



## Using Analogies in Determining and Overcoming High School Students' Misconceptions about Electric Current

Işıl AYKUTLU\* and Ahmet İlhan ŞEN

Hacettepe University, Ankara, TURKEY

Received : 14.07.2011

Accepted : 17.11.2011

---

*Abstract-* The study, which consists of two sections, was participated by science track students (n:146) studying at 11<sup>th</sup> grade. The first section involves an analysis on whether analogies could be utilized as supplementary evaluation tools in determining students' misconceptions. Students were asked to take a Electricity Concept Test and create analogies at the beginning and end of the Electric Current topic. The second section of the study administered to a similar group of participants aimed to analyze the effects of analogies on overcoming students' misconceptions about Electric Current topic. The research concluded that electric concept test and analogies could be utilized as supplementary evaluation tools in determining students' misconceptions and teaching using analogies was more efficient than the plain instruction method without analogies in overcoming the misconceptions, creating the conceptual change and increasing students' achievement levels.

*Key words:* Electric current, analogy, misconception, conceptual change, physics education.

### Summary

The recent studies on science education have shown that the strategies developed in order to determine and overcome students' misconceptions have gained importance (Duit & Treagust, 2003; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). In order to overcome misconceptions and empower meaningful learning, the readiness levels of students need to be analyzed. As well, misconceptions that pose a risk the learning of new knowledge need to be determined and replaced with the accurate knowledge.

This study researched on whether analogies could be used in physics classes as supplementary evaluation tools in order to determine students' misconceptions. It was also

---

\*Corresponding author: Işıl AYKUTLU, Dr., Department of Physics Education, Faculty of Education, Hacettepe University, Beytepe/Ankara, TURKEY.

*E-mail:* aykutlu@hacettepe.edu.tr

Note: This study is a part of Işıl AYKUTLU's Phd dissertation.

analyzed to what extent analogies could assist in creating the conceptual changes with its efficiency in overcoming the misconceptions.

### **Methodology**

The study, where qualitative and quantitative research methods were used, was participated by a total of 146 students studying at Grade 11 in the science track of high schools. The first section, which was conducted with qualitative research methods focused on the availability of analogies as supplementary evaluation tools in determining students' misconceptions. Students were administered the electricity concept test at the beginning and end of the study; and they were expected to create analogies. The second section involved the analysis on the effects of using analogies on overcoming students' misconceptions about electric current. The experimental pattern with pre and posttests was used in this section of the study, where electricity concept test was administered as pre and posttests. The students of the treatment group were taught using analogies whereas that of the control group received training through the traditional plain description method without the utilization of any analogies. In order to support the data obtained, 20% of each group was interviewed within the semi-structured pattern.

### **Results and Conclusion**

The results of the first section of the study showed that analogies could be used as supplementary assessment tools in determining students' misconceptions. The analysis of the analogies created by students about electric current concluded that students had the following misconceptions:

- The current is stored in the battery/generator.
- Resistance is the force applied to the opposite direction of the electric current
- Resistance is the obstacle applied to the electric current
- Potential difference is a force.

The misconceptions listed above excluding the “the current is stored in the battery/generator” misconception were determined through students' analogies despite not being indicated by the electric concept test. These results have also been reported by Lee and Law (2001), Pardhon and Bano (2001), Psillos, Koumaras and Tiberghien (1998), Sönmez, Geban and Ertepinar (2001) and Tsai (2003). The similar results for the electric concept test were obtained by Cheng and Kwen (1998), Cohen, Eylon and Ganiel (1982), Duit and Rhöneck (1997), Frederiksen, White and Gutwill (1999), Küçüközer (2003), Lee and Law (2001), Sencar and Eryılmaz (2002) and Shipstone et al. (1988).

The results obtained at the second section of the study displayed that teaching through analogies were more efficient in overcoming students misconceptions about electric current, creating the conceptual change and increasing their achievement levels than the plain instruction method that does not involve analogies. The pre and posttest results indicated that the misconceptions of students could not totally be overcome; however, the number of students with misconceptions decreased. This result is in line with the results of other studies that misconceptions are resistant to change (Pines & West, 1986; Tsai, 2003; Wessel, 1999). Despite the utilization of teaching methodologies that are effective in overcoming misconceptions, it should be considered that students' misconceptions could not be overcome totally. The misconceptions determined in this section were as follows:

- Current is consumed by the circuit elements
- Current is stored in the generator/battery
- Electrons carry the electric current
- Potential difference is created by the electric current
- Potential difference is a force
- Potential difference is stored in the generator/battery
- The potential differences of the parallel connected circuit elements are different
- The circuit elements with same resistance values have the same potential difference regardless of their connection method.
- As the amount of resistance increased in a circuit, the equivalent resistance of the circuit increases regardless of the method of connection

Similar misconceptions of students were also reported by Cheng and Kwen (1998), Cohen, Eylon and Ganiel (1982), Çepni and Keleş (2006), Dilber and Düzgün (2003), Duit and Rhöneck (1997), Heller and Findley (1992), Küçüközer (2003), Lee and Law (2001), Pardhon and Bano (2001), Sencar and Eryılmaz (2002), Shipstone et al. (1988) and Tsai (2003).

Looking at treatment and control group students' misconceptions determined by the pre and posttest results, it was concluded that the misconceptions could not be overcome totally; however, the number of students with misconception did increase. This conclusion indicates that misconceptions are resistant to change (Pines & West, 1986; Tsai, 2003; Wessel, 1999). Despite the utilization of teaching methodologies that are effective in overcoming misconceptions, it should be considered that students' misconceptions could not be overcome totally.

# Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesinde ve Giderilmesinde Analojilerin Kullanılması

Işıl AYKUTLU\* ve Ahmet İlhan ŞEN

Hacettepe Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 14.07.2011

Makale Kabul Tarihi: 17.11.2011

*Özet* – İki bölümden oluşan bu araştırma, 11. sınıfa devam etmekte olan fen bölümü öğrencilerinin (n:146) katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın birinci bölümünde, analogilerin, öğrencilerin kavram yanılgılarını tespit etmede tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak kullanılıp kullanılmayacağı incelenmiştir. Araştırmada öğrencilere, elektrik akımı konusu öğretiminin başında ve sonunda elektrik akımı konusu ile ilgili elektrik kavram testi uygulanmış ve analogiler yaptırılmıştır. Benzer bir öğrenci grubu ile gerçekleştirilen araştırmanın ikinci bölümünde; elektrik akımı konusunun öğretiminde analogi kullanımının öğrencilerin “Elektrik Akımı” konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, elektrik kavram testinin yanı sıra, öğrencilerin yapmış oldukları analogilerin de, öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlenmesinde tamamlayıcı değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceği ve analogi destekli öğrenimin öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarını gidermede, kavramsal değişimi sağlamada ve öğrencilerin başarılarını arttırmada analogi içermeyen düz anlatım yöntemine göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

*Anahtar kelimeler:* Elektrik akımı, analogi, kavram yanılgısı, kavramsal değişim, fizik eğitimi.

## Giriş

Fen eğitiminde son yıllarda yapılan çalışmalarda, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının tespit edilmesi ve giderilmesine yönelik geliştirilen stratejilerin giderek daha önem kazandığı görülmektedir (Duit & Treagust, 2003; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Kavram yanılgılarının giderilmesi ve anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesi için, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerinin belirlenmesi ve yeni bilgilerin öğrenilmesine zorluk oluşturan kavram yanılgılarının tespit edilerek bilimsel fikirlere doğru bir değişimin sağlanması gerekmektedir. Bu süreç kavramsal değişim süreci olarak tanımlanmaktadır (Smith, Blakeslee & Anderson, 1993). Kavramsal değişim yaklaşımı ile, öğrencilerin bilişsel yapılarındaki

\*İletişim: Işıl AYKUTLU, Dr., Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Eğitim Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Beytepe/Ankara, TÜRKİYE.

*E-mail:* aykutlu@hacettepe.edu.tr

Not: Bu çalışma Işıl AYKUTLU’ nun doktora tezinin bir bölümüdür.

kavramların yapılanma süreçleri açıklanmaktadır (Beeth, 1998; Dagher, 1994). Öğrencilerin ilk defa karşılaştıkları bir kavramı öğrenebilmeleri ancak kendi bilişsel yapılarındaki bilgileri yeniden yapılandırmaları ve şekillendirmeleri ile gerçekleşebilir. Bu noktada, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları, kavramsal değişim sürecinin başlangıç noktasını oluşturmaktadır (Pınarbaşı, 2002). Kavramsal değişim sürecin, öğrencilerin fen kavramları ile ilgili yanılgılarının düzeltilmesine yardımcı olunmaktadır (Berber & Sarı, 2009). Kavramsal değişimin sağlanabilmesi için hoşnutsuzluk, anlaşılabilirlik, mantıklılık ve verimlilik olmak üzere dört aşamanın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bunun için ilk olarak öğrencinin karşılaştığı bir problemin çözümünde, mevcut bilgisinin problemin çözümünde yeterli olmadığını fark edebilmesi gerekmektedir. Böylelikle öğrencinin bilişsel yapısında daha önce sahip olduğu kavramlara yönelik bir hoşnutsuzluk oluşacaktır. Daha sonra öğrenci tarafından anlaşılabilir olarak görülen yeni kavramın, aynı zamanda öğrencinin daha önceden sahip olduğu kavramların oluşturduğu problemleri çözebilecek kapasitede mantıklı olması beklenmektedir. Son olarak yeni kavramın, öğrencinin sadece daha önce çözemediği problemleri çözmekle kalmayıp, öğrenciye yeni bir bakış açısı kazandıracak şekilde verimli olması gerekmektedir (Çaycı, 2007; Hewson, 1992; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982).

Kavramsal değişim yaklaşımını esas alan bazı öğretim yöntemlerine örnek olarak analogiler ve açıklayıcı modeller, kavramsal değişim metinleri ve kavram haritaları gösterilebilir (Bahar, 2003; Berber & Sarı, 2009; Brown, 1994; Dagher, 1994; Chambers & Andre, 1997). Kavramsal değişimde önemli bir yere sahip olan analogiler, öğrenilmek üzere olan yeni bilgi ile var olan bilişsel yapı arasında uyum sağlanabilmesi için, bilişsel yapının yeniden yapılandırılmasına yardımcı olmaktadır (Gentner, 1983). Öğrenciler tarafından karmaşık görülen bilimsel kavramların öğrenilmesinde kullanılan analogiler, tanıdık, bilinen bir durumun kullanılarak yabancı, bilinmeyen bir durumun anlatılmasıdır (Dagher & Cossman, 1992). Burada anlatılmaya çalışılan bilinmeyen durum ya da bir konu alanı “hedef”, bilinen durum ya da alan “kaynak” olarak isimlendirilir (Dagher, 1995; Gentner, 1983). Glynn, Britton, Semrud-Clikeman ve Muth (1989), kavramlar, kuramlar veya formüller arasında, yalnız benzer yönleri kullanarak bir bağlantı kurmak veya bir başka deyişle kavramlar, kuramlar ve formüller arasında benzer yönlerin üzerine oluşturulmuş bir haritalandırma olarak tanımlamışlardır (Aktaran, Thiele & Treagust, 1994).

Analogilerin öğrenme sürecindeki rolü; öğretmene, soyut kavramları somutlaştırılmasında, öğrencilerin gerçek dünyalarıyla karşılaştırmalar yapmasında, yüksek

öğrenci motivasyonu sağlamasında ve öğrencilerin önceki bilgilerini göz önünde tutabilmesi için yardımcı olmasıdır (Dagher, 1995). Sadece öğrenene değil, öğretene de büyük kolaylıklar sağlayan analogiler ile (Bilaloğlu, 2005), öğrencilerin bilimsel düşünme, problem çözme ve yaratıcılıklarının geliştirilmesi sağlanabilir (Kaptan & Arslan, 2002; Kesercioğlu, Yılmaz, Çavaş & Çavaş, 2004; Küçükturan, Öztürk & Cihangir, 2000). Aynı zamanda öğrencilerin iletişim ve kendini ifade etme becerileri geliştirilebilecektir (Sülün, Görecek & Keser, 2005). Yapılan bir çok araştırma, analogi kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin başarısını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir (Clement, 1993; Dilber & Düzgün, 2008; Dupin & Johsua, 1989; Mason, 2004).

Kavram yanlışlarının giderilmesi (Bilgin & Geban, 2001; Brown & Clement, 1989; Dilber & Düzgün, 2008; Yılmaz, Eryılmaz & Geban, 2002) ve kavramsal değişimde önemli bir rol oynayan analogiler (Chiu & Lin, 2005) yardımıyla, öğrencilerin derse kaşı ilgileri de arttırılabilir (Duit, 1991). Öğrencilerin oluşturacakları analogiler yardımıyla, hem öğrencilerin eğitim ortamına aktif olarak katılımları sağlanarak kavramları anlamaları kolaylaştırılabilir (Cosgrove, 1995; Sülün ve diğerleri, 2005), hem de kavram bilgilerinin artması ve genişlemesi sağlanabilir (Kesercioğlu ve diğerleri, 2004). Bilgin ve Geban (2001)'in belirttiğine göre, Maxwell, Rutherford ve Einstein, problemlerin daha iyi anlaşılması için öğretim yöntemi olarak analogileri kullanmışlardır. Dupin ve Joshua (1989), derslerde kullanılacak örnek bir analoginin; yeni kavramı somut bir şekilde ortaya çıkarıcı, tanımlayıcı, karmaşık olmayıp basit ve farklı öğretim durumlarına kolayca uygulanabilir nitelikte olması gerektiğini söylemişlerdir.

Soyut ve anlaşılmayan kavramların öğretiminde faydalı araçlar olan analogiler, dikkat edilmezse yanlış kullanımdan kaynaklanabilecek olumsuz durumların oluşmasına neden olabilirler. Glynn ve diğerleri (1989), analogileri bu yönlerinden dolayı “iki ucu keskin kılıç”a benzetmişlerdir (Aktaran, Duit, 1991). Analogilerin bu olumsuz yönlerini ortadan kaldırmak için, kaynağın hedeften ayrılan özelliklerine dikkat edilmelidir. Çünkü analogilerde hedef kavram ve kaynak kavram arasında tam bir uyum bulanmamaktadır. Eğer öğrencilerin kaynak kavram ile ilgili daha önceden sahip oldukları kavram yanlışları bulunuyor ise, analogi oluşturma sürecinde öğrenciler sahip oldukları bu kavram yanlışlarını hedef kavrama transfer edeceklerdir (Duit, 1991). Bu yüzden analogi ile öğretim yapılmadan önce öğrencilerin hem hedef kavram hem de kaynak kavram ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi gerekmektedir. Elektrik akımı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde daha çok, çoktan seçmeli veya

görüşmelerle desteklenmiş açık uçlu soruların kullanıldığı söylenebilir (Asami, King & Monk, 2000; Cohen, Eylon & Ganiel, 1982; Heller & Findley, 1992; Licht, 1991; Örgün, 2002; Shipstone et al., 1988; Sönmez, Geban & Ertepinar, 2001). Bu klasik yaklaşımların yanı sıra tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak kavram haritalarının (Çıldır & Şen 2006; Şen & Aykutlu, 2008) ve çizimlerin (Şen & Çıldır, 2007) kullanıldığı da görülmektedir.

Bu çalışmada, analogilerin öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemede tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak fizik derslerinde kullanılıp kullanılmayacağı ve öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarını gidermedeki etkisine bakılarak kavramsal değişime ne derece yardımcı olduğu araştırılmıştır.

## Yöntem

Araştırma, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı iki farklı bölümü içermektedir. Araştırmanın birinci bölümünde, algıların ve olayların doğal bir ortamda gözlenerek, gerçekçi ve bütüncül bir anlayış şeklinde ortaya çıkarılmasına olanak sağlayan nitel araştırma yöntemlerine (Yıldırım & Şimşek, 2006) göre yürütülerek, öğrencilerin elektrik akımı konusu ile ilgili kavram yanlışları belirlenmeye çalışılmıştır. Analogilerin, öğrencilerin kavram yanlışlarını tespit etmede tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak kullanılıp kullanılmayacağını belirlemek amacıyla, araştırmanın birinci bölümüne katılan öğrencilere, elektrik akımı konusunun başında ve sonunda elektrik akımı konusu ile ilgili analogi yaptırılmış ve öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde araştırmacılar tarafından geliştirilen “Elektrik Kavram Testi” kullanılmıştır.

Araştırmanın ikinci bölümü ise, deneme modeline göre gerçekleştirilmiştir. Olayların olası nedenlerine yönelik yargıların sınıandığı deneme modelinde, araştırmacının kontrolü altında neden-sonuç ilişkileri belirlenmeye çalışılmaktadır (Karasar, 2002). Elektrik akımı konusunun öğretiminde analogi kullanımının öğrencilerin “Elektrik Akımı” konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi olup olmadığını belirleyebilmek için, deneme modelleri içinde en çok kullanılan ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır (Cohen & Manion, 1994). Deney ve kontrol gruplarının yansızlık ilkesine göre atandığı (Cohen & Manion, 1994) deneysel desende, deney grubu öğrencileri analogi destekli olarak öğrenim görürken, kontrol grubu öğrencileri analogilere yer verilmeyen ve düz anlatım yöntemine dayalı bir öğretim yöntemine göre ders işlemişlerdir. Öğrencilerin kavram yanlışlarını belirleyebilmek için, araştırmanın birinci bölümünde kullanılan elektrik kavram testi uygulamanın başında ve sonunda, ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

*Çalışma Grupları*

Araştırma, 2008-2009 öğretim yılı bahar döneminde Ankara genelinden seçilen üç farklı ortaöğretim okulunda bulunan toplam 146, 11. sınıf fen öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. İki bölümden oluşan araştırmanın birinci ve ikinci bölümüne katılan öğrencilerin hepsi farklı bir uygulamaya dahil olmuşlardır. Nitel araştırma yöntemlerine göre yürütülen araştırmanın birinci bölümü iki farklı okuldan toplam 49 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın deneme modeline göre yürütülen ikinci bölümüne ise, birinci ve ikinci uygulama okulundan toplam 97 öğrenci katılmıştır.

*Veri Toplama Araçları*

Analojilerin, öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak kullanılıp kullanılmayacağını araştırıldığı araştırmanın birinci bölümünde veri toplama aracı olarak, “Elektrik Kavram Testi”nin yanı sıra “Elektrik Kavramları Benzetim Formu” kullanılmıştır. Ön test- son test kontrol gruplu deneysel desenin kullanıldığı araştırmanın ikinci bölümünde veri toplama aracı olarak “Elektrik Kavram Testi” kullanılmıştır. Veri toplama araçları ile elde edilen bulguları desteklemek için araştırmaya katılan her sınıfın %20’si ile yarı yapılandırılmış öğrenci görüşmeleri yapılmıştır.

*Elektrik kavram testi*

Araştırmacılar tarafından geliştirilen elektrik kavram testinin, öğrencilerin kavramsal değişimini ortaya çıkartıcı nitelikte olması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin ön bilgilerini ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için 12 sorudan oluşan üç aşamalı bir test hazırlanmıştır. Uygulamada veri toplama aracı olarak kullanılan üç aşamalı elektrik kavram testi, literatürde kavram yanlışlarını belirlemede kullanılan üç aşamalı testlerden bazı yönleriyle farklılık göstermektedir. Elektrik kavram testinin ikinci aşamasında, üç aşamalı testlerde bulunan, öğrencilere verdikleri yanıtın nedeni olarak sunulan seçenekler bulunmamaktadır. Uygulamada kullanılan elektrik kavram testinin ikinci aşamasında öğrencilerden birinci aşamada verdikleri yanıtı, gerekçesiyle açıklamaları istenmiştir. Testin ikinci aşamasının bu şekilde seçilmesinin nedeni, öğrencinin aslında kavram yanlışlığına sahip olmasa da, seçenek işaretlemeye kendini zorunlu hissederek bir seçeneği işaretleyebileceğidir. Ayrıca her üç aşamada da seçenekler verilmesi, öğrencinin şans başarısını artıracaktır. Eğer öğrencilerde bir kavram yanlışlığı var ise, bunu kendi cümleleri ile de açıklayabileceklerine inanılmaktadır. Testin üçüncü aşamasında ise, öğrencilerden sorulara verdikleri yanıtın ve açıklamadan emin olup olmadıklarını belirtmeleri istenmiştir. Hazırlanan elektrik kavram testinin kapsam geçerliği için ikisi fizik öğretmeni, ikisi fizik ve



üçü fizik eğitiminde uzman toplam yedi kişinin görüşleri alınmıştır. Toplam 12 sorudan oluşan testin pilot çalışması, 12. sınıfa gitmekte olan toplam 93 öğrenci ile yapılmıştır. ITEMAN programı ile yapılan analiz sonucunda elektrik kavram testinin güvenilirlik katsayısı 0,725 olarak bulunmuştur. Özellikle kavram yanlışlarını belirleyen kavram testleri için elde edilen bu güvenilirlik katsayısı, geliştirilen “Elektrik Kavram Testi” ile elde edilecek olan sonuçların güvenilir olduğunu göstermektedir.

#### *Elektrik kavramları benzetim formu*

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 11. sınıf öğrencilerinin fizik derslerinde kullanılması uygun görülen ders kitabının (Karaarslan ve diğerleri, 2008) elektrik ile ilgili ünitesi incelendiğinde elektrik akımı, direnç, potansiyel fark ve üreteç/pil kavramlarının öne çıktığı görülmektedir. Elektrik konusuna yönelik kavram yanlışları ile ilgili literatür taraması yapıldığında, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının büyük bir kısmının yine bu dört kavramla ilgili oldukları belirlenmiştir (Asami et al., 2000; Duit & Rhöneck, 1997; Küçüközer, 2003; Lee & Law, 2001; Licht, 1991; Örgün, 2002; Psillos, Koumaras, & Tiberghien, 1988; Sencar & Eryılmaz, 2002; Shepardson & Moje, 1994; Sönmez ve diğerleri, 2001; Tsai, 2003). Bu yüzden öğrencilerden öğretimin başında ve sonunda *elektrik akımı, potansiyel fark, direnç ve üreteç/pil* kavramlarına yönelik analogi oluşturmalarına karar verilmiştir. Bu kavramlara yönelik analogi oluşturmalarının istenmesinin diğer bir nedeni de, elektrik kavram testi kullanılarak yapılan değerlendirmelerin karşılaştırılmasıdır. Böyle bir uygulamayla, öğrenci analogilerinin kavram yanlışlarını belirlemede tamamlayıcı bir değerlendirme aracı olarak kullanılıp kullanılmayacağını da ortaya çıkarılması planlanmaktadır. Öğrencilere, analogi oluşturmaları için verilen formda bulunan kavramların bilimsel tanımları ders kitabında verildiği biçimde birlikte verilmiştir. Böyle bir uygulama ile öğrencilerin bilgi eksikliğinden kaynaklı olarak yanlışlıklar veya eksiklikler içeren analogileri oluşturmalarının önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Çünkü araştırmanın bu kısmında önemli olan şey, öğrencilerin verilen kavramları nelere benzettiklerini belirleyerek kavram yanlışlarını tespit etmeye çalışmaktır. Uygulamada kullanılmak üzere hazırlanan “Elektrik Kavramları Benzetim Formu” nun geçerliğini sağlayabilmek için, ikisi fizik öğretmeni, ikisi fizik ve üçü fizik eğitiminde uzman toplam yedi kişinin görüşleri alınmıştır. Öğrencilerin analogi oluşturmalarına yönelik hazırlanan veri toplama aracının geçerliğini test etmek için yapılan pilot çalışma, elektrik akımı konusunu 11. sınıfta görmüş olan 12. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Toplam 53 öğrenci ile yapılan pilot çalışma öncesinde, öğrencilere analoginin ne olduğu ve nasıl analogi yapılacağı hakkında bilgi verilmiştir. Öğrencilerin

analoji oluşturabilecekleri gözlemlendikten sonra elektrik akımı, potansiyel fark, direnç ve üreteç/pil kavramlarına yönelik analoji oluşturmaları istenmiştir. Pilot çalışma sonucu öğrencilerin oluşturdukları analogiler, betimsel istatistik yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bunun için ilk olarak her bir kavrama yönelik kategoriler oluşturulmuştur. Öğrencilerin her bir kavrama yönelik oluşturdukları analogiler benzerliklerine göre ayrıca kategorilendirilmiştir. Kategorilendirme işlemi farklı zaman aralıklarında tekrar edilerek, uygun olarak yapıp yapılmadığı ile ilgili fizik eğitiminde uzman iki kişinin görüşü alınmıştır. Elde edilen bulgular incelendiğinde öğrencilerin bazı kavramlarla ilgili yaptıkları analogilerin kavram yanılığısı içerdiği belirlenmiştir. Pilot çalışma sonucunda benzetim formunda herhangi bir değişiklik yapılmayarak gerçek uygulamada kullanılmasına karar verilmiştir.

### *Uygulamaların Yapılması*

#### *Araştırmanın birinci bölümüne yönelik uygulama*

Araştırmanın birinci bölümünde, elektrik akımı konusunun öncesinde ve sonrasında elektrik kavram testi ve elektrik kavramları benzetim formu uygulanarak, öğrencilerin kavram yanılığları belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin kavram yanılığları ile ilgili öğretimleri sürecinde meydana gelebilecek değişimleri belirleyebilmek için, elektrik akımı konusunun öncesinde ve sonrasında elektrik kavram testi ve elektrik kavramları benzetim formu kullanılmıştır. Bu sayede çok çeşitli kavram yanılığlarının tespit edilmesine imkan sağlanmıştır. Araştırmanın bu bölümünde uygulamayı yürüten öğretmenler elektrik akımı konusunu, kendi öğretim yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmiştir. Çünkü araştırmanın bu bölümünde amaç, öğrencilerin kavram yanılığlarının belirlenmesinde analogilerin tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak kullanılıp kullanılmayacağı incelenmesidir. Elektrik akımı konusundaki kavramlar ile ilgili analoji oluşturacak olan öğrenciler, araştırmacılar tarafından ne yapacakları konusunda daha önce hazırlanmış etkinlikler doğrultusunda bilgilendirilmişlerdir.

#### *Araştırmanın ikinci bölümüne yönelik uygulama*

Ön test-son test deneysel desenin kullanıldığı araştırmanın ikinci bölümünde ilk olarak her bir okulda deney ve kontrol grupları rastgele belirlenmiştir. Daha sonra elektrik akımı konusuna başlamadan önce deney ve kontrol grubu öğrencilerine elektrik kavram testi ön test olarak uygulanmıştır. Ardından deney grubu öğrencileri elektrik akımı konusunu analoji ile öğrenim yaparken, kontrol grubu öğrencilerinde analoji içermeyen düz anlatım yöntemi

kullanılmıştır. Deney grubu öğrencilerinde elektrik akımı konusu, analogileri etkili olarak kullanabilmek için geliştirilen analogi ile öğretim (Glynn, 2007) modeline göre işlenmiştir. Ayrıca hazırlanan ders planları kavramsal değişimin gerçekleşmesi için gerekli olan hoşnutsuzluk, anlaşılabilirlik, mantıklılık ve verimlilik basamaklarını da içermektedir (Chambers & Andre, 1997; Hewson, 1992; Smith et al., 1993). Öğretimde; literatürde etkinliği daha önceki çalışmalarda belirlenmiş analogiler kullanılarak, öğrencilerin kavram yanılgıları ve kavramları anlamadaki zorlukları giderilmeye çalışılmıştır. Öğrencilere elektrik devresinin öğretiminde Glynn (2008)'nin çalışmasında elektrik devresinin öğretimi için belirttiği analogi kullanılırken, üreteç/pil'in devredeki görevinin öğretiminde Brown (1993)'nin çalışmasındaki analogi kullanılmıştır. Duru (2002)'nin ohm kanunu ile ilgili çalışmasında yararlanılmış olduğu analogiden, Ohm Kanunu'nun öğretiminde yararlanılırken, direnç kavramının öğretiminde Şenpolat (2005)'in çalışmasında kullanmış olduğu analogiden yararlanılmıştır. Öğrencilere, potansiyel fark, akımın kollara ayrılması, lamba parlaklıkları, ampermetre ve voltmetrenin özelliklerinin öğretiminde ise Sağırlı (2002)'nin çalışmasında kullanmış olduğu analogiler kullanılmıştır. Altı hafta süren öğrenimin sonunda, her iki grubun öğrencilerine, son test olarak yine elektrik kavram testi uygulanmıştır.

#### *Öğrenci Görüşmelerinin Yapılması*

Yapılan araştırmada elde edilen verileri desteklemek amacıyla, uygulamanın yapıldığı her sınıfta, öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde standart bir görüşme formu kullanılmamıştır. Görüşme yapılmadan önce her öğrenciye yönelik ayrıca formlar oluşturulmuştur. Bu formlarda temel olarak, görüşmeye katılan her öğrencinin elektrik akımı, direnç, potansiyel fark ve üreteç/pil kavramlarına yönelik bilgilerin yoklayıcı soruların yanı sıra, uygulanan veri toplama araçları sonrasında verdikleri yanıtların da sınıanmasına yardımcı olacak sorular bulunmasına dikkat edilmiştir. Görüşme yapılacak öğrenciler belirlenirken; yapmış oldukları elektrik kavram testinde ve analogilerde kavram yanılgısını gösterici verilerin bulunmasına ve araştırmacı ile görüşme soruları üzerine konuşmaya istekli olunmasına dikkat edilmiştir. Görüşmeler uygulamalardan bir hafta önce ve sonra, her sınıfın %20'si ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan görüşmeler, öğrencilerin elektrik kavram testindeki yanıtları ve elektrik kavramları benzetim formunda yaptıkları benzetimler dikkate alınarak yapılmıştır. Görüşmeler sırasında öğrencilerin yaptıkları açıklamalar doğrultusunda açık uçlu sorular sorulmuştur. Her bir görüşme yaklaşık 15-20 dakika sürmüştür. Bütün görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilerek dokümanlaştırılmıştır. Öğrenci

görüşmelerinin yazımı tamamlandıktan sonra her bir kavrama yönelik görüşme dosyaları oluşturulmuştur.

### *Verilerin Analizi*

#### *Araştırmanın birinci bölümüne ait verilerin analizi*

Araştırmanın birinci bölümüne ait veriler, dört aşamadan oluşan betimsel analiz kullanılarak analiz edilmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2006). Birinci aşamada her bir veri toplama aracı sonucunda elde edilen veriler için ayrı ayrı verilerin analizinde kullanılacak olan çerçeve oluşturulmuştur. Bunun için ilk olarak yanıtların tümü araştırmacılar tarafından tek tek okunmuştur. Daha sonra soruların analizinde kullanılacak olan akım, direnç, potansiyel fark, üreteç/pil ve basit elektrik devresi kategorileri oluşturulmuştur. İkinci aşamadaysa, oluşturulan kategoriler çerçevesinde her bir soru ile ilgili veri girişi yapılmıştır. Her bir kavrama yönelik tüm veriler bilimsel olarak doğruluklarına göre, doğru veya doğru kabul edilebilir, yanlış-anlamsız olarak kendi içinde tekrar kategorilendirilmiştir. Araştırmanın bulgularını, yanlış-anlamsız kategorisinde bulunan ve kavram yanılgısı olarak değerlendirilen veriler oluşturmaktadır. Bulguların tanımlanmasının yapıldığı üçüncü aşamada, elde edilen bulgular öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerden alınan doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Son aşama olan bulguların yorumlanması aşamasındaysa, tanımlanan bulguların açıklanması, ilişkilendirilmesi ve anlamlandırılması yapılmıştır.

#### *Araştırmanın ikinci bölümüne ait verilerin analizi*

Araştırmanın ikinci bölümünde, öğrencilerin elektrik kavram testine verdikleri yanıtlar, testin üç aşaması da dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Test maddesinin birinci aşamasını doğru olarak işaretleyen öğrenci, ikinci aşamada verdiği yanıtı bilimsel olarak açıklayabiliyor ve üçüncü aşamada verdiği yanıtta emin ise test maddesini doğru olarak işaretlediği değerlendirilmiş ve 1 puan verilmiştir. Eğer öğrenci, testin birinci aşamasında bir kavram yanılgısı içeren seçeneği işaretlemiş, ikinci aşamada verdiği yanıtı destekleyici bir açıklama yapabilmişse ve verdiği yanıtta emin ise, öğrencinin kavram yanılgısına sahip olduğu kabul edilmiştir (Kızılcık & Güneş, 2006). Öğrencilerin diğer verdikleri tüm seçenekler ise bilgi eksikliği olarak değerlendirilmiştir. Veri toplama aracı ile elde edilen verilerin analizinde parametrik olmayan test analizi yöntemleri kullanılmıştır (Akın, 2002; Büyüköztürk, 2005; Kalaycı, 2006). Farklı iki grubun karşılaştırılmasında Mann Whitney U Testi kullanılırken, aynı grubun ön test-son test karşılaştırması için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Test sonuçlarının istatistiksel analizleri, SPSS/PC 15.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

## Bulgular

### *Araştırmanın Birinci Bölümüne Ait Bulgular*

Araştırmanın birinci bölümünde, öğrenci analogileri ve elektrik kavram testi yardımıyla, öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgıları belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin elektrik akımı konusunun öncesinde ve sonrasında yapmış oldukları analogiler ve yanıtladıkları elektrik kavram testlerine ait bulgular incelendiğinde, elektrik akımı konusunda birçok kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 1).

Araştırma sonucunda öğrencilerin tespit edilen kavram yanılgılarının, akım, direnç, potansiyel fark ve basit elektrik devrelerine yönelik olduğu görülmüştür. Bulgular sonucunda belirlenen kavram yanılgılarından bazılarının her iki yöntemle de tespit edildiği ortaya çıkmıştır. Araştırma sonucunda ayrıca öğrencilerin, öğrenci analogileri ile tespit edilirken elektrik kavram testi ile tespit edilemeyen veya elektrik kavram testi ile tespit edilebilirken öğrenci analogileri ile tespit edilemeyen kavram yanılgılarının olduğu da belirlenmiştir.

Birinci bölüme ait elde edilen bir diğer bulgu ise, öğrencilerin elektrik akımı konusunun öğretiminden sonra direnç ve basit elektrik devrelerine yönelik kavram yanılgısı çeşidinde artma olduğunun belirlenmesidir. Akım ve potansiyel fark kavramlarına yönelik bulgular incelendiğinde ise, öğretim sonrasında bu kavramlarla ilgili kavram yanılgısına sahip öğrenci sayısında da artış olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmaya katılan 49 öğrenciden 17 (%34,69)'sinin ön test sonucunda, altısının (%12,24) son test sonucunda, *akımın devre elemanları tarafından harcandığı* fikrine sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 1). Bu kavram yanılgısına sahip olan öğrencilerin, akımın devre elemanları üzerinden geçtikçe miktarının azaldığını düşündükleri görülmektedir. Öğrencilerin yapmış oldukları analogilerde bu kavram yanılgısını içeren benzetmelere rastlanmamıştır.

Elektrik kavram testine ait bulgular incelendiğinde, ön test sonucunda 13 (%26,53) öğrencinin, son test sonucunda 16 (%32,65) öğrencinin, *akımın, üreteç/pil'de depo edildiğini* düşündükleri ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin oluşturdukları analogilere yönelik bulgulara bakıldığında ise, aynı kavram yanılgısının yapılan benzetmelerde de ortaya çıktığı görülmektedir. Elektrik akımı öncesinde beş (%10,20) öğrencide aynı kavram yanılgısı

belirlenirken, elektrik akımı konusunun öğretimi sonunda iki (%4,08) öğrencide tespit edilen kavram yanlışlarının bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1** Elektrik Kavram Testi ve Öğrenci Analojileri Sonucunda Tespit Edilen Kavram Yanlışları

Kavramlar	Tespit Edilen Kavram Yanlışları	Elektrik Kavram Testi İle Tespit Edilen Kavram Yanlışları		Öğrenci Analojileri İle Tespit Edilen Kavram Yanlışları	
		Ön Test Sonucu Kavram Yanlışlığına Sahip Öğrenci Sayısı (%)	Son Test Sonucu Kavram Yanlışlığına Sahip Öğrenci Sayısı (%)	Ön Analojiler Sonucu Kavram Yanlışlığına Sahip Öğrenci Sayısı (%)	Son Analojiler Sonucu Kavram Yanlışlığına Sahip Öğrenci Sayısı (%)
Akım	Akım, devre elemanları tarafından harcanır.	17 (%34,69)	6 (%12,24)	-	-
	Akım, üreteç/pil'de depo edilir.	13 (%26,53)	16 (%32,65)	5 (%10,20)	2 (%4,08)
	Elektronlar, elektrik akımını taşırlar.	4 (%8,16)	5 (%12,20)	-	-
Direnc	Direnç, elektrik akımına zıt yönde uygulanan kuvvettir.	-	-	4 (%8,16)	3 (%6,12)
	Direnç, elektrik akımına uygulanan engeldir.	-	-	-	5 (%12,20)
Potansiyel Fark	Potansiyel fark, bir kuvvettir	-	-	4 (%8,16)	-
	Potansiyel fark, elektrik akımı sonucunda oluşur.	3 (%6,12)	8 (%16,32)	-	-
	Potansiyel fark üreteç/pil'de depo edilir.	2 (%4,08)	5 (%12,20)	-	-
	Potansiyel fark bir güçtür.	2 (%4,08)	4 (%8,16)	-	-
Basit Elektrik Devresi	Aynı direnç değerine sahip devre elemanları, farklı bağlansa da aynı potansiyel farkına sahiptir.	2 (%4,08)	1 (%2,04)	-	-
	Üreteç/pil'in iki kutbundan gelen akımlar çarpışarak ampulün yanmasını sağlar.	1 (%2,04)	-	-	-
	Ampulün yanması için tek bir tel yeterlidir.	1 (%2,04)	-	-	-
	Paralel bağlı devre elemanlarında, direnç değeri büyük olan devre elemanının potansiyel farkı da büyüktür.	-	5 (%12,20)	-	-

Öğrenciler oluşturdukları analogilerde elektrik akımını, *kum saatindeki kumun akışı, suyun depolanmasına, barajda veya gölde bulunan suya* benzeterek açıklamaya çalışmışlardır.

Elde edilen bulguları desteklemek için öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, öğrencilerden biri bu kavram yanlışlığını destekleyici olarak aşağıdaki ifadeleri kullanmıştır (A: Araştırmacı, Ö: Öğrenci, #: Öğrenci numarası).

**A:** Elektrik akımı ile ilgili analogi kurmanız istendiğinde, sen elektrik akımını kum saatindeki kumun akışına benzetmişsin. Kum saatindeki kumun akışı, elektrik akımına nasıl benzemekte? Neden bu benzetmeyi yaptın?

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

Öğrencilerin elektrik akımı konusunun öncesinde ve sonrasında *elektronların, elektrik akımını taşıdığını* düşündükleri görülmüştür. Tespit edilen bu kavram yanlışlığı elektrik kavram testinde ortaya çıkarken, öğrenci analogileri ile belirlenememiştir. Elektronların elektrik akımını taşıdığı fikrine, ön test sonucunda dört (%8,16), son test sonucunda beş (%12,20) öğrencinin sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 1).

Direnç kavramı ile ilgili öğrencilerin oluşturdukları ön analogiler incelendiğinde, araştırmaya katılan dört (%8,16) öğrencinin *direnci, zıt yönde uygulanan kuvvete* benzettikleri belirlenmiştir. Elektrik akımı sonucunda oluşturulan son öğrenci analogilerine ait bulgulara bakıldığında ise, aynı kavram yanlışlığına sahip üç (%6,12) öğrencinin bulunduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 1). Öğrenciler yapılan görüşmelerde belirlenen kavram yanlışlığına yönelik şu açıklamaları yapmışlardır:

**A:** Size direnci neye benzettiğinizi sorduğumda, sen bana direncin zıt yönde uygulanan kuvvete benzediğini söylemişsin. Zıt kuvvet olarak kastettiğin şey nedir? Açıklar mısın?

**Ö15:** Direnç, adı üstünde direnmek. Yani akımın akmaması için iletkenin uyguladığı bir kuvvettir. Ters yönde akıma karşı uygulanan kuvvettir. Bir cisme uygulanan kuvvet gibidir.

**A:** Sen direnci zıt yönde uygulanan kuvvete benzetmişsin. Hangi yönü ile direnç zıt kuvvete benzemektedir.

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

**A:** Peki akımın tamamı engellenirse devreden akım geçmez. Nasıl bir engelleme biraz açar mısın bunu.

**Ö17:** Yani akımın geçmemesi için kuvvet uyguluyor. Zıt yönde bir kuvvet.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler de, öğrencilerin direnci zıt yönde uygulanan kuvvet olarak gördüklerini destekler niteliktedir.

Direnç kavramına yönelik öğrenci analogileri ile ortaya çıkartılan bir diğer kavram yanlışlığı da, *direncin bir engele* benzetilmesidir. Elektrik akımı konusunun öğretiminden önce, bu kavram yanlışlığına sahip öğrenci bulunmazken, öğretimin sonunda beş (%12,20) öğrencinin belirlenen kavram yanlışlığına sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Elektrik kavram testine ait bulgular incelendiğinde ise, öğrenci analogileri sonucunda direnç ile ilgili tespit edilen bu kavram yanlışlığı belirlenmemiştir. Yarı yapılandırılmış öğrenci görüşmelerinde öğrenciler bu kavram yanlışlığını şu şekilde açıklamışlardır:

**Ö 20:** Bence direnç bir engele benzer. Engel ne kadar büyük olursa onu aşan elektrik akımı da o kadar az olur.

**A:** Buradaki engel kavramını başka nasıl tarif edersin?

**Ö 20:** Yani, set gibi bence. Akımın önündeki set gibidir direnç.

**A:** Peki o zaman bu set devrede nerede bulunuyor?

**Ö20:** Devrede mesela bir lamba varsa, lamba da bir dirençtir. O aslında bir engeldir. Akım lambaya kadar gelir lambadan geçerken engele yani direncine göre azalır.

**A:** Peki o zaman lambaya gelmeden önceki ve sonraki akım miktarı farklıdır?

**Ö20:** Evet farklıdır. Önce daha çoktur daha sonra engele yani dirence gelince azalır.

**A:** Direnç ile ilgili benzetmene baktığımda, senin direnci bir engele benzettiğini gördüm. Direnç hangi özelliğinden dolayı bir engele benzetmektedir.

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

Yapılan görüşmeler de, öğrencilerin direnci neden bir engele benzettiklerini açıklamaktadır.

Öğrencilerin potansiyel fark kavramına yönelik elektrik akımı konusunun başında oluşturdukları ön analogiler incelendiğinde, araştırmaya katılan 49 öğrenciden dördünün (%8,16), *potansiyel farkı*, *kuvvete* benzettikleri ortaya çıkmıştır (Tablo 1). Bu kavram yanlışlığına sahip olan öğrencilerin, potansiyel farkını, *yüklerin hareket etmesini sağlayan kuvvet* olarak düşündükleri tespit edilmiştir. Araştırma sonunda öğrencilerin sahip olduğu bu kavram yanlışlığının giderildiği belirlenmiştir. Öğrenci analogileri ile tespit edilen bu kavram yanlışlığı elektrik kavram testi ile tespit edilememiştir. Bu kavram yanlışlığına yönelik görüşme yapılan öğrencilerden biri, bu kavram yanlışlığını destekleyici şu ifadeleri söylemiştir:



**A:** Sen potansiyel farkını, kuvvete benzetmişsin. Potansiyel fark nasıl bir kuvvettir ve akım ile arasında bir ilişki var mıdır? Açıklar mısın?

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

Öğrenci ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme, öğrencinin neden potansiyel farkı kuvvete benzettiğini açıklayabilmektedir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, elektrik akımı konusunun öğretiminden önce ve sonra araştırmaya katılan öğrencilerde elektrik kavram testi ile kavram yanlışları tespit edilirken, öğrenci analogileri ile tespit edilemeyen kavram yanlışlarının da bulunduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmaya katılan 49 öğrenciden üçünün (%6,12), elektrik akımı konusunun öğretiminden önce, sekizinin (%16,32) ise elektrik akımı konusunun öğretiminden sonra, *potansiyel farkın, elektrik akımı sonucunda oluştuğunu* düşündükleri belirlenmiştir (Tablo 1). Bu kavram yanlışına sahip öğrencilerin, potansiyel farkı, elektrik akımının nedeni olarak değil de sonucu olarak gördükleri tespit edilmiştir.

Potansiyel fark kavramı ile ilgili elektrik kavram testi yardımıyla öğrencilerde belirlenen diğer bir kavram yanlışlığı ise, *potansiyel farkın, üreteç/pil’de depo edildiği* düşüncesidir. Bu kavram yanlışlığına, elektrik akımı konusunun öğretiminden önce iki (%4,08) öğrenci sahip olurken, elektrik akımı konusunun öğretiminden sonra beş (%12,10) öğrencinin sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Elektrik kavram testi ile belirlenirken öğrenci analogileri ile belirlenemeyen başka bir kavram yanlışlığı ise, öğrencilerin; *potansiyel farkı, bir güç* olarak algılamasıdır. Araştırmaya katılan öğrencilerden ikisinin (%4,08) ön test, dördünün (%8,16) son test sonucunda tespit edilen bu kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Araştırma sonucu elde edilen bulgular incelendiğinde, öğrencilerin basit elektrik devreleri ile ilgili elektrik kavram testi ile belirlenirken, öğrenci analogileri ile belirlenemeyen bazı kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Araştırmaya katılan 49 öğrenciden ikisinin (%4,08) ön test sonucunda, birinin (%2,04) son test sonucunda, *aynı direnç değerine sahip devre elemanlarının, farklı bağlansalar da aynı potansiyel farkına sahip olacağı* fikrine sahip oldukları tespit edilmiştir. Elektrik kavram testi öncesinde ise, bir (%2,04) öğrencinin *çarpışan akım modeli* ile ilgili kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmüştür (Tablo 1). Bu kavram yanlışlığına sahip olan öğrenci, ampulün yanması için üreteç/pil’in iki kutbundan gelen akımların, ampulde çarpışması gerektiğini düşünmektedir. Son kavram testi sonucunda

bu kavram yanlışlığının giderildiği belirlenmiştir. Araştırmaya katılan 49 öğrenciden birinin (%2,04) de, elektrik konusunun öğretiminden önce, *ampulün yanması için pil ve ampul arasında tek kablonun yeterli olacağı* fikrine sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır (Tablo 1). Bu kavram yanlışlığının elektrik akımı konusunun öğretiminden sonra giderildiği görülmektedir.

Elektrik akımı konusunun öğretiminden önce, elektrik kavram testi ile belirlenemezken, konunun bitiminde uygulanan elektrik kavram testi sonucunda araştırmaya katılan 49 öğrenciden beşinin (%12,20) paralel bağlı devre elemanlarının potansiyel farkları ile ilgili kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Bu kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler, *paralel bağlı devre elemanlarında, direnç değeri büyük olan devre elemanının potansiyel farkının da büyük olacağına* inanmaktadırlar. Öğrenciler, paralel kollarındaki devre elemanlarının potansiyel fark değerinin, direnç değerine göre değişebileceğini düşünmektedir.

#### *Araştırmanın İkinci Bölümüne Ait Bulgular*

Elektrik akımı konusunun öğretiminden önce ve sonra araştırmanın ikinci bölümüne katılan öğrencilere uygulanan elektrik kavram testi sonucunda, öğrencilerin elektrik akımı konusuna yönelik çeşitli kavram yanlışlıklarına sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2** Tespit Edilen Kavram Yanlışlıkları ve Soru Numaraları

Tespit Edilen Kavram Yanlışlıkları	Soru Numarası
Akım, devre elemanları tarafından harcanır.	S1, S3,S4, S6, S7
Akım, üretici/pil tarafından depo edilir.	S2, S10, S11, S12
Elektronlar, elektrik akımını taşırlar.	S2
Potansiyel fark, elektrik akımı sonucunda oluşur.	S2, S5
Potansiyel fark bir güçtür.	S5
Potansiyel fark, pil/üretici’te depo edilir.	S5
Paralel bağlı devre elemanlarının potansiyel farkı farklıdır.	S9
Aynı direnç değerine sahip devre elemanların bağlanma şeklinden bağımsız olarak aynı potansiyel farkına sahiptirler.	S9
Devredeki direnç sayısı arttıkça, bağlanma şeklinden bağımsız olarak devrenin eşdeğer direnci de artar.	S10

İki farklı uygulama okulundaki deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçlarına ait bulgular incelendiğinde, soru başına düşen kavram yanlışlığı yüzdesinin son testte azaldığı tespit edilmiştir. Her iki uygulama okulunda da, son test sonucunda deney grubu öğrencilerinin soru başına düşen kavram yanlışlığı yüzdesinin kontrol grubu öğrencilerinden daha az olduğu görülmektedir (Tablo 3).

**Tablo 3** Birinci ve İkinci Uygulama Okulundaki Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test ve Son Test Sonucunda Soru Başına Düşen Kavram Yanılgısına Sahip Öğrenci Sayısı

Soru No	Birinci Uygulama Okulu				İkinci Uygulama Okulu			
	Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön test (%)	Son test (%)	Ön test (%)	Son test (%)	Ön test (%)	Son test (%)	Ön test (%)	Son test (%)
S1	4(%17,39)	-	4(%17,39)	-	4(%16,00)	-	4(%15,38)	-
S2	3(%13,04)	2(%8,69)	3(%13,04)	3(%13,04)	2(%8,00)	-	3(%11,54)	1(%3,85)
S3	5(%21,74)	3(%13,04)	1(%4,35)	2(%8,69)	4(%16,00)	2(%8,00)	3(%11,54)	2(%7,69)
S4	1(%4,35)	-	2(%8,69)	1(%4,35)	2(%8,00)	-	2(%7,69)	-
S5	3(%13,04)	1(%4,35)	2(%8,69)	3(%13,04)	2(%8,00)	1(%4,00)	3(%11,54)	1(%3,85)
S6	3(%13,04)	1(%4,35)	2(%8,69)	1(%4,35)	3(%12,00)	1(%4,00)	5(%19,2)	3(%11,54)
S7	7(%30,43)	1(%4,35)	3(%13,04)	-	3(%12,00)	1(%4,00)	3(%11,54)	2(%7,69)
S8	-	-	-	-	-	-	-	-
S9	4(%17,39)	2(%8,69)	3(%13,04)	2(%8,69)	3(%12,00)	1(%4,00)	3(%11,54)	1(%3,85)
S10	4(%17,39)	3(%13,04)	3(%13,04)	3(%13,04)	3(%12,00)	1(%4,00)	2(%7,69)	1(%3,85)
S11	7(%30,43)	1(%4,35)	5(%21,74)	6(%26,09)	4(%16,00)	2(%8,00)	3(%11,54)	2(%7,69)
S12	4(%17,39)	2(%8,69)	3(%13,04)	5(%21,74)	5(%20,00)	2(%8,00)	7(%26,92)	4(%15,4)

Tablo 3’de de görüldüğü gibi elektrik kavram testinde bulunan sekizinci soru ile öğrencilerde herhangi bir kavram yanılgısı tespit edilememiştir. Elde edilen betimsel istatistik sonuçları incelendiğinde öğrencilerin kavram yanılgılarının çeşidinde bir değişme olmazken, bu kavram yanılgısına sahip öğrencilerin sayısında azalma olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçlarına uygulanan vardamsal istatistik sonuçları da, betimsel istatistik sonuçlarını destekler niteliktedir.

Öğrencilerin elektrik kavram testinden aldıkları puanlar 0 ile 12 arasında değişebilmektedir. Elektrik kavram testinden yüksek puan alınması, az kavram yanılgısına sahip olduğu anlamına gelmektedir. Öğrencilerin, elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesi açısından, analogi destekli öğretim yöntemi ve analogi içermeyen düz anlatım öğretim yöntemi arasında anlamlı bir fark olup olmadığını tespit edebilmek için ilk olarak, elektrik akımı konusunun öğretiminden önce, öğrencilerin hazır bulunuşluk

düzeyleri arasında bir fark olup olmadığına bakılmıştır. Bunun için her iki uygulama okulunun deney ve kontrol gruplarının, ön testten aldıkları puanlara Mann Whitney U-Testi yapılmıştır (Tablo 4). Mann Whitney U-Testi sonucunda birinci uygulama okulunda bulunan deney grubu öğrencilerinin, elektrik kavram testinden aldıkları ortalama başarı puanları 1,69 iken, kontrol grubu öğrencilerine ait ortalama başarı puanı 1,74 olarak bulunmuştur. İkinci uygulama okulunda bulunan öğrencilerin elektrik kavram testinden aldıkları ortalama başarı puanı ise, deney grubunda 1,40 iken kontrol grubunda 0,769 olarak tespit edilmiştir. Tablo 4’de görüldüğü gibi, birinci ve ikinci uygulama okullarının,  $p=,05$  anlamlılık düzeyinde, ön testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ( $U_1= 253,50$ ,  $p_1=,804$ ;  $U_2=252,50$ ,  $p_2=,143$ ).

**Tablo 4** Birinci ve İkinci Uygulama Okulundaki Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Testten Aldıkları Puanlara Göre Yapılan Mann Whitney U-Testi Sonuçları

		N	$\bar{X}$	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Birinci Uygulama Okulu	1. Deney Grubu	23	1,69	23,02	529,50	253,50	,804
	1. Kontrol Grubu	23	1,74	23,98	551,50		
İkinci Uygulama Okulu	2. Deney Grubu	25	1,40	28,90	772,50	252,50	,143
	2. Kontrol Grubu	26	0,769	23,21	603,50		

(N: Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrenci Sayısı,  $\bar{X}$  : ortalama, p: anlamlılık düzeyi)

Birinci ve İkinci uygulama okullarındaki deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test başarı puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı tespit edebilmek için, yapılan Mann Whitney U-Testi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 5** Birinci ve İkinci Uygulama Okulundaki Deney ve Kontrol Gruplarının Son Testten Aldıkları Puanlara Göre Yapılan Mann Whitney U-Testi Sonuçları

		N	$\bar{X}$	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Birinci Uygulama Okulu	1. Deney Grubu	23	4,78	29,09	669,00	136,00	,004
	1. Kontrol Grubu	23	2,96	17,91	412,00		
İkinci Uygulama Okulu	2. Deney Grubu	25	4,48	30,24	756,00	219,00	,042
	2. Kontrol Grubu	26	3,5	21,92	570,00		

(N: Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrenci Sayısı,  $\bar{X}$  : ortalama, p: anlamlılık düzeyi)

Tablo 5 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin elektrik kavram testinden aldıkları başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $U_1=136,00$ ,  $p_1<,05$ ;  $U_2=219,00$ ,  $p_2<,05$ ). Birinci ve ikinci uygulama okulunda analogi destekli öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin analogi içermeyen düz anlatım yöntemine göre öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuç, analogi destekli öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin kavram yanlışlarının, kontrol grubu öğrencilerinin kavram yanlışlarına göre daha fazla düzeltiliğini göstermektedir.

Birinci ve ikinci uygulama okulunda bulunan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin, uygulamanın öncesi ve sonrasında elektrik kavram testinden aldıkları başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için, ön test–son test başarı puanlarına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Uygulamaya katılan bütün grupların öğretim öncesi ve sonrası elektrik kavram testinden aldıkları başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 6). Yani, analogi destekli öğretim yöntemi ve analogi içermeyen düz anlatım yöntemi öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde ve kavramsal değişimin gerçekleşmesinde etkili olmuştur.

**Tablo 6** Birinci ve İkinci Uygulama Okulundaki Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test- Son Test Sonuçlarına Göre Yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Uygulama Grupları	Öntest-sontest	N	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
<b>1. Deney Grubu</b>	Negatif sıra	23	1	3,00	3,00	3,94*	,000
	Pozitif sıra		20	11,40	228,00		
	Eşit		2	-	-		
<b>1.Kontrol Grubu</b>	Negatif sıra	23	4	4,00	16,00	2,90*	,004
	Pozitif sıra		13	10,54	137,00		
	Eşit		6	-	-		
<b>2. Deney Grubu</b>	Negatif sıra	25	0	,00	,00	4,41*	,00
	Pozitif sıra		25	13,00	325,00		
	Eşit		0	-	-		
<b>2.Kontrol Grubu</b>	Negatif sıra	26	0	,00	,00	4,04*	,00
	Pozitif sıra		21	11,00	231,00		
	Eşit		5	-	-		

(N: Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci sayısı, p: anlamlılık düzeyi, \* Negatif sıralar temeline dayalı)

Araştırma sonucunda, analogi destekli öğretim yönteminin ve analogi içermeyen düz anlatım yönteminin öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde ve kavramsal değişimin

gerçekleşmesinde etkili olduğu görülmektedir. Ancak, araştırmaya katılan deney ve kontrol gruplarının son test puanlarına yönelik yapılan Mann Whitney U-Testi sonuçları, analogi destekli öğretimin, analogi içermeyen düz anlatım yöntemine göre, öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede, kavramsal değişimi gerçekleştirmede ve başarılarını arttırmada daha etkili olduğunu göstermektedir (Bkz. Tablo 5).

### **Sonuç, Tartışma ve Yorum**

Bu araştırma sonucunda; öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak analogilerin kullanılabileceği ve analogi destekli olarak yapılan öğrenimin, öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilerek kavramsal değişimi sağlamada başarılı olduğu belirlenmiştir.

Araştırmanın birinci bölümüne ait sonuçlar incelendiğinde, analogilerin öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemede tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak kullanılabileceği görülmüştür. Öğrencilerin elektrik akımı konusunda yapmış oldukları analogilerin analizleri sonucunda, elektrik akımı konusunda aşağıdaki kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir:

- Akım, üreteç/pil’de depo edilir.
- Direnç, elektrik akımına zıt yönde uygulanan kuvvettir.
- Direnç, elektrik akımına uygulanan engeldir.
- Potansiyel fark, bir kuvvettir.

“Akım, üreteç/pil’de depo edilir” kavram yanlışının dışında tespit edilen diğer üç kavram yanlışları sadece analogiler ile tespit edilir iken, elektrik kavram testi ile tespit edilememiştir. Elde edilen bu kavram yanlışları Lee ve Law (2001), Pardhon ve Bano (2001), Psillos, Koumaras ve Tiberghien (1998) ve Sönmez ve diğerleri (2001) çalışmalarını sonucunda da rapor edilmektedir. Elektrik kavram testi sonucunda ise aynı öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışlarının, Cheng ve Kwen (1998), Cohen ve diğerleri (1982), Cosgrove, 1995, Çepni ve Keleş (2006), Çıldır ve Şen (2006), Dilber ve Düzgün (2003), Duit ve Rhöneck (1997), Frederiksen, White ve Gutwill (1999), Heller ve Findley (1992), Küçüközer (2003), Lee ve Law (2001), Örgün (2002), Pardhon ve Bano (2001), Sencar ve Eryılmaz (2002), Shipstone et al. (1988), Şen ve Aykutlu (2008) ve Tsai (2003),’nin yaptıkları çalışmalarda da belirlendiği görülmektedir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılan ölçme-değerlendirme araçlarının, birbirlerine göre farklı kavram yanlışlarını belirlediği belirlenmiştir. Elektrik kavram testi ile belirlenen bazı

kavram yanlışlarının analogilerle tespit edilemezken, analogiler ile belirlenen bazı kavram yanlışlarının da elektrik kavram testi ile belirlenemediği ortaya çıkmıştır. Bu sonuç öğrencileri değerlendirmede, aslında tek bir ölçme-değerlendirme aracının kullanılmasının yeterli olmayacağını göstermektedir. Araştırma sonuçlarına genel olarak bakıldığında ise, elektrik kavram testinin, öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemede analogilere göre daha avantajlı olduğu görülmektedir. Çünkü elektrik kavram testi sonucunda tespit edilen kavram yanlışlığı çeşidinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Araştırmanın birinci bölümü sonucunda ayrıca, öğrencilerin elektrik akımı konusunun öğretiminden sonra direnç ve basit elektrik devrelerine yönelik kavram yanlışlığı çeşidinde artma olduğu belirlenmiştir. Akım ve potansiyel fark kavramlarına yönelik sonuçlar incelendiğinde ise, öğretim sonrasında bu kavramlarla ilgili kavram yanlışlığına sahip öğrenci sayısında da artış olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar kavram yanlışlarının öğretim süreci içerisinde de oluşabileceğini göstermektedir. Kaynaklar incelendiğinde öğrencilerin kavram yanlışlarının nedenleri olarak, yapılan yanlış açıklamalar ve sorulan yanlış sorular ya da aşırı genellemeler (Gülçiçek & Yağbasan, 2004), hatalı veya eksik bilgiler, öğrencilerin önceki öğrenmeleri, öğretmenlerin kavramları sunuş biçimleri, ders kitaplarındaki hatalar, yanlış yapılan ilişkilendirmeler gösterilebilir (Coştu, Ayas & Ünal, 2007; İsen & Kavcar, 2006).

Araştırmanın ikinci bölümüne ait sonuçlar incelendiğinde, analogi destekli öğretimin öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde, kavramsal değişimin sağlanmasında ve başarılarının artırılmasında analogi içermeyen düz anlatım yöntemine göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, analogi kullanımının öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğunu gösteren araştırmaların sonuçlarını destekler niteliktedir (Bilgin & Geban, 2001; Bryce & Mac Millan, 2005; Brown, 1994; Clement, 1993; Chiu & Lin, 2005; Dilber & Düzgün, 2008; Lee & Law, 2001; Paatz, 2004; Yılmaz, 2007; Yılmaz ve diğerleri, 2002).

Uygulama okullarında bulunan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test-son test sonucunda belirlenen kavram yanlışları incelendiğinde, belirlenen kavram yanlışlarının tamamen yok edilemediği, ancak kavram yanlışlığına sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç bize, kavram yanlışları üzerine yapılmış diğer çalışmalarda olduğu gibi, kavram yanlışlarının değişime karşı dirençli olduğunu göstermektedir (Pines & West, 1986; Tsai, 2003; Wessel, 1999). Her ne kadar kavram yanlışlarının giderilmesi için

uygun olduğu düşünölen öğretim yöntemleri kullanılmış olsa da, öğrencilerin kavram yanılığlarının tamamının giderilemeyeceği göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Araştırmanın ikinci bölümüne ilişkin bir diğer sonuç ise, ön test-son test sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin başarılarında anlamlı bir artış olduğunun belirlenmesidir. Analoji içermeyen düz anlatım yöntemine göre öğrenim gören öğrencilerin de son test sonucunda başarılarının arttığı ve kavram yanılığlarının giderildiği belirlenmiştir. Ancak araştırma sonuçları, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduklarını göstermektedir. Bu sonuç, analoji destekli öğretimin öğrencilerin kavram yanılığlarını gidererek kavramsal değişimi sağlamada ve başarılarını arttırmada analoji içermeyen düz anlatım yöntemine göre daha etkili olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulardan yola çıkarak öğretmenlerin, öğrencilerin bilişsel seviyesine uygun analogiler seçtiklerinde, öğrencilerde oluşabilecek kavram yanılığlarının ve mekanik öğrenmenin önüne geçebilecekleri gibi, analogileri Ausubel'in anlamlı öğrenme (Sunuş Yoluyla Öğrenme) yaklaşımında tanımladığı ön düzenleyiciler (öğütleyiciler) olarak da kullanabilecekleri söylenebilir. Öğretmenler derslerde öğrencilerin yapmış olduğu analogiler yardımıyla, hem öğrencilerin anlamadığı veya eksik bilgi sahibi oldukları yerleri kolaylıkla belirleyebilirler hem de öğrencilerin kavram yanılığlarının tespitinde farklı bir yöntem olarak analogileri kullanılabilir. Ancak öğretmenlerin, öğrencilerin yapmış olduğu analogileri değerlendirirken, öğrencilerin ilişki kurma yeteneklerini de göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Öğretmenlerin, analogilerden kaynaklanabilecek, eksik anlamaların veya kavram yanılığlarının önüne geçebilmeleri için özellikle hedef kavram ve kaynak kavram arasındaki benzemeyen yönleri derslerinde belirtmeleri gerekmektedir.

### **Kaynakça**

- Akın, F.(2002). *Sosyal bilimlerde istatistik*. Bursa: Ekin Kitapevi.
- 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.
- Bahar, M. (2003). Biyoloji eğitiminde kavram yanılığları ve kavram değişim stratejileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 27-64.
- Beeth, M.E. (1998). Facilitating conceptual change learning: the need for teachers to support metacognition. *Journal of Science Teacher Education*, 9(1), 49-61.



- Berber, N.C., & Sarı, M. (2009). Kavramsal değişim metinlerinin iş, güç, enerji konusunu anlamaya etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 159-172.
- Bilaloğlu, R.G. (2005). Erken çocukluk döneminde fen öğretiminde analogi tekniği. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(30), 72-77.
- Bilgin, İ., & Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analoji) yöntemi kullanılarak lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 29-32.
- Brown, D. E. (1993). Refocusing core intuitions: A concretizing role for analogy in conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1273-1290.
- Brown, D.E. (1994). Facilitating conceptual change using analogies and explanatory models. *International Journal of Science Education*, 16(2) 201-214.
- Brown, D.E., & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.
- Bryce, T., & Mac Millan (2005). Encouraging conceptual change: The use of bridging analogies in the teaching of action-reaction forces and the ‘at rest’ condition in physics. *International Journal of Science Education*, 27(6), 737-763.
- Büyüköztürk, Ş. (2005). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı, İstatistik. Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- 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.
- Cheng, A. K., & Kwen, B.H. (1998). *Primary pupils’ conceptions about some aspect of electricity*. 25.10.2011 tarihinde <http://www.aare.edu.au/98pap/ang98205.htm> adresinden alınmıştır.
- 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.
- Clement, J. (1993). Using Bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students’ preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241-1257.

- 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.
- Cohen, L., & Manion, L. (1994). *Research methods in education*. Fourth edition. London and New York: Routledge.
- Cosgrove, M. (1995). A Study of science-in-the-making as students generate an analogy for electricity. *International Journal of Science Education*, 17(3), 295-310.
- Coştu, B., Ayas, A., & Ünal, S. (2007). Kavram yanlışlarının olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Çaycı, B. (2007). *Kavram öğreniminde kavramsal değişim yaklaşımının etkililiğinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- 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 yanlışlarının kavram haritalarıyla belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 92-101.
- Dagher, Z. R. (1994). Does the use of analogies contribute to conceptual change? *Science Education*, 78(6), 601-614.
- 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.
- Dilber, R., & Düzgün, B. (2003). Doğru akım devreleri ile ilgili olarak orta öğretim fen kolu öğrencilerinde oluşan kavram yanlışları. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 90-96.
- Dilber, R., & 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*. 25.10.2011 tarihinde <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/C2.html> adresinden alınmıştır.

- Duit, R., & Treagust, D. (2003). Conceptual change – a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671-688.
- Dupin, J.J., & Joshua, S. (1989). Analogies and “modeling analogies” in teaching: Some examples in basic electricity. *Science Education*, 73(2), 207-224.
- Duru, N. (2002). *Fizik dersinde analogi kullanımının öğrenmeye ve öğrenci başarısına etkilerinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Glynn, S. M. (2007). Methods and strategies: The teaching-with-analogies model. *Science and Children*, 44(8), 52-55.
- Glynn, S. M. (2008). *Making science concepts meaningful to students: Teaching with analogies*. In S. Mikelskis-Seifert, U. Reingelband & M. Brückman (Eds.). Four decades of research in science education: From curriculum development to quality improvement. 113-125. Münster, Germany: Waxmann.
- Gülçiçek, Ç., & Yağbasan, R. (2004). Sarmal yay sisteminde mekanik enerjinin korunumu konusunda öğrencilerin kavram yanılgıları. *Milli Eğitim Dergisi*, 163, 25.10.2011 tarihinde <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/163/gulcicek.htm> adresinden alınmıştır.
- 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.
- Hewson, P.W. (1992). *Conceptual change in science Teaching and teacher education, Research and Curriculum Development in Science Teaching, under the auspices of the National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment*. Ministry for Education and Science, Madrid, Spain.
- 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.
- Kalaycı, Ş. (2006). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın.

- Kaptan, F., & Arslan, B. (2002). *Fen öğretiminde soru-cevap tekniği ile analogi tekniğinin karşılaştırılması*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, 183-189.
- Karaarslan, İ., Altuntaş, A., Tütüncü, A., Zengin, F., Kalyoncu, C., & Çakmak, Y. (2008). *Ortaöğretim fizik 11 ders kitabı*. Ankara: Devlet Kitapları İkinci Baskı.
- Karasar, N. (2002). *Bilimsel araştırma yöntemi*. 11. Baskı. Ankara: Nobel Yayın Evi.
- 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.
- Kızılcık, H. Ş., & Güneş, B. (2006). *Düzgün dairesel hareket konusundaki kavram yanlışlarının üç aşamalı test ile tespit edilmesi*. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 7-9, Eylül, Ankara, 941-945.
- Küçüközer, H. (2003). Lise I öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuyla ilgili kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 142-148.
- Küçükturan, G., Öztürk, Ş., & Cihangir, S. (2000). *Okul öncesi dönem 6 yaş grubu çocuklarına depremin oluşumu, deprem fay ve yer ilişkisinin analogi tekniği ile öğretimi*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 6-8 Eylül, Ankara, 91-95.
- 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.
- Mason, L. (2004). Fostering understanding by structural alignment as a route to analogical learning. *Instructional Science*, 32, 293-318.
- Örgün, E. (2002). *Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarında yapıcı öğretim yaklaşımının etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Paatz, R., (2004). A case study analysing the process of analogy-based learning in a teaching unit about simple electric circuits. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1065-1081.
- Pardhon, H., & Bano, Y. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct currents. *International Journal of Science Education*, 23(3), 301-318.

- Pınarbaşı, T. (2002). *Çözünürlükle ilgili kavramların anlaşılmasında kavramsal değişim yaklaşımının etkinliğinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pines, A.L., & West, L.H.T. (1986). Conceptual understanding and science Learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- 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.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Sağırılı, S. (2002). *Fen bilgisi öğretiminde analogi kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sencar, S., & Eryılmaz, A. (2002). *Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuna ilişkin kavram yanlışları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildirileri, 16-18 Eylül, Ankara, 577-582
- Shepardson, D.P., & Moje, E., B. (1994). The nature of fourth graders' understanding of elektrik circuits. *Science Education*, 78(5), 489-514.
- Shipstone, D.M., Rhöneck, C.V., Jung, W., Karrqvist, C., Dupin, J.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 Bildirileri, 7-8 Eylül, İstanbul, 35-38.
- Sülün, Y., Görecek, M., & Keser, A. (2005). *İlköğretim 6. sınıf fen bilgisi dersinde "dolaşım sistemi" konusunun analogi tekniği ile öğretiminin öğrenci başarısına etkisinin belirlenmesi*. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, 28-30 Eylül, Denizli, 127-130.

- 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*. Uluslar Arası Öğretmen Yetiştirme Politikaları ve Sorunları Sempozyumu, Bakü, 11-15.
- Şenpolat, Y. (2005). *Fen bilgisi öğretiminde analogi kullanımının öğrenci başarısına etkisinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Theile, R. B., & Treagust, D.F. (1994). An examination of high school chemistry teachers' analogical explanations. *Journal of research in Science Teaching*, 31(3), 227-242.
- 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.
- Wessel, W. (1999). *Knowledgeconstruction in high school physics: A study student teacher interaction*. 25.10.2011 tarihinde <http://www.saskschoolboards.ca/old/ResearchAndDevelopment/ResearchReports/Instruction/99-04.htm> adresinden alınmıştır.
- Yağbasan, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 102-120.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. 6. Baskı Ankara: Seçkin yayıncılık.
- Yılmaz, S. (2007). *Finding anchoring analogies to help students' misconceptions in physics*. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, S., Eryılmaz, A., & Geban, Ö. (2002). *Birleştirici benzetme yönteminin lise öğrencilerinin mekanik konularındaki kavram yanlışları üzerindeki etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, 627-633.