N., & Efe, S. (2007). İlköğretim Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılığının Belirlenmesi, *Nacitbey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 23-56.
- Dilber, R., & Düzgün, B. (2003). Doğru Akım Devreleri İle İlgili Olarak Orta Öğretim Fen Kolu Öğrencilerinde Oluşan Kavram Yanılığarı. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2,90-96.

- Dilber, B., & Düzgün, B. (2008). Effectiveness of analogy on students' success and elimination of misconceptions. *Latin American Journal of Physics Education*, 2(3), 174-183.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Duit, R., & Rhöneck, C. (1997). Learning and understanding key Concepts of electricity. Retrieved 07.08.2012 from <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/C2.html>
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gülçiçek, Ç., & Yağbasan, R. (2004). Sarmal Yay Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları. *Milli Eğitim Dergisi*, 163, 07.08.2012 tarihinde <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/163/gulcicek.htm> adresinden alınmıştır.
- Edwards, J., & Fraser, K. (1983). Concept maps as reflectors conceptual understanding. *Research in Science Education*, 13, 19-26.
- Eryılmaz, A., & Sürmeli, E. (2002). Üç-Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi. *V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 481-486.
- Frederiksen, J.R., White B.Y., & Gutwill, J. (1999). Dynamic Mental Model in Learning Science: The Importance of Constructing Derivational Linkages among Models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 806-836.
- Fry, J.A., & Novak, J.D. (1990). Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. *Science Education*, 74(6), 461-472.
- Hazel, E., & Prosser, M. (1994). First year university students' understanding of photosynthesis. Their study strategies and learning context. *The American Biology Teacher*, 56, 274-27.
- Heller, P. M., & Finley, F.N. (1992). Variable uses of alternative conceptions: a case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 259-275.
- Karaarslan, İ., Altuntaş, A., Tütüncü, A., Zengin, F., Kalyoncu, C., & Çakmak, Y. (2008). *Ortaöğretim Fizik 11 Ders Kitabı*. Devlet Kitapları İkinci Baskı, Ankara.
- Karamustafaoğlu, S., & Yavuz, D. (2006). Fen ve Teknoloji Öğretimine Yönelik Sınıf Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri Analogiler. *VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara, 322.
- Karataş, F.Ö., Köse, S., & Coştu, B. (2003). Öğrencilerin Yanılgılarını ve Anlama Düzeylerini Belirlemede Kullanılan İki Aşamalı Testler. *Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Kesercioğlu, T., Yılmaz, H., Çavaş, H. P., & Çavaş, B. (2004). İlköğretim Fen Bilgisi Öğretiminde Analogilerin Kullanılması. "Örnek Uygulamalar". *Ege Üniversitesi Ege Eğitim Dergisi*, 1(5), 27-35.
- Küçüközer, H. (2003). Lise I Öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri Konusuyla İlgili Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 142-148.
- Lee, Y., & Law, N. (2001). Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift. *International Journal Science education*, 23(2), 111-149.
- Licht, P. (1991). Teaching electrical energy, voltage and current: an alternative approach, *Physics Education*, 26, 272-277.
- İsen, İ.A., & Kavcar, N. (2006). Ortaöğretim Fizik Dersi "Yeryüzünde Hareket" Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Ünitenin Öğretim Programının Geliştirilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 84-90.
- McDermott, L. C., & Redish, E. F. (1999). Resource letter: PER-1: Physics education research. *American Journal of Physics* 67(9), 755-773.

- Nottis, K.E.K., & McFarland, J. (2001). A comparative analysis of pre-service teacher analogies generated for process and structure concepts. *Electronic Journal of Science Education*, (5), 4, Retrieved 15.10.2011 from <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7667/5434>
- Novak, J.D., & Gowin, D.B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.
- Novak, J.D., Gowin, D.B., & Johansen, G.T. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-645.
- Novak, J. D., & Musondo, D. (1991). A Twelve –year longitudinal study of science concept learning. *American Education Research Journal*, 28, 117-153.
- Örgün, E. (2002). "Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarında Yapıcı Öğretim Yaklaşımının Etkisi" Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Psillos, D., Koumaras, P., & Tiberghien, A. (1988). Voltage presented as a primary concept in a introductory teaching sequence on DC circuits, *International Journal of Science Education*, 10(1), 29-43.
- Ruiz-Primo, M.A., Schultz, S.E., Li, M., & Shavelson, R.J. (2001). Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 260-278.
- Shepardson, D.P., & Moje, E., B. (1994). The nature of fourth graders' understanding of elektrik circuits. *Science Education*, 78(5), 489-514.
- Sencar, S., & Eryılmaz, A. (2002). Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 582.
- Shipstone, D.M., Rhöneck, C.V., Jung, W., Karrqvist, C., Dupin, J., Joshua, S., & Licht, P. (1988). A study of secondary students' understanding of electricity in five european countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316.
- Smith, E.L., Blakeslee, T.D., & Anderson, C.W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 111-126.
- Sönmez, G., Geban, Ö., & Ertepinar, H. (2001). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavramları Anlamalarında Kavramsal Değişimin Etkisi. *Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, 35-38.
- Sülün, Y., Görecek, M., & Keser, A. (2005). *İlköğretim 6. Sınıf Fen Bilgisi Dersinde "Dolaşım Sistemi" Konusunun Analoji Tekniği İle Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisinin Belirlenmesi*. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, 127-130.
- Stuart, H. A. (1985). Should concept maps be scored numerically? *European Journal of Science Education*, 7(1), 73-81.
- Şen, A.İ. (2002). Concept maps as a research and evaluation tool to asses conceptual change in quantum physics. *Science Education International*, 13 (4) 14-24.
- Şen, A.İ., & Aykutlu, I.(2008). Using concept maps as an alternative evaluation tool for students' conceptions of electric current. *Eurasian Journal of Educational Research*, 31,75-92.
- Şen, A.İ., & Çıldır, I. (2007). Üniversite Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Düşüncelerinin Farklı Yöntemlerle Tespit Edilmesi. *Uluslararası Öğretmen Yetiştirme Politikaları ve Sorunları Sempozyumu*, 11-15.
- Şen, A.İ., & Koca, S.A.Ö. (2003). Kavram Haritalarının Analizinde Niceliksel Ve Niteliksel Metodların Kullanımı Ve Karşılaştırılması. *Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 1-9.
- Tezbaşaran, A. (2001). Desing teaching and learning based on concept mapping. *Cognitive Technologies in Education 9, Newsletter*.

- Tsai, C.C. (2003). Using a conflict map as an instructional tool to change student alternative conceptions in simple series electric-circuits. *International Journal of Science Education*, 25(3), 307-327.
- Tortop, H.S., Çiçek Bezir, N., Uzunkavak, M., & Özek, N. (2007). Dalgalar Laboratuvarında, Kavram Yanılgılarını Belirlemek İçin V-Diyagramlarının Kullanımı ve Derse Karşı Geliştirilen Tutuma Olan Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11-2, 100-115.
- Turns, J., Atman, C., J., & Adams, R. (2000). Concopt maps for engineering education: a cognitively motivated tool supporting varied assesment funktions. *Ieee Transactions on Education*, 43(2), 164-173.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, 6. Baskı, Seçkin yayıncılık, Ankara.
- Yılmaz, S., Eryılmaz, A., & Geban, Ö. (2002). Birleştirici Benzetme Yönteminin Lise Öğrencilerinin Mekanik Konularındaki Kavram Yanılgıları Üzerindeki Etkisi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 627-633.