



## Effect of Using Analogy in Teaching: How can We Change the Brightness of A Bulb?

Gonca HARMAN <sup>1</sup>, Aytekin ÇÖKELEZ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> drgoncaharman@hotmail.com, [http:// orcid.org/0000-0002-9717-1150](http://orcid.org/0000-0002-9717-1150)

<sup>2</sup> Istanbul Technical University, [cokelez@itu.edu.tr](mailto:cokelez@itu.edu.tr), [http:// orcid.org/0000-0002-8742-3246](http://orcid.org/0000-0002-8742-3246)

Received : 26.04.2018

Accepted : 30.05.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.437802

*Abstract* –This study aims to examine effect of using analogy on the teaching of “How can we change the brightness of a bulb?”, learning and elimination of misconceptions. The study was executed with 98 fifth grade students, 49 students were in experiment group and 49 students were in the control group. The unmatched control group pretest and posttest design was used in this study, interviews were done in this study. While the lessons in the experimental group were taught with analogy, the lessons in the control group were taught without analogy. A data collection form consisting of two questions was used in this study. Data was analyzed using content analysis. As a result of the research, it has been found that the using of analogy is more effective on the learning and elimination of misconceptions.

*Key words:* analogy, a simple electrical circuit, brightness of a bulb, fifth grade student.

-----  
Corresponding author: Dr. Gonca HARMAN, [drgoncaharman@hotmail.com](mailto:drgoncaharman@hotmail.com),

This study is based on the doctoral dissertation of Gonca Harman. This study was supported by Ondokuz Mayıs University Project No: PYO.EGF.1904.13.006

### Summary

Electricity is one of the basic subjects in all levels of science and physics education. Electricity is a subject that the individual will encounter at an early age and will continue to encounter in the progressive stages. For this reason, it is extremely important that students learn correctly concepts about electricity. In general, issues about electricity are considered simple. But the situation isn't as simple as it may seem. So that, studies show that students have difficulties about learning of the brightness of a bulb in a simple electrical circuit and their information aren't scientifically correct. Results of these studies emphasize that

interesting and entertaining activities should be done by using remarkable instructional materials on the teaching of bulb's brightness. One of these instructional materials is analogies.

Analogies are strong connections between similarities of concepts, principles and formulas. These connections are strong bridges between the source (preliminary information) and the target (new information) (Kesercioğlu et al., 2004). Analogies are effective on teaching (Çalık et al., 2009) and learning (Çıray and Erişti, 2014). Analogies link between science and technology and life (Şaşmaz-Ören et al., 2010). Analogies enable visualization of concepts (Orgill and Bodner, 2004). Analogies facilitate understanding of abstract and complex concepts (Dilber and Düzgün, 2008). Analogies provide understanding (Korgancı et al., 2015) and conceptual change (Aykutlu and Şen, 2011). Analogies are effective on critical thinking (Taşkın et al., 2012), reasoning and problem solving skills (Clement, 1998). Information is organized (Rule et al., 2008) and information is placed in long-term memory by analogies (Çalık et al., 2009). Information is remembered (Kobal et al., 2013) and permanent (Demirci-Güler and Yağbasan, 2010) by analogies. Analogies are intriguing (Şaşmaz-Ören et al., 2010) and interesting (Bryce and MacMillan, 2005) teaching tools. Lessons that are used analogies are fun and enjoyable (Çakır and Azizoğlu, 2012). Analogies increase attendance (Şaşmaz-Ören et al., 2010), performance (Rule and Furletti, 2004) and satisfaction (Şaşmaz-Ören et al., 2010). Analogies have positive effects on academic achievement. These positive effects have been demonstrated in studies about different fields of science, including chemistry (Zorluoğlu and Sözbilir, 2016), biology (Taşkın et al., 2012) and physics (Aykutlu and Şen, 2011). Analogies are effective in detecting (Öztuna-Kaplan and Boyacıoğlu, 2013) and eliminating (Korgancı et al., 2015) misconceptions. Analogies have positive effects on attitudes (Sert-Çıbık and Yalçın, 2012) and views (Kaptan and Arslan, 2002) towards the lesson. For this reason, this study aims to examine effect of using analogy on the teaching of "How can we change the brightness of a bulb?"

This study was executed with 98 fifth grade students, 49 students were in experiment group and 49 students were in the control group. The unmatched control group pretest and posttest design was used in this study, interviews were done in this study. Pilot application was done with 25 fifth grade students. While the lessons in the experimental group were taught with analogy, the lessons in the control group were taught without analogy. The same teacher taught lessons in the experimental and control groups. The researcher participated to all lessons of experimental and control groups as an observer. The researcher informed to teacher about application before every application. Teacher taught lessons by making

comparisons between PSM 1-2-3 and BED 1-2-3 in the experimental group for eight lesson hours. Teacher taught lessons without using analogy (PSM) in the control group for eight lesson hours. National and international literature and curriculum were examined, expert opinions were taken, and a data collection tool was prepared. A data collection form consisting of two questions was applied to 42 sixth grade students as pilot application. Data collection tool was finalized by taking into account pilot implementation and expert opinions. Data collection tool were applied to experimental and control groups as a pre-test and a post-test. Data was analyzed using content analysis. Direct quotations from students' answers were given.

How can we reduce the brightness of a bulb in a simple electric circuit consisting of two bulbs and one battery?: While the rate of reasoned correct answer in the experimental group increased from 10.2% to 46.9%, the rate of reasoned correct answer in the control group increased from 10.2% to 16.3%.

How can we increase the brightness of a bulb in a simple electric circuit consisting of one bulb and two batteries?: While the rate of reasoned correct answer in the experimental group increased from 44,9% to 91,8%, the rate of reasoned correct answer in the control group increased from 36,7% to 69,4%.

Following misconceptions were determined in this research.

When the number of battery increases, the brightness of a bulb decreases. The battery is a light source. When the number of bulb increases, the energy of battery decreases. When the number of bulb increases, energy increases. When the number of bulb increases, the brightness of a bulb increases. For the brightness of a bulb increases, numbers of bulb and battery must be equal. Two factors that affect the brightness of a bulb should be changed at the same time. Factors that affect the brightness of a bulb and conditions that are necessary for lighting of a bulb are mixed by some students.

As a result of research, it has been found that using of analogy is more effective on the teaching of “How can we change the brightness of a bulb? The using of analogy was found to be effective in decreasing and correcting misconceptions that determined in pre test, and preventing of new misconception in post test.

## **Öğretimde Analoji Kullanımının Etkisi: Lamba Parlaklığını Nasıl Değiştirebiliriz?**

**Gonca HARMAN <sup>1</sup>, AYTEKİN ÇÖKELEZ <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> drgoncaharman@hotmail.com, [http:// orcid.org/0000-0002-9717-1150](http://orcid.org/0000-0002-9717-1150)

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, [cokelez@itu.edu.tr](mailto:cokelez@itu.edu.tr), [http:// orcid.org/0000-0002-8742-3246](http://orcid.org/0000-0002-8742-3246)

Gönderme Tarihi: 26.04.2018

Kabul Tarihi: 30.05.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.437802

*Özet* –Bu araştırmada lamba parlaklığını nasıl değiştirebileceğimizin öğretiminde analoji kullanımının öğrenme ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya 49'u deney, 49'u kontrol grubunda olmak üzere beşinci sınıfta öğrenim görmekte olan 98 öğrenci katılmıştır. Araştırmada eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test desen kullanılmış, yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Dersler deney grubunda analoji, kontrol grubunda analoji kullanılmadan işlenmiştir. İki sorudan oluşan veri toplama aracıyla toplanan veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda analoji kullanımının öğrenme ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

*Anahtar kelimeler:* analoji, basit elektrik devresi, lamba parlaklığı, beşinci sınıf öğrencisi.

Sorumlu yazar: Dr. Gonca HARMAN, [drgoncaharman@hotmail.com](mailto:drgoncaharman@hotmail.com)

Bu çalışma Gonca Harman'ın doktora tezinden üretilmiş olup Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.EGF.1904.13.006 kodlu proje ile desteklenmiştir.

### **Giriş**

Elektrik, fen ve fizik eğitiminin tüm seviyelerinde yer alan temel konulardan biridir. Bireyin erken yaşlarda karşılaşacağı ve ilerleyen kademelerde de karşılaşmaya devam edeceği bir konu olması nedeni ile elektrikle ilgili kavramların küçük yaşlardan itibaren bilimsel açıdan doğru bir şekilde öğretilmesi ve öğrenilmesi son derece önemlidir. Genelde elektrikle ilgili konular basit olarak görülse de durum sanılanın aksine kendi içinde öğrenme güçlükleri ve kavram yanlışları barındırmaktadır. Öyle ki, alanyazında öğrencilerin basit elektrik devresinde lamba parlaklığı ile ilgili öğrenme güçlükleri yaşadıklarını ve sahip oldukları bilgilerin bilimsel açıdan doğru olmadığını ortaya koyan pek çok çalışma bulunmaktadır. Öyle ki, ortaokul öğrencileri lamba sayısı arttıkça lamba parlaklığının artacağını, pil sayısının

artması sonucunda devredeki akımın ve gerilimin azalacağını (Ayvacı & İpek-Akbulut, 2012) iddia etmiştir. Pil sayısının artması sonucunda akım ve gerilimin azalacağını düşünen öğrenciler için bu durum lamba parlaklığının azalmasına neden olabilir.

Bazı ortaokul öğrencilerinin pilin negatif kısmının az, pozitif kısmının çok elektrik akımı oluşturduğunu düşündükleri, öğrencilerin + ve – kutup kavramlarını akım miktarı ile ilişkilendirdikleri saptanmıştır. Bu durum öğrencilerin günlük hayatta farklı anlamda kullandıkları artı ve eksi kelimelerini fen kavramları ile ilişkilendirememelerinden (Bakırcı, Subay, Midyatlı & Ünsal, 2010; Çepni & Keleş, 2006), pozitif ve negatif kavramlarını polarizasyondan ziyade günlük yaşamda karşılaştıkları hali ile pozitif, artı, olumlu, mevcut; negatif, eksi, olumsuz, yok kavramları ile ilişkilendirerek lamba parlaklığında gerçekleşecek değişime yanlış transfer etmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu durumun öğrencilerde lambanın bağlı olduğu kutbun parlaklık üzerinde etkili olabileceğine dair yanlış oluşumuna neden olabileceği düşünülmektedir. Bu yanılgıya sahip öğrenci için pozitif kutba bağlı lamba negatif kutba bağlı olan lambadan daha parlak olacaktır. Öyle ki, alanyazında bazı ortaokul öğrencilerinin pilin pozitif kutbuna yakın olan lambanın, negatif kutbuna yakın olan lambadan daha parlak yanacağına inandıkları ortaya koyulmuştur (Pardhan & Bano, 2001).

Lamba ve pil arasındaki mesafenin lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğuna dair yanlışlı düşünce alanyazında Deneysel Kural Modeli olarak geçmektedir. Bu modele göre devrede pile ya da güç kaynağına en yakın olan lamba diğer lambalara nazaran daha parlak yanar. Lambanın güç kaynağına olan uzaklığı ile lamba parlaklığı arasında ters orantılı bir ilişki vardır. Bu model ortaokul öğrencileri (Kaya & Gödek-Altuk, 2010; Keser & Başak, 2013; Türkoğuz & Cin, 2013; Yılmaz & Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise öğrencileri (Karakuyu & Tüysüz, 2011; Korgancı, Miron, Dafinei & Antohe, 2015; Küçüközer, 2003; Sencar & Eryılmaz, 2004; Sencar, Yılmaz & Eryılmaz, 2001; Taşlıdere & Eryılmaz, 2009), fen bilgisi öğretmen adayları (Altun, 2009; Taşlıdere, 2014), ilk-ortaokul öğretmenleri (Heller & Finley, 1992) ile yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya koyulmuştur.

Pilin sabit bir voltaj kaynağı yerine sabit bir akım kaynağı olarak kabul edildiği Sabit Akım Kaynağı Modeli ortaokul öğrencileri (Cheng & Kwen, 1998), lise öğrencileri (Demirezen & Yağbasan, 2013; Karakuyu & Tüysüz, 2011; Korgancı ve diğerleri, 2015; Küçüközer, 2003; Küçüközer & Kocakulah, 2007; Sencar & Eryılmaz, 2002, 2004; Sencar ve diğerleri, 2001; Shipstone ve diğerleri, 1988; Taşlıdere & Eryılmaz, 2009; Yıldırım, Yalçın, Şensoy & Akçay, 2008; Yılmaz & Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise ve üniversite öğrencileri (Engelhardt & Beichner, 2004), ortaokul birinci sınıftan üniversite son sınıfa kadar öğrenciler

(Dupin & Johsua, 1987), fen bilgisi öğretmen adayları (Altun, 2009; Ateş & Polat, 2005; Taşlıdere, 2014; Yumuşak, 2008), fizik öğretmenleri (Cohen, Eylon & Ganiel, 1983; Küçüközer & Demirci, 2005), ilk-ortaokul öğretmenleri (Heller & Finley, 1992) ile yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Bu yanılı öğrencilerin lamba parlaklığının sadece pil sayısındaki değişimden etkileneceğini düşünmelerine neden olabilir. Öyle ki, pil devrenin sabit akım kaynağı olarak görüldüğü için lamba sayısı değişse de pil lambalara aynı değerde akım vermeye devam edeceği için lamba sayısındaki değişimin parlaklık üzerinde herhangi bir etkisi olmayacaktır.

Devrede yapılan değişimlere odaklanan Bölgesel Akıl Yürütme Modeline (Sıralı (Ardışık) Akıl Yürütme Modeli) göre değişiklik yapılan bir elektrik devresinde değişikliğin yapıldığı bölümden sonraki elemanlar bu durumdan etkilenirken değişiklik yapılan bölümden önceki elemanlar değişiklikten herhangi bir şekilde etkilenmez. Bu model ortaokul öğrencileri (Yılmaz & Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise öğrencileri (Demirezen & Yağbasan, 2013; Engelhardt & Beichner, 2004; Karakuyu & Tüysüz, 2011; Küçüközer, 2003; Küçüközer & Kocakulah, 2007; Millar & King, 1993; Sencar & Eryılmaz, 2002, 2004; Sencar ve diğerleri, 2001; Shipstone ve diğerleri, 1988; Taşlıdere & Eryılmaz, 2009), fen bilgisi öğretmen adayları (Ateş & Polat, 2005; Taşlıdere, 2014; Yumuşak, 2008), ilk-ortaokul öğretmenleri (Heller & Finley, 1992), fizik öğretmenleri (Cohen ve diğerleri, 1983) ile yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Bölgesel Akıl Yürütme Modeline göre devrenin sonunda yapılan bir değişiklikten tüm devre etkilenmez (Karakuyu & Tüysüz, 2011) ve devrede herhangi bir değişiklik yapıldığı zaman akımın değişiklik yapılan bölgeden önce ve sonra geçiş değerleri farklı olur (Heller & Finley, 1992). Bu düşüncelere sahip bir öğrenci için lamba parlaklığı sadece devrede yer alan lambadan önce yapılan değişikliklerden etkilenirken, devrede yer alan lambadan sonra yapılan değişikliklerden etkilenmeyecektir. Bu yanılı öğrencinin lamba parlaklığının değişip değişmediğine ilişkin yorum yaparken lamba ya da pil ekleme ya da çıkarma gibi değişikliklerin mevcut lambadan önce mi sonra mı yapıldığı üzerinde yoğunlaşmasına neden olacaktır.

Alanyazında ortaya koyulan sonuçlardan konunun öğretiminde basit elektrik devresinin tek başına kullanılmasının yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle araştırmada basit elektrik devresi ile birlikte bu devreyi temsil edebilecek nitelikte ilgi çekici ve eğlenceli öğretim araçları ile ders işlenmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Analojiler bu amaçla kullanılabilir öğretim araçlarından biridir.

Analojiler; kavram, ilke ve formüllerin benzerlikleri arasında kurulan sağlam bağlantılardır. Analojiler kaynak olarak nitelendirilen ön bilgiler ile hedef olarak nitelendirilen yeni bilgiler arasında kurulan güçlü köprülerdir (Kesercioğlu, Yılmaz, Huyugüzel-Çavaş & Çavaş, 2004). Analoji, hedef ve kaynak olmak üzere iki etki alanının parçaları arasındaki ilişkidir (Duit, 1991).

Analojiler öğretim (Çalık, Ayas & Coll, 2009; Dilber ve Düzgün, 2008) ve öğrenme (Atav, Erdem, Yılmaz & Gücüm, 2004; Blake, 2004; Ekici, Ekici & Aydın, 2007; Çakır & Azizoğlu, 2012; Şaşmaz-Ören, Ormanlı, Babacan, Çiçek & Koparan, 2010; Glynn & Takahashi, 1998; Çıray & Erişti, 2014; Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010) üzerinde etkilidir. Analojiler fen ve teknoloji konuları ile yaşam arasında ilişki kurulmasını (Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010); kavramların görselleştirilmesini (Orgill & Bodner, 2004), soyut ve kompleks kavramların anlaşılmasında yaşanan zorlukların giderilmesini (Dilber & Düzgün, 2008; Kesercioğlu ve diğerleri, 2004); kavramı (Şenpolat, Seven & Düzgün, 2005), anlamayı (Atasoy, Kadayıfçı & Akkuş, 2007; Bryce & MacMillan, 2005; Çakır & Azizoğlu, 2012; Swain, 2000; Blake, 2004, Korgancı ve diğerleri, 2015; Pabuçcu & Geban, 2006; Taylor & Coll, 2001; Wichaidit, Wongyounoi, Dechsri & Chaivisuthangkura, 2011) ve kavramsal değişimi (Aykutlu & Şen, 2011; Bryce & MacMillan, 2005; Çalık ve diğerleri, 2009; Tsai, 1999) sağlarlar. Eleştirel düşünme (Taşkın, Şenel & Yıldırım, 2012), akıl yürütme ve problem çözme (Clement, 1998) becerileri üzerinde etkili olan analojiler, bilgileri organize ederek aralarında bağlantılar kurarlar (Rule, Baldwin & Schell, 2008). Analojiler öğrenilen bilgilerin uzun süreli belleğe yerleştirilmesine imkân sunarlar (Çalık ve diğerleri, 2009). Böylece bilgilerin hatırlanmasını (Atav ve diğerleri, 2004; Glynn & Takahashi, 1998; Kobal, Şahin & Kara, 2013; Rule ve diğerleri, 2008) ve kalıcı olmasını (Demirci-Güler & Yağbasan, 2010; Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010) sağlarlar.

Analojiler dersleri zevkli ve eğlenceli hale getirerek (Çakır & Azizoğlu, 2012; Newby, Ertmer & Stepich, 1995; Sarantopoulos & Tsaparlis, 2004; Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010), derse katılımı (Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010), performansını (Çetingül & Geban, 2005; Rule & Fulletti, 2004) ve memnuniyeti arttırırlar (Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010). Merak uyandıran (Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010) ve ilgi çeken (Bryce & MacMillan, 2005; Sarantopoulos & Tsaparlis, 2004; Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010) öğretim araçlarıdır. Analojilerin kavram yanlışlarının tespit edilmesinde (Aykutlu & Şen, 2012; Öztuna-Kaplan & Boyacıoğlu, 2013) ve giderilmesinde de (Abak, Eryılmaz, Yılmaz & Yılmaz, 2001; Aykutlu & Şen, 2011; Bilgin & Geban, 2001; Clement, 1998, Dilber & Düzgün, 2008;

Korgancı ve diğerleri, 2015; Paatz, Ryder, Schwedes & Scott, 2004; Pabuçcu & Geban, 2006; Şendur, Toprak & Şahin-Pekmez, 2008; Tsai, 1999) etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca derse yönelik tutum (Ekici ve diğerleri, 2007; Sert-Çıbık & Yalçın, 2012; Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010; Şendur ve diğerleri, 2008; Şenpolat ve diğerleri, 2005) ve görüşler (Kaptan & Arslan, 2002) üzerinde de olumlu etkileri olduğu saptanmıştır.

Elektrik ile ilgili konularının öğretiminde de analogi kullanımının soyut ve kompleks kavramların anlaşılmasında etkili olduğu ve bu kavramların öğretimini kolaylaştırdığı (Dilber & Düzgün, 2008; Korgancı ve diğerleri, 2015), öğrencilerin kavrama düzeylerini arttırdığı (Şenpolat ve diğerleri, 2005), kavramsal değişimi sağladığı (Aykutlu & Şen, 2011), kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu (Aykutlu & Şen, 2011; Dilber & Düzgün, 2008; Korgancı ve diğerleri, 2015; Paatz ve diğerleri, 2004), öğrenci performansını olumlu yönde etkilediği (Dilber & Düzgün, 2008), öğrencilerin başarı düzeylerini arttırdığı (Aykutlu & Şen, 2011; Şenpolat ve diğerleri, 2005) ortaya koyulmuştur.

Bu araştırmada basit elektrik devresinde lamba parlaklığını azaltmak ve arttırmak için ne yapılması gerektiğinin öğretiminde analogi kullanımının etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Alanyazında elektrik konusu ile ilgili analogiler incelendiğinde çoğunluğunun teorik boyutta olduğu görülmektedir. Bu araştırmada kullanılan analogi ise teorinin pratikle buluşturulduğu çalışır bir sistem olma özelliğine sahiptir. Bu tür bir analoginin elektrikle ilgili bir konunun öğretiminde ilk defa kullanılması nedeni ile araştırmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

## **Yöntem**

### *Çalışmanın Türü*

Bu araştırmada yarı deneysel desen çeşitlerinden eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test desen kullanılırken, öğrencilerin verdikleri cevaplarla ilgili daha detaylı bilgi elde edebilmek için deney ve kontrol gruplarında yer alan beşer öğrenci ile bireysel olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

### *Çalışma Grubu*

Araştırma 2013-2014 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde Samsun ilinde MEB'na bağlı bir devlet okulunda ortaokul beşinci sınıfta öğrenim görmekte olan, 49'u deney, 49'u kontrol grubunda olmak üzere toplam 98 öğrencinin katılımı ile yapılmıştır. Deney ve kontrol



gruplarında yer alan öğrencilerin cinsiyetleri için frekans dağılımları Tablo 1’de görülmektedir.

**Tablo 1** Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Cinsiyetleri için Frekans Dağılımı

	Erkek öğrenci	Kız öğrenci	TOPLAM
<b>Deney grubu</b>	20	29	49
<b>Kontrol grubu</b>	25	24	49
<b>TOPLAM</b>	45	53	98

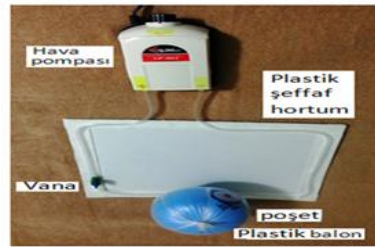
### Uygulama

Gerçek uygulama öncesinde 25 beşinci sınıf öğrencisi ile pilot uygulama yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının derslerine aynı öğretmen girmiştir. Araştırmacı ise deney ve kontrol gruplarının tüm derslerinde gözlemci olarak yer almıştır. Her dersten önce yapılacak uygulama hakkında dersin öğretmeni ile 15-20 dakikalık bir ön çalışma yapılarak uygulama hakkında bilgilendirilmiştir.

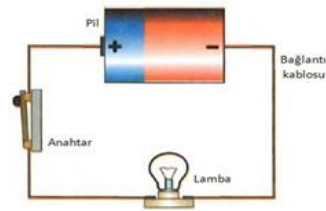
### Deney Grubu ile Yapılan Uygulama

Deney grubundaki 49 öğrencinin katılımı ile 8 ders saatlik sürede Pnömatik Sistem Modeli (PSM) 1-2-3 ile Basit Elektrik Devresi (BED) 1-2-3 arasında karşılaştırmalar yapılarak lamba ve pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimini hedefleyen üç aşamalı bir uygulama yapılmıştır.

Birinci aşamada öğrencilerden Pnömatik Sistem Modelindeki (Harman & Çökelez, 2015) (Şekil 1) elemanların basit elektrik devresinde (Şekil 2) hangi devre elemanına karşılık geldiğini ifade etmeleri istenmiştir.



**Şekil 1** Pnömatik Sistem Modeli (PSM)



**Şekil 2** Basit Elektrik Devresi (BED)

**Tablo 2** PSM ve BED için Kaynak ve Hedef Kavramlar Arasındaki Analojik İlişki

Kaynak Kavramlar	Hedef Kavramlar
Hava pompası	Pil
Plastik şeffaf hortum	Bağlantı kablosu
Vana	Anahtar
Plastik balon	Lamba
Plastik balonun şişmesi	Lambanın yanması
Plastik balonun şişme büyüklüğü	Lambanın parlaklığı

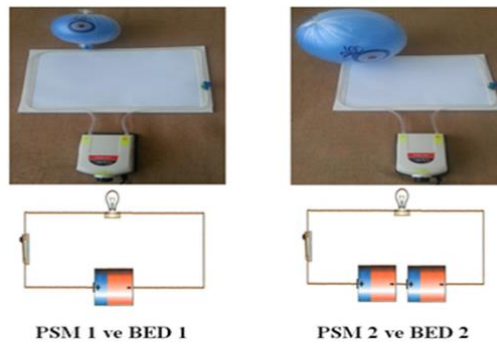
Tablo 2’de verilen kaynak ve hedef kavramlar arasındaki analogik ilişkiyi (Harman & Çökelez, 2015) önce öğrenciler, daha sonra da öğretmen ifade etmiştir.

Analojilerde kaynak kavramlar ile hedef kavramlar arasında benzerlikler ve farklılıklar vardır. Kavram yanlışlarının oluşumunu engelleyebilmek için farklılıkların kesinlikle vurgulanması gereklidir (Duit, 1991; Kesercioğlu ve diğerleri, 2004). Bu gereklilik nedeni ile öğretim sırasında kaynak kavramlar ile hedef kavramlar arasındaki farklılıklar Tablo 3’te ifade edildiği şekilde belirtilmiştir (Harman ve Çökelez, 2015).

**Tablo 3** PSM ve BED için Kaynak ve Hedef Kavramlar Arasındaki Farklılıklar

PSM	BED
Hava pompaya geri dönmez. Sistemi sabitlemek için hava pompası durdurulmalıdır.	Elektrik akımı pile geri döner. Lambanın ışık vermesi için pil devreden çıkarılmamalıdır.
Plastik balonun şişmesi için vana açık olmalıdır. PSM’ de hava pompasından çıkan hava plastik balona gelir ve plastik balonlar arasında hava akışı olmaz. Bir plastik balondan diğerine hava geçişi olmaz.	Lambanın ışık vermesi için anahtar kapalı olmalıdır. Lambalar arasında akım akışı olur. Bir lambadan diğerine akım geçer.

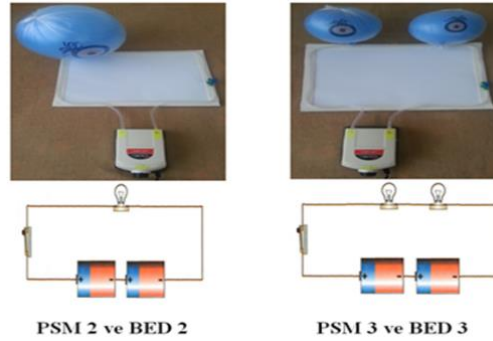
İkinci aşamada lamba sayısı sabit iken pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi için Şekil 3’te görüldüğü üzere hava pompası, plastik şeffaf hortum, 1 adet vana, 1 adet plastik balon, 1 adet poşet, 1 adet t şeklinde bağlantı parçası, karton, çift taraflı köpük bant, lastik kullanılarak PSM 1 - PSM 2 kurulmuş ve çalıştırılmıştır.



**Şekil 3** Pil Sayısının Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisinin Öğretiminde Kullanılan PSM 1-2 ile BED 1-2

PSM 1’de birinci devirde, PSM 2’de ikinci devirde olmak üzere her iki sistemde de bir dakika çalıştırılan hava pompası bir dakikanın sonunda sistemdeki havayı sabitlemek için durdurulmuştur. Öğrenciler PSM 1 ve PSM 2’yi gözlemlenmişlerdir. Öğrencilerden PSM 1 ve PSM 2 arasında karşılaştırmalar yaparak balonların şişme büyüklüklerinin neden farklı olduğunu açıklamaları, balon büyüklüğünün (lamba parlaklığının) azalacağı ve artacağı durumları ifade etmeleri istenmiştir. Lamba parlaklığı üzerinde etkili olan faktörler ile ilgili olarak balon sayısı-lamba sayısı ve hava pompasının çalıştırıldığı devir-pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. Çıkarılan sonuç *“Balon sayısı (lamba sayısı) sabit iken hava pompasının çalışma devri (pil sayısı) arttırıldığı zaman balonun şişme büyüklüğü (lambanın parlaklığı) artar.”*, *“Balon sayısı (lamba sayısı) sabit iken hava pompasının çalışma devri (pil sayısı) azaltıldığı zaman balonun şişme büyüklüğü (lambanın parlaklığı) azalır.”* şeklinde ifade edilmiştir. PSM 2’de bir lamba ile seri bağlı iki pilin yer aldığı basit bir elektrik devresi temsil edilmiştir.

Üçüncü aşamada pil sayısı sabit iken lamba sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi için Şekil 4’te görüldüğü üzere hava pompası, plastik şeffaf hortum, 1 adet vana, 2 adet plastik balon, 2 adet poşet, 2 adet t şeklinde bağlantı parçası, karton, çift taraflı köpük bant, lastik kullanılarak PSM 3 kurulmuş ve PSM 2 ile PSM 3 çalıştırılmıştır.



**Şekil 4** Lamba Sayısının Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisinin Öğretiminde Kullanılan PSM 2-3 ile BED 2-3

PSM 2 ve PSM 3’te ikinci devirde olmak üzere her iki sistemde de bir dakika çalıştırılan hava pompası bir dakikanın sonunda sistemdeki havayı sabitlemek için durdurulmuştur. Öğrenciler PSM 2 ve PSM 3’ü gözlemlenmişlerdir. Öğrencilerden PSM 2 ve PSM 3 arasında karşılaştırmalar yaparak balonların şişme büyüklüklerinin neden farklı olduğunu açıklamaları, balon büyüklüğünün (lamba parlaklığının) azalacağı ve artacağı

durumları ifade etmeleri istenmiştir. Lamba parlaklığı üzerinde etkili olan faktörler ile ilgili olarak balon sayısı-lamba sayısı ve hava pompasının çalıştırıldığı devir-pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. Çıkarılan sonuç “*Hava pompasının çalışma devri (pil sayısı) sabit iken balon sayısı (lamba sayısı) arttırıldığı zaman balonun şişme büyüklüğü (lambanın parlaklığı) azalır.*”, “*Hava pompasının çalışma devri (pil sayısı) sabit iken balon sayısı (lamba sayısı) azaltıldığı zaman balonun şişme büyüklüğü (lambanın parlaklığı) artar.*” şeklinde ifade edilmiştir. PSM 3’te seri bağlı iki lamba ve seri bağlı iki pilin yer aldığı basit bir elektrik devresi temsil edilmiştir.

#### *Kontrol Grubu ile Yapılan Uygulama*

Kontrol grubunda dersler analoji (PSM) kullanılmadan işlenmiştir.

Pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile BED 1 ve BED 2 kurularak çalıştırılmıştır. Öğrenciler BED 1 ve BED 2’yi gözlemlemişlerdir. Öğrencilerden iki devreyi karşılaştırarak lamba parlaklıklarını ifade etmeleri, lambaların parlaklıklarının neden farklı olduğunu açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerden BED 1 ve BED 2 için lamba parlaklığının azalacağı ve artacağı durumları ifade etmeleri istenmiştir. Lamba parlaklığı üzerinde etkili olan faktörlerle ilgili olarak lamba sayısı ve pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. Çıkarılan sonuç “*Lamba sayısı sabit olmak koşulu ile pil sayısını arttırdığımız zaman lambanın parlaklığı artar.*”, “*Lamba sayısı sabit olmak koşulu ile pil sayısını azaltığımız zaman lambanın parlaklığı azalır.*” şeklinde ifade edilmiştir.

Lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile BED 2 ve BED 3 kurularak çalıştırılmıştır. Öğrenciler BED 2 ve BED 3’ü gözlemlemişlerdir. Öğrencilerden iki devreyi karşılaştırarak lamba parlaklıklarını ifade etmeleri, lambaların parlaklıklarının neden farklı olduğunu açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerden BED 2 ve BED 3 için lamba parlaklığının azalacağı ve artacağı durumları ifade etmeleri istenmiştir. Lamba parlaklığı üzerinde etkili olan faktörlerle ilgili olarak lamba sayısı ve pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. Çıkarılan sonuç “*Pil sayısı sabit olmak koşulu ile lamba sayısını arttırdığımız zaman lambanın parlaklığı azalır.*”, “*Pil sayısı sabit olmak koşulu ile lamba sayısını azaltığımız zaman lambanın parlaklığı artar.*” şeklinde ifade edilmiştir.

#### *Veri Toplama Aracı*

Öğretim programı ile ulusal ve uluslararası alanyazın incelenerek iki sorudan oluşan bir veri toplama aracı hazırlanmıştır. Veri toplama aracının kapsam geçerliliği, konu hakkındaki bilgileri saptama yeterliliği, gereksiz, düzeltme isteyen, anlaşılmayan bir ifade olup olmadığı,

öğrenci seviyesi ve ulaşılması hedeflenen kazanımlara uygun olup olmadığı hususunda 6-25 yıl arasında mesleki deneyimi olan 8 fen ve teknoloji öğretmeni ile alanı fen ve fizik eğitimi olan 3 öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır. Bununla birlikte dilbilgisi ve anlaşılabilirlik açısından bir dil uzmanından da görüş alınmıştır. Veri toplama aracının anlaşılır, görünüş geçerliliği bakımından uygun olup olmadığını anlamak ve cevaplama için verilecek süreyi belirlemek için altıncı sınıfta öğrenim görmekte olan 42 öğrenci ile pilot uygulama yapılmıştır. Uzman görüşleri ve pilot uygulama sonucunda son hali verilen veri toplama aracı deney ve kontrol gruplarına ön ve son test olarak uygulanmıştır.

### *Verilerin Analizi*

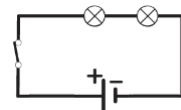
Araştırmanın verileri içerik analizi yöntemi ile (1) Verilerin kodlanması, (2) Temaların oluşturulması, (3) Verilerin kodlara ve temalara göre düzenlenmesi ve tanımlanması, (4) Bulguların yorumlanması olmak üzere 4 aşama takip edilerek çözümlenmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Öğrencilerden toplanan tüm cevap kâğıtlarına her öğrenci için bir numara verilmiştir. Verilen numaralarla öğrenci cevapları ham hali ile bilgisayara aktarılmıştır. Araştırmanın kavramsal çerçevesinde ve araştırma sorularında yer alan boyutlara uygun olacak şekilde hazırlanan çerçeveye göre verilerin hangi temaların altına yerleşeceğine karar verilmiştir. Ayrıca önceden hazırlanan çerçeveye uygulama sonunda ortaya çıkan yeni kod ve kategoriler de dâhil edilmiştir. Veriler anlamlı ve mantıklı bir şekilde birleştirilerek tanımlanmış; tanımlanan veriler açıklanmış, ilişkilendirilmiş ve anlamlandırılmıştır. Öğrencilerin cevapları birbirleri ile karşılaştırılarak ortak kategoriler belirlenmiş, bu kategorilere ait frekans ve yüzde değerleri kullanılarak tablolar hazırlanmıştır. Hazırlanan tablolar yorumlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin ifadelerini daha açık ve anlaşılır bir şekilde yansıtabilmek için italik olarak vurgulanan doğrudan alıntılar verilmiştir.

### **Bulgular ve Yorumlar**

Öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilerek Tablo 4 ve Tablo 5’ te sunulmuştur.

Yanda verilen devrede yer alan lambaların parlaklığını azaltmak için Mehmet ne yapmalıdır? Cevabınızın nedenini açıklayınız.



**Tablo 4** Öğrencilerin Devredeki Lambanın Parlaklığını Azaltmak için Ne Yapılması Gerektiği ile İlgili Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

		ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba eklemeli*	Elektrik enerjisi paylaşımı ve lamba başına düşen değerde azalma*	5	10,2	5	10,2	23	46,9	8	16,3
	Pil Elektrik enerjisinin yetersiz kalması	5	10,2	-	-	4	8,2	3	6,1
	Elektrik enerjisinin azalması	-	-	4	8,2	-	-	5	10,2
	Vereceği ışığın yetersiz kalması	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Parlaklığın azalması	3	6,1	5	10,2	13	26,5	12	24,5
	Enerjinin artması	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Gerekçe yok	2	4,1	-	-	1	2,0	2	4,1
<b>Toplam</b>		<b>17</b>	<b>34,7</b>	<b>14</b>	<b>28,6</b>	<b>41</b>	<b>83,7</b>	<b>30</b>	<b>61,2</b>
Lamba çıkarmalı	Parlaklığın azalması	19	38,8	14	28,6	3	6,1	11	22,4
	Gerekçe yok	1	2,0	12	24,5	1	2,0	5	10,2
	<b>Toplam</b>	<b>20</b>	<b>40,8</b>	<b>26</b>	<b>53,1</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>16</b>	<b>32,7</b>
Pil eklemeli	Parlaklığın azalması	-	-	3	6,1	1	2,0	-	-
	Gerekçe yok	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Pil çıkarmalı	Parlaklığın azalması	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Lambanın gücünün azalması	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Pilin yayacağı ışığın azalması	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Boş		<b>9</b>	<b>18,4</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

\*: Doğru cevap

Tablo 4 incelendiğinde öğrencilerin 2 lamba ve 1 pilden oluşan basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığının azaltılması için lamba eklemeli, lamba çıkarmalı, pil eklemeli ve pil çıkarmalı olmak üzere 4 farklı kategoride cevap verdikleri görülmektedir.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 34,7'si, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 28,6'sı; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 83,7'si, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 61,2'si soruda verilen basit elektrik devresinde lamba parlaklığının azalması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade ederek doğru cevap vermiştir.

Lamba parlaklığını azaltmak için lamba eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevaplarında belirttikleri gerekçelerden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 10,2'si “*Pilin enerjisi bölünüp her birine az enerji düşeceği için*”, “*Pilin enerjisi o lambaya da enerji gidecek ve pilin enerjisini paylaşacakları için lamba başına düşen enerji azalacak*”, “*Enerji kaynağından 3 lambaya enerji gideceği için pilin enerjisi bölünecek*” ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 10,2'si “*Enerjiyi aralarında paylaşacakları için lamba başına düşen enerji azalacağı için*”, “*Pil paylaşılacağı için lamba artarsa her lambaya daha az enerji geleceği için*” gerekçeleri ile lamba eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 46,9'u “*Pilin enerjisi lambalara bölündüğü için her lambaya az enerji düşer*”, “*Enerji*

*bölünüp her lambaya düşen azalacağı için*”, “*Pil enerjisini 3 lambaya paylaşacağı için lambalara az enerji düşer*”; kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 16,3’ü “*Pilin enerjisi bölüneceği için her lambaya daha az enerji gider*”, “*1 pil 3 lambaya eşit miktarda enerji vereceği için her bir lambaya az enerji düşer*” gerekçeleri ile “Elektrik enerjisi paylaşımı ve lamba başına düşen değerde azalma” kategorisinde doğru cevap vermiştir.

Parlaklığın azalması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade eden bazı öğrenciler lamba sayısındaki artışın pil üzerinde oluşturacağı etki üzerinde yoğunlaşmıştır. Ön testte deney grubunda 5 öğrenci “*Pilin enerjisi yetmediği için*”, “*Pilin enerjisi hepsine yetmeyeceği için*”, “*Pil yeterli elektriği veremeyeceği için*”; son testte ise deney grubunda 4 öğrenci “*Pil 3 lambayı taşıyamayacağı için*”, “*Pil yetersiz kalacağı için*”, “*Pilin enerjisi yetmeyeceği için*”, “*1 pilin enerjisi 1 lambaya yeteceği için*”; kontrol grubunda 3 öğrenci “*Pilin enerjisi 3 lambaya yetmeyeceği için*”, “*1 pilin enerjisi diğer lambalara yetmeyeceği için*”, “*Pilin enerjisi yetmeyeceği için*” gerekçeleri ile devreye eklenecek lambanın pilin enerjisinin yetersiz kalmasına neden olacağını ve bunun sonucunda lambaların hiç yanmayacağını ifade etmiştir. Öğrenciler devrede lamba sayısı arttıkça pilin elektrik enerjisinin lambaları yakmak için yetersiz kalacağını, elektrik enerjisinin yeterli olmadığı bir devrede de lambaların yanmayacağını düşünmektedir. Görüşmelerde bazı öğrenciler basit elektrik devresinde “*Lamba ve pil sayıları eşit olmalı*”, “*Bir pile bir lamba, iki pile iki lamba olmalı*” gerekçelerini ifade etmiştir. Araştırmada saptanan yanılığ Lamba ve Pil Sayılarının Eşitliği Modeli olarak adlandırılmıştır. Bu kavram yanılığı deney grubunda ön testte 5 öğrenci, son testte ise gerçekleşen azalma ile 4 öğrencide görülmüştür. Ön testte kontrol grubunda görülmeyen yanılığ öğretim sonunda 3 öğrencide saptanmıştır.

Kontrol grubunda ön testte 4 öğrenci “*Pil zayıflayacağı için*”, “*Pilin enerjisi azalacağı için*”; son testte ise 5 öğrenci “*Pilin enerjisi azalacağı için*”, “*Pilin enerjisini azaltmak için*” gerekçeleri ile devreye eklenecek lambanın pilin elektrik enerjisinin azalmasına neden olacağını ve bunun sonucunda lambanın parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Bu durum öğrencilerin pilin enerjisinin lamba sayısına bağlı değişiklik göstereceğini düşündüklerini ortaya koymaktadır. Lamba sayısından bağımsız olarak pil sayısı sabit ise pilin enerjisinde değişim olmaz. Öğrencilerin devreye eklenen her lambanın pilden daha fazla enerji almak isteyeceği, bunun sonucunda pilin enerjisinin azalacağı ve enerji azaldığında da parlaklığın azalacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Araştırmada saptanan yanılığ Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Azalan Pil Modeli olarak adlandırılmıştır. Bu yanılığ deney grubunda ön ve

son testte görülmezken kontrol grubunda ön testte 4 olan öğrenci sayısı öğretim sonunda 5'e çıkmıştır.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “*1 pil 1'den fazla lambaya ışık veremeyeceği için, 1 pil 3 lambaya az ışık vereceği için*” gerekçesi ile devreye lamba eklendiğinde pilin lambalara vereceği ışığın yetersiz kalacağını ve bu durumun lambanın parlaklığında azalmaya neden olacağını ifade etmiştir. Buradan öğrencinin pili devrenin elektrik enerjisi kaynağı olarak değil de ışık kaynağı olarak gördüğü anlaşılmaktadır. Bu durumun öğrencinin elektrik enerjisinin lambada ısı ve ışık enerjisine dönüştüğünü bilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bu bulgu öğrencinin devre elemanlarının görevini bilmediğini de ortaya koymaktadır. Öyle ki, öğrenci lambanın yaydığı ışığı doğrudan pilin verdiğini ve lambanın da pilin verdiği ışığı yansıttığını düşünmektedir. Araştırmada saptanan yanlış Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli olarak adlandırılmıştır. Ön testte deney grubunda 1 öğrencide görülen yanlış öğretim sonunda ortadan kaldırılmıştır.

Ön testte deney (% 6,1) ve kontrol (% 10,2) gruplarındaki bazı öğrencilerin “*Lamba parlaklığı lamba sayısına bağlı olduğundan lamba eklerse parlaklık azalacağı için*”, “*Parlaklığı azaltmak için*” ifadeleri ile kendilerine yöneltilen soru cümlesini gerekçe olarak yazdıkları görülmüştür. Bu durumun son testte deney (% 26,5) ve kontrol (% 24,5) gruplarında artış göstermesi dikkat çekicidir. Devrede yer alan lambaların parlaklığını azaltmak için ne yapılması gerektiği sorulan öğrenciler lamba eklemek gerektiğini doğru olarak ifade ederken soru cümlesindeki parlaklığı azaltmak ifadesini gerekçe olarak sunmuşlardır. Öğrencilerin lamba sayısı arttığında lamba parlaklığının azalacağını bilmelerine karşın gerekçesini bilmedikleri anlaşılmaktadır. Bu durumun gerek kitaplarda gerekse konunun anlatımında sıklıkla kullanılan parlaklığın azalması için lamba eklenmeli ifadesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrencinin ise “*Pil daha fazla enerji vereceği için*” gerekçesi ile devreye eklenen lambanın enerjinin artmasına neden olacağını belirttiği saptanmıştır. Görüşmelerde öğrenci lamba sayısı arttığında lambaların toplu halde daha çok ışık vereceğini belirtmiştir. Lambanın verdiği ışığın doğrudan pil tarafından verildiğini düşünen öğrenci lambanın yaydığı ışık artıyorsa pilin enerjisi de artar şeklinde lamba sayısı, lambanın yayacağı ışık ve pil sayısı üçlüsü arasında doğru orantılı ve kavram yanlışlığı içeren bir ilişki kurmuştur. Öğrencide saptanan kavram yanlışlığı Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Artan Pil Modeli olarak adlandırılmıştır. Öğrencinin düşüncesinin aksine lamba sayısı artınca lambaların yayacağı ışık azalır, pilin enerjisi ise pil sayısı değişmediği için artma ya da



azalma göstermez. Ön testte deney grubunda 1 öğrencide saptanan yanlış öğretim sonunda giderilmiştir.

Lamba parlaklığını azaltmak için lamba çıkarılması gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevaplarında belirttikleri gerekçelerden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Lambanın parlaklığının azalması için lamba çıkarılmalı cevabını veren öğrenci oranı ön testte deney grubu için % 40,8 iken kontrol grubu için % 53,1'dir. Son testte ise deney grubundaki oran % 8,2'ye, kontrol grubunda % 32,7'ye düşmüştür. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 38,8'i "2 lamba daha çok ışık vereceği için", "2 lamba fazla ışık saçacağı için"; kontrol grubundaki öğrencilerin % 28,6'sı "2 lamba birleşince daha çok ışık yayacağı için", "2 lamba fazla yanacağı için", "2 lamba çok ışık verdiği için" gerekçeleri ile lamba çıkarılması gerektiğini ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 6,1'i "2 lamba daha çok ışık vereceği için", kontrol grubundaki öğrencilerin % 22,4'ü "1 lamba az, 2 lamba çok ışık vereceği için" gerekçeleri ile lambanın çıkarılması gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencilerde devrede yer alan tüm lambaların ayrı ayrı yaydığı ışık tek bir ışık kaynağından yayılıyormuş şeklinde yanlış bir düşünce hâkimdir. Bu yanlışın lamba sayısına bağlı aydınlanmadan kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Öyle ki öğrenciler sınıftaki tüm lambaların birlikte bir lambadan daha çok ışık verdiğini ifade etmektedir. 2 lambanın 1 lambadan daha fazla ışık verdiğini düşünen öğrenciler pilin elektrik enerjisinin devrede yer alan lambalar arasında eşit bir şekilde paylaşılacağını ve ilk duruma göre azalan enerji değerleri ile lambanın parlaklığının azalacağını göz ardı etmektedir. Araştırmada saptanan kavram yanlışlığı Devredeki Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli olarak adlandırılmıştır. Saptanan kavram yanlışlığı deney grubunda 19 öğrenciden 3 öğrenciye, kontrol grubunda ise 14 öğrenciden 11 öğrenciye düşmüştür.

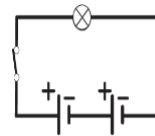
Lamba parlaklığını azaltmak için pil eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevaplarında belirttikleri gerekçelerden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte kontrol grubundaki öğrencilerin % 8,2'si "Sayısı çoğaldı mı yetmeyeceği için", "1 pilin enerjisi 1 lambaya yeteceği için"; son testte deney grubundaki 1 öğrenci de "Pil eklerse parlaklık azalacağı için" gerekçeleri ile parlaklığın azalması için pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu bulgu öğrencinin pil sayısındaki artışın lamba parlaklığının azalmasına neden olacak bir değişim olduğunu düşündüğünü göstermektedir. Ön testte kontrol grubunda 3 öğrencide görülen yanlış öğretim sonunda sadece deney grubunda 1 öğrencide saptanmıştır.

Lamba parlaklığını azaltmak için pil çıkarılması gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevaplarında belirttikleri gerekçelerden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki 3 öğrenci parlaklığın azalması için pil çıkarılması gerektiğini ifade etmiştir. 1 öğrencinin “*Pil azalırsa lambanın parlaklığı azalacağı için*” ifadesini kullanarak soru cümlesini cevap olarak yazdığı, 1 öğrencinin “*Pil çıkarıldığında lambanın gücünün azalacağını*” ifade ettiği, 1 öğrencinin ise “*1 pil az ışık verip 2 pil çok ışık yayacağı için*” ifadesi ile pilin yayacağı ışığın azalacağını belirttiği saptanmıştır. Devredeki pil sayısı ile lamba parlaklığı arasında doğru orantılı bir ilişki söz konusu olması nedeni ile öğrencinin de ifade ettiği gibi pil sayısı azalırse lamba parlaklığı azalır. Ancak söz konusu devrede zaten bir tane pil olduğu için pil sayısının azaltılması mümkün değildir. Başka bir öğrencinin ifadesindeki pil sayısına bağlı pilin yayacağı ışığın artacağı düşüncesi ciddi bir kavram yanılması içermektedir. Pil devrenin elektrik enerjisi kaynağıdır. Pilin devreye sağladığı elektrik enerjisi lambada ısı ve ışık enerjisine dönüşür ve devrede ışık yayan eleman lambadır. Bu öğrencide Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli yanılması vardır. Bu kavram yanılığının temelinde “*Pil sayısı azaldıkça pilin lambalara vereceği ışık azalır.*” düşüncesi yer almaktadır. Pilin elektrik enerjisi kaynağı olmasından ziyade lambalara ışık veren bir devre elemanı olarak görülmesinin basit elektrik devresinde gerçekleşen enerji dönüşümünün bilinmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğretimden önce sadece deney grubunda saptanan bu yanılığın öğretim sonunda giderilmiştir.

Arda'nın kitap okumak için aldığı masa lambasının devresi yandaki şekilde verilmiştir. Arda masa lambasının parlaklığını arttırmak için ne yapmalıdır? Cevabınızın nedenini açıklayınız.



**Tablo 5** Öğrencilerin Devredeki Lambanın Parlaklığını Arttırmak için Ne Yapılması Gerektiği ile İlgili Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

			ÖN TEST				SON TEST			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			f	%	f	%	f	%	f	%
Pil eklemeli*	Artış*	Elektrik enerjisi*	12	24,5	9	18,4	20	40,8	12	24,5
		Parlaklık	5	10,2	5	10,2	19	38,8	13	26,5
		Pilin vereceği ışık	2	4,1	3	6,1	1	2,0	5	10,2
		Pil yetersiz olduğu için	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Devrenin çalışması için	-	-	1	2,0	-	-	-	-
		Gerekçe yok	2	4,1	-	-	5	10,2	4	8,2
		<b>Toplam</b>	<b>22</b>	<b>44,9</b>	<b>18</b>	<b>36,7</b>	<b>45</b>	<b>91,8</b>	<b>34</b>	<b>69,4</b>
Lamba eklemeli		Enerji artışı	-	-	1	2,0	-	-	1	2,0
		Lamba Pil sayısı ile eşit olması	-	-	1	2,0	-	-	2	4,1
		Patlamaması	-	-	-	-	1	2,0	-	-
		Parlaklığın artması	16	32,7	9	18,4	1	2,0	5	10,2
		Gerekçe yok	2	4,1	5	10,2	-	-	-	-
		<b>Toplam</b>	<b>18</b>	<b>36,7</b>	<b>16</b>	<b>32,7</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>8</b>	<b>16,3</b>

Lamba ve pil eklemeli	Işık ve enerji artışı	3	6,1	9	18,4	2	4,1	5	10,2
	Gerekçe yok	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>9</b>	<b>18,4</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>
Boş		5	10,2	6	12,2	-	-	2	4,1
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

\*: Doğru cevap

Tablo 5 incelendiğinde öğrencilerin 1 lamba ve 2 pilden oluşan basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığını arttırmak için pil eklemeli, lamba eklemeli, lamba ve pil eklemeli olmak üzere 3 farklı kategoride cevap verdikleri görülmektedir.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 44,9'u, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 36,7'si; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 91,8'i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 69,4'ü soruda verilen basit elektrik devresinde lamba parlaklığının artması için pil eklenmesi gerektiğini ifade ederek doğru cevap vermiştir.

Lamba parlaklığını arttırmak için pil eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevaplarında belirttikleri gerekçelerden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 24,5'i "*Enerji çoğalacağı için*", "*Enerji artacağı için*", "*Lambaya daha çok enerji vereceği için*", "*Lambaya daha çok elektrik vereceği için*", "*Yayılan ışık enerjiye bağlı olduğu için*"; kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 18,4'ü "*Lambalara giden enerjiyi arttırmak için*", "*Enerjiyi arttırmak için*", "*Lambaya gelen enerji artacağı için*"; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 40,8'i "*Enerji artar. Lambaya daha fazla enerji gideceği için*", "*Enerji artacağı için*", "*Piller tüm enerjisini 1 lambaya vereceği için*", kontrol grubundaki öğrencilerin % 24,5'i "*Enerji artacağı için*" gerekçeleri ile "Elektrik Enerjisi Artışı" kategorisinde doğru cevap vermiştir. Buradan öğrencilerin pilin devrenin elektrik enerjisi kaynağı olduğunu ve pil sayısı artışına bağlı olarak elektrik enerjisi artacağı için lamba parlaklığında ilk duruma göre artış olacağını ifade ettikleri anlaşılmaktadır.

Ön testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrenci "*Pilin vereceği ışık artacağı için*"; son testte ise deney grubunda 1 öğrenci "*3 pil 1 lambaya daha fazla ışık vereceği için*", kontrol grubunda 5 öğrenci "*Pil daha çok ışık vereceği için*" gerekçeleri ile pilin vereceği ışığın artması için pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu bulgu öğrencilerin pilin devredeki görevi ile ilgili kavram yanlışlığına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Öğrenciler devrenin elektrik enerjisi kaynağı olan pili lambalara ışık veren bir kaynak olarak kabul etmekle birlikte lambada elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüşümünü göz ardı ederek lambanın yaydığı ışığın kaynağının doğrudan pil olduğunu ifade

etmişlerdir. Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli olarak adlandırılan kavram yanılışı öğretim sonunda deney grubunda azalırken kontrol grubunda artmıştır.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci “*Pilin yeterli olması için*” gerekçesi ile pilin yetersiz olduğunu ifade ederek pil eklenmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu durum öğrencinin devredeki pil sayısının lambanın yanmasını sağlayacak değerde olması gerektiğini düşündüğünü ortaya koymaktadır.

Ön testte kontrol grubunda 1 öğrenci “*Devreyi pil çalıştırdığı için*” gerekçesi ile devrenin çalışması için pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencinin ifade ettiği gerekçenin sorunun amacına uygun olmadığı görülmektedir. Öğrenci lambanın parlaklığının artması için ne yapılması gerektiğinden ziyade lambanın yanması için ne yapılmalıdır sorusuna cevap olabilecek bir gerekçe belirtmiştir.

Lamba parlaklığını arttırmak için lamba eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevaplarında belirttikleri gerekçelerden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 36,7’si, kontrol grubundaki öğrencilerin % 32,7’si; son testte deney grubundaki öğrencilerin % 4,1’i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 16,3’ü parlaklığın artması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Ön ve son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci “*Enerjinin çoğalması için*” gerekçesi ile lamba eklenen devrede enerji artışı nedeni ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Öğrencinin ifade ettiği gerekçeden ışık kaynağı olan lambayı elektrik enerjisi kaynağı olarak gördüğü anlaşılmaktadır. Bu durumun öğrencinin devrede gerçekleşen enerji dönüşümünü ve birbirine dönüşen enerji türlerini bilmemesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca öğrencide lamba sayısı artışı ile enerji, lamba sayısından kaynaklanan enerji artışı ile parlaklık artışı olacağına yönelik kavram yanılışı söz konusudur. Öğretim öncesinde kontrol grubunda saptanan yanılışı öğretim sonunda giderilememiştir.

Ön testte kontrol grubunda 1 öğrenci “*2 pil 2 lamba sayılarının eşit olması için*”, son testte ise 2 öğrenci “*Lamba ve pil sayısının eşit olması için*” gerekçeleri ile lamba eklenen devrede lamba sayısı ile pil sayısı eşit olacağı için parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Görüşmelerde öğrencilerde “*1 pil sadece 1 lambayı yakabilir.*” yanılışının mevcut olduğu saptanmıştır. Bu düşünce öğrenciyi pil sayısı ile lamba sayısı arasındaki eşitliği hem lambanın yanmasını hem de parlak olmasını sağlayıcı bir etken olarak görmesine neden olmaktadır. Buradan öğrencilerde ne kadar pil varsa o kadar da lamba olması gerekir, her pil sahip olduğu enerjiyi eşleştirdiği lambaya gönderir düşüncesinin hâkim olduğu anlaşılmaktadır. Saptanan kavram yanılışı Lamba ve Pil Sayılarının Eşitliği Modeli olarak adlandırılmıştır.

Son testte deney grubunda 1 öğrenci “*Pil sayısı artınca parlaklık artıp lambanın patlamaması için*” gerekçesi ile devredeki lambanın patlamaması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencinin ifade ettiği gerekçeden 2 pilin lambayı patlatacağına inandığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle öğrenci 2 pilin olduğu devreye 1 lamba daha ilave ederek pillerin enerjisinin 2 lambaya dağılmasını sağlayıp lambanın patlamasını önleyebileceğini düşünmektedir. Öğrencinin 2 pil 1 lambayı patlatır gerekçesi ile 2 pil 2 lamba eşitliğini savunduğu düşünülmektedir.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 32,7’si “*Lambanın parlaklığı artacağı için*”, “*Parlaklığın çoğalması için*”, kontrol grubundaki öğrencilerin % 18,4’ü “*Daha parlak olması için*”; son testte deney grubunda 1 öğrenci “*Parlaklık artacağı için*”, kontrol grubunda ise 5 öğrenci “*Parlaklığı arttırmak için*” gerekçeleri ile parlaklığın artması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öğrenciler kendilerine yöneltilen soruda geçen parlaklığın artması ifadesini gerekçe olarak yazmıştır. Bununla birlikte öğrencilerde her lambanın yaydığı ışığı tek bir ışık kaynağından yayılıyormuş gibi görmelerine neden olan Devredeki Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli olarak adlandırılan yanılığının mevcut olduğu anlaşılmıştır.

Lamba parlaklığını arttırmak için lamba ve pil eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevaplarında belirttikleri gerekçelerden bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubunda 4 öğrenci, kontrol grubunda 9 öğrenci; son testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 5 öğrenci parlaklığın artması için lamba ve pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Ön testte deney grubunda 3 öğrenci “*Enerji ve lamba sayısı artınca lamba parlaklığı artacağı için*”, kontrol grubunda 9 öğrenci “*Pil enerji, lamba aydınlık vereceği için*”; son testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 5 öğrenci “*Pil ile enerji, lamba ile ışık artacağı için*” gerekçeleri ile ışık ve enerji artışı için lamba ve pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Gerekçelerden öğrencilerin devrenin elektrik enerjisi kaynağı olan pil ve ışık kaynağı olan lamba sayısında gerçekleşecek eş zamanlı artışın lamba parlaklığının artmasına neden olacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Değişkenleri belirleme ve kontrol etme olarak adlandırılan bilimsel süreç becerisi dikkate alındığında lamba parlaklığı üzerinde etkili olan lamba ve pil sayısı değişkenlerinden biri değiştirilirken diğerinin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Öğrencinin belirttiği gerekçe değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerisine uygun değildir. Bununla birlikte devrede pil sayısı artışına bağlı parlaklık artarken öğrencinin ifade ettiği gerekçenin aksine lamba sayısındaki artış parlaklığın azalmasına neden olur. Lamba sayısındaki artışın parlaklığı arttıracakını düşünen öğrencilerde Devredeki

Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli yanılışı olduğu saptanmıştır. Bu yanılışıya sahip öğrenci devrede yer alan lambaların yaydığı ışığı toplam ışık olarak kabul ederek parlaklık hakkında yorum yapmaktadır.

## **Sonuç ve Tartışma**

2 lamba ve 1 pilden oluşan basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığının azalması için ne yapılması gerektiği ile ilgili olarak ifade edilen gerekçeli doğru cevap açısından deney grubundaki öğrencilerde doğru cevap oranı % 10,2'den % 46,9'a çıkarken kontrol grubunda doğru cevap oranı % 10,2'den % 16,3'e çıkmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerden daha başarılı oldukları görülmüştür. Deney grubundaki öğrenciler araştırmada kullanılan analogik modelde hava pompasının çalıştırıldığı devir (pil sayısı) sabit olmak üzere balon sayısı (lamba sayısı) arttıkça balonun şişme büyüklüğünün (lamba parlaklığı) azalacağını PSM üzerinde yaptıkları uygulamalarda görmüşlerdir.

1 lamba ve 2 pilden oluşan basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığının artması için ne yapılması gerektiği ile ilgili olarak ifade edilen gerekçeli doğru cevap açısından deney grubundaki öğrencilerde doğru cevap oranı % 44,9'dan % 91,8'e çıkarken kontrol grubunda doğru cevap oranı % 36,7'den % 69,4'e çıkmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerden daha başarılı oldukları görülmüştür. Deney grubundaki öğrenciler araştırmada kullanılan analogik modelde balon sayısı (lamba sayısı) sabit olmak üzere hava pompasının çalıştırıldığı devir (pil sayısı) arttıkça balonun şişme büyüklüğünün (lamba parlaklığı) artacağını PSM üzerinde yaptıkları uygulamalarda görmüşlerdir.

Araştırma sonucunda lamba parlaklığını değiştirmek için yapılması gerekenlerin öğretiminde analogi kullanımının etkili olduğu görülmüştür. Benzer şekilde alanyazında da analogilerin öğretim (Çalık ve diğerleri, 2009; Dilber & Düzgün, 2008) ve öğrenme (Atav ve diğerleri, 2004; Blake, 2004; Ekici ve diğerleri, 2007; Çakır & Azizoğlu, 2012; Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010; Glynn & Takahashi, 1998; Çıray & Erişti, 2014; Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010) üzerinde etkili olduğu ortaya koyulmuştur.

Araştırmada saptanan kavram yanılışları aşağıda sunulmuştur.

Bu araştırmada pil sayısındaki artışın lamba parlaklığının azalmasına neden olacak bir değişim olarak kabul edildiği saptanmıştır. Alanyazında da pil sayısının artması sonucunda devredeki akımın ve gerilimin azalacağına yönelik kavram yanılışı ortaya koyulmuştur (Ayvacı & İpek-Akbulut, 2012). Pil sayısı artışında akımın ve gerilimin azalması sonucunda parlaklığın azalacağı düşünülmektedir.

Devreye eklenen her lambanın pilden daha fazla enerji almak isteyeceği, bunun sonucunda pilin enerjisinin azalacağı, enerjideki azalma ile birlikte parlaklığın azalacağı düşünülmektedir. Pil sayısı sabit olduğu müddetçe pilin enerji değeri değişmez. Pilin enerjisi devredeki lamba sayısına bağlı olarak değişiklik göstermez. Devreye eklenen lamba pilin enerjisine ortak olur. Kavram yanılığı öğrencilerin devreye eklenen lambanın pilin enerjisini kullanarak azaltacağını düşünmesinden kaynaklanmaktadır. Bu yanılığı Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Azalan Pil Modeli olarak adlandırılmıştır.

Parlaklığın artması için her lambaya karşılık bir pil olması, lamba ve pil sayılarının eşit olması gerektiği ifade edilmiştir. Alanyazında ise pil sayısı ile lamba sayısının birbirine eşit olduğu durumlarda lambanın yanacağına ilişkin kavram yanılığı ortaya koyulmuştur (Kaya & Gödek-Altuk, 2010). Alanyazına ilave olarak bu araştırmada pil ve lamba sayılarının eşit olması durumunda lamba parlaklığının artacağına yönelik kavram yanılığı saptanmıştır. Bu yanılığı Lamba ve Pil Sayılarının Eşitliği Modeli olarak adlandırılmıştır.

Işık kaynağı olan lambanın elektrik enerjisini arttıran bir devre elemanı olarak görüldüğü, devrede gerçekleşen enerji dönüşümünün ve birbirine dönüşen enerji türlerinin bilinmediği, lamba eklenen devrede enerji artışı nedeni ile parlaklığın artacağı düşünülmesi saptanmıştır. Bu durum lamba sayısı arttığında lambaların toplu halde yayacağı ışığın artacağı ve lambanın yaydığı ışığın doğrudan pil tarafından verildiğinin düşünülmesinden kaynaklanmaktadır. Bu düşünce temelinde lambanın yaydığı ışık artıyorsa pilin enerjisinin de artacağına inanılmaktadır. Alanyazında da lamba sayısı arttıkça parlaklığın artacağına ilişkin kavram yanılığı ortaya koyulmuştur (Ayvacı & İpek-Akbulut, 2012). Alanyazından farklı olarak araştırmada lamba eklendiğinde enerji artışı olacağına yönelik kavram yanılığı saptanmıştır. Bu kavram yanılığında lamba devrede enerji artışına neden olacak bir eleman olarak kabul edilmektedir. Bu yanılığı araştırmada Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Artan Pil Modeli olarak adlandırılmıştır.

Bu araştırmada lambanın elektrik enerjisi kaynağı olarak görülmesinin yanı sıra pilin de lambalara doğrudan ışık veren bir devre elemanı olarak kabul edildiği saptanmıştır. Bu durum üzerinde pilin devredeki görevinin ve basit elektrik devresinde gerçekleşen enerji dönüşümünün bilinmemesinin etkili olabileceği düşünülmektedir. Araştırmada saptanan ve Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli şeklinde adlandırılan yanılığı alanyazında da ortaya koyulmuştur (Cheng & Kwen, 1998).

Bu araştırmada saptanan ve Devredeki Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli olarak adlandırılan yanılığında devredeki lambaların ayrı ayrı yaydıkları ışığın tek bir lambadan

çıkıyormuş gibi algılanması söz konusudur. Bu durumda lamba sayısı arttıkça toplam lamba sayısındaki artış ile yayılan toplam ışığın ve parlaklığın artacağına inanılmaktadır. Benzer şekilde alanyazında da lamba sayısı arttığında parlaklığın artacağına ilişkin kavram yanılığısı ifade edilmiştir (Ayvacı & İpek-Akbulut, 2012).

Bilimsel süreç becerilerinden biri olan değişkenleri belirleme ve kontrol etmeye aykırı olacak şekilde bazı öğrencilerin lamba parlaklığını etkileyen iki faktörün aynı anda değiştirilmesi gerektiğini düşündükleri anlaşılmıştır. Lamba parlaklığındaki değişimi gözlemlemek amacı ile pil ve lamba sayısında gerçekleştirilecek eş zamanlı değişimler bilimsel süreç becerilerinden biri olan değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerisinin doğasına aykırı bir uygulamadır. Sonucu etkileyen değişkenlerden hangisinin sonuç üzerindeki etkisi araştırılıyorsa etkisi araştırılan değişkenin değeri değiştirilirken sonucu etkilemesi muhtemel olan diğer değişken ya da değişkenlerin kontrol altında tutulması gerekmektedir.

Bu araştırmada parlaklığı etkileyen faktörler ile lambanın yanması için gerekli koşulların birbiriyle karıştırıldığı, bazı cevaplara soru cümlesinde geçen ifadelerin gerekçe olarak yazıldığı tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda ön testte saptanan kavram yanılığlarının son testte azalması, giderilmesi ve yeni kavram yanılığısı oluşumunun önlenmesi lamba parlaklığını değiştirmek için yapılması gerekenlerin öğretimde analogi kullanımının etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde alanyazında da analogilerin kavram yanılığlarının giderilmesinde (Abak ve diğerleri, 2001; Aykutlu & Şen, 2011; Bilgin & Geban, 2001; Clement, 1998; Dilber & Düzgün, 2008; Korgancı ve diğerleri, 2015; Paatz ve diğerleri, 2004; Pabuçcu & Geban, 2006; Şendur ve diğerleri, 2008; Tsai, 1999) etkili olduğu ifade edilmektedir.

## **Öneriler**

Pil ve lambanın devredeki görevleri devrede gerçekleşen enerji dönüşümleri temelinde ifade edilmelidir. Devredeki tüm lambaların tek bir ışık kaynağı olarak düşünülmemesi gerektiği vurgulanmalıdır. Devredeki lamba ve pil sayıları arasındaki eşitliğin sağlandığı her durumda lamba parlaklığının artacağına ilişkin kavram yanılığısını gidermek ve kavram yanılığısı oluşumunu önlemek için somut uygulamalar yapılmalıdır. Pil ve lamba sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerindeki etkilerinin öğretimde basit elektrik devreleri ile bu devreleri temsil edebilecek nitelikte analogiler birlikte kullanılmalıdır. Gerek alanyazında



ortaya koyulan, gerekse bu araştırmadan elde edilen olumlu sonuçlar dikkate alındığında analogilerin öğretimde kullanılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

### Kaynakça

- Abak, A., Eryılmaz, A., Yılmaz, S. & Yılmaz, M. (2001). Effects of bridging analogies on students' misconceptions about gravity and inertia. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 1-8.
- Altun, S. (2009). Üç aşamalı bir testle fen bilgisi öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının tespiti. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1-2), 72-79.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. & Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerinin ortaya konulması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(4), 679-700.
- Atav, E., Erdem, E., Yılmaz, A. & Gücüm, B. (2004). Enzimler konusunun anlamlı öğrenilmesinde analogiler oluşturma etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 21-29.
- Ateş, S. & Polat, M. (2005). Elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenme evreleri metodunun etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 39-47.
- Aykutlu, I. & Şen, A. İ. (2011). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve giderilmesinde analogilerin kullanılması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 5(2), 221-250.
- Aykutlu, I. & Şen, A. İ. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275-288.
- Ayvacı, H. Ş. & İpek-Akbulut, H. (2012). Elektrik akımı ile ilgili kavramların gelişiminde V diyagramlarının etkisini belirlemeye yönelik bir pilot çalışma. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 106-123.
- Bakırcı, H., Subay, S., Midyatlı, F. & Ünsal, N. (2010). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bazı fen kavramlarıyla ilgili düşüncelerinin sınıf seviyesine göre incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 31-48.

- Bilgin, İ. & Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analoji) yöntemi kullanarak lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26-32.
- Blake, A. (2004). Helping young children to see what is relevant and why: Supporting cognitive change in earth science using analogy. *International Journal of Science Education*, 26(15), 1855-1873.
- Bryce, T. & MacMillan, K. (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.
- Cheng, A. K. & Kwen, B. H. (1998). *Primary pupils' conceptions about some aspects of electricity*. Retrieved June 6, 2014, from <http://www.aare.edu.au/data/publications/1998/ang98205.pdf>
- Clement, J. J. (1998). Expert novice similarities and instruction using analogies. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1271-1286.
- Cohen, R., Eylon, B. & Ganiel, U. (1983). Potential differences and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 51(5), 407- 412.
- Çakır, C. & Azizoğlu, N. (2012, 4-7 Mayıs). *Maddeyi oluşturan tanecikler konusunun analogilerle destekli öğretiminin öğrencilerin akademik başarısına etkisi*. IV. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi, İstanbul.
- Çalık, M., Ayas, A. & Coll, R. K. (2009). Investigating the effectiveness of an analogy activity in improving students' conceptual change for solution chemistry concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(4), 651-676.
- Çepni, S. & Keleş, E. (2006). Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 269-291.
- Çetingül, P. İ. & Geban, Ö. (2005). Understanding of acid-base concept by using conceptual change approach. *Hacettepe University Journal of Education*, 29, 69-74.
- Çıray, F. & Erişti, B. (2014). Disiplinler arası analoji tabanlı öğretimin farklı düzeylerde akademik başarılı ilköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi öğrenme düzeyleri üzerindeki etkisi. *İlköğretim Online*, 13(3), 1049-1064.
- Demirci-Güler, M. P. & Yağbasan, R. (2010, 27-29 October). *Fen ve teknoloji dersinde analoji kullanımının öğrencilerin başarı, tutum ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi*.

- International Science and Technology Conference, Turkish Republic of Northern Cyprus.
- Demirezen, S. & Yağbasan, R. (2013). 7E modelinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışları üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 132-151.
- Dilber, R. & Düzgün, B. (2008). Effectiveness of analogy on students' success and elimination of misconception. *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.
- Dupin, J. J. & Johsua, S. (1987). Conceptions of French pupils concerning electric circuits: Structure and evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(9), 791-806.
- Ekici, E., Ekici, F. & Aydın, F. (2007). Fen bilgisi derslerinde benzeşimlerin (analoji) kullanılabilirliğine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri ve örnekleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 8(1), 95-113.
- Engelhardt, P. V. & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98-115.
- Glynn, S. M. & Takahashi, T. (1998). Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1129-1149.
- Harman, G. & Çökelez, A. (2015). Teaching the effect of variables on the brightness of a light bulb in a simple electrical circuit using a pneumatic system model (PSM). *International Journal of Physical Sciences*, 10(6), 215-221.
- Heller, M. P. & Finley, N.F. (1992). Variable uses of alternative conceptions, a case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 259-275.
- Kaptan, F. & Arslan, B. (2002, 16-18 Eylül). *Fen eğitiminde soru cevap tekniği ile analogi tekniğinin karşılaştırılması*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Karakuyu, Y. & Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanlışları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 867-890.
- Kaya, V. H., & Gödek-Altuk, Y. (2010, 13-15 Mayıs). *İlköğretim öğrencilerinin basit elektrik devresi konusu ile ilgili kavram yanlışları*. I. Ulusal Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi, Balıkesir.

- Keser, Ö. F. & Başak, M. H. (2013). Yaşamımızdaki elektrik ünitesine yönelik öğrenci kazanım düzeylerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(2), 116-137.
- Kesercioğlu, T., Yılmaz, H., Huyugüzel-Çavaş, P. & Çavaş, B. (2004). İlköğretim fen bilgisi öğretiminde analogilerin kullanımı: “Örnek uygulamalar”. *Ege Eğitim Dergisi*, 5, 35-44.
- Kobal, S., Şahin, A. & Kara, İ. (2013). Fen ve teknoloji dersinde analogilere dayalı öğretimin öğrencilerin başarıları ve hatırd tutma düzeyi üzerindeki etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 46-61.
- Korgancı, N., Miron, C., Dafinei, A. & Antohe, S. (2015). The importance of inquiry-based learning on electric circuit models for conceptual understanding. *WCES 2014, Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 2463-2468.
- Küçüközer, H. (2003). Lise 1 öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusunda ilgili kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 142-148.
- Küçüközer, H. & Demirci, N. (2005, 13-16 September). *High school physics teachers' forms of thought about simple electric circuits*. 23<sup>th</sup> International Physics Congress, Muğla.
- Küçüközer, H. & Kocakulah, S. (2007). Secondary school students' misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 101-115.
- Millar, R. & King, T. (1993). Students' understanding of voltage in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 15(3), 339-349.
- Newby, T. J., Ertmer, P. A. & Stepich, D. A. (1995). Instructional analogies and the learning of concepts. *Educational Technology Research and Development*, 43(1), 5-18.
- Orgill, M. K. & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 15-32.
- Öztuna-Kaplan, A. & Boyacıoğlu, N. (2013). Çocuk karikatürlerinde maddenin tanecikli yapısı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 156-175.
- Paatz, R., Ryder, J., Schwedes, H. & Scott, P. (2004). A case study analysing the process of analogy-based learning in a teaching unit about simple electric circuits. *International Journal of Science Education*, 26(9), 1065-1081.
- Pabuçcu, A. & Geban, Ö. (2006). Remediating misconceptions concerning chemical bonding through conceptual change text. *Hacettepe University Journal of Education*, 30, 184-192.
- Pardhan, H. & Bano, Y. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-currents. *International Journal of Science Education*, 23(3), 301-318.

- Rule, A. C. & Furletti, C. (2004). Using form and function analogy object boxes to teach human body systems. *School Science and Mathematics*, 104(4), 155-169.
- Rule, A. C., Baldwin, S. & Schell, R. (2008). Second graders learn animal adaptations through form and function analogy object boxes. *International Journal of Science Education*, 30(9), 1159-1182.
- Sarantopoulos, P. & Tsaparlis, G. (2004). Analogies in chemistry teaching as a means of attainment of cognitive and affective objectives: A longitudinal study in a naturalistic setting, using analogies with a strong social content. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 33-50.
- Sencar, S. & Eryılmaz, A. (2002, 16-18 Eylül). *Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuna ilişkin kavram yanlışları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.
- Sencar, S. & Eryılmaz, A. (2004). Cinsiyetin öğrencilerin elektrik konusunda sahip oldukları kavram yanlışları üzerindeki etkisi ve görülen cinsiyet farklılıklarının nedenleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 141-147.
- Sencar, S., Yılmaz, E. E. & Eryılmaz, A. (2001). Lise öğrencilerinin basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 113-120.
- Sert-Çıbık, A. & Yalçın, N. (2012). Analojilerle desteklenmiş proje tabanlı öğrenme yönteminin fen bilgisi öğrencilerinin fizik dersine yönelik tutumlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi GEFAD/GUJGEF*, 32(1), 185-203.
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C. V., Jung, W., Karrqvist, C., Dupin, J-J., Johsua, S. & Licht, P. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316.
- Swain, D. P. (2000). The water-tower analogy of the cardiovascular system. *Advances in Physiology Education*, 24(1), 43-50.
- Şaşmaz-Ören, F., Ormancı, Ü., Babacan, T., Çiçek, T. & Koparan, S. (2010). Analoji ve araştırma temelli öğrenme yaklaşımına dayalı rehber materyal uygulaması ile buna yönelik öğrenci görüşleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 33-53.
- Şendur, G., Toprak, M. & Şahin-Pekmez, E. (2008). Buharlaştırma ve kaynama konularındaki kavram yanlışlarının önlenmesinde analoji yönteminin etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 9(2), 37-58.

- Şenpolat, Y., Seven, S. & Düzgün, B. (2005). Fen bilgisi öğretiminde analoji kullanımının öğrenci başarısına ve derse yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 94-101.
- Taşkın, N. R., Şenel, H. & Yıldırım, O. (2012, 27-30 Haziran). *Biyoloji eğitiminde etkin analoji kullanımı: DNA'nın korunma faktörleri örneği üzerine bir inceleme çalışması*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde.
- Taşlıdere, E. & Eryılmaz, A. (2009). Alternative to traditional physics instruction: Effectiveness of conceptual physics approach. *Eurasian Journal of Educational Research*, 35, 109-128.
- Taşlıdere, E. (2014). Kavramsal değişim yaklaşımının doğru akım devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 200-223.
- Taylor, N. & Coll, R. K. (2001). Employing analogies and models to engender conceptual change in science amongst pre-service primary school teachers in Fiji. *Asia Pacific Journal of Education*, 21(1), 53-65.
- Tsai, C-C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83-91.
- Türkoğuz, S. & Cin, M. (2013). Argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 155-173.
- Wichaidit, S., Wongyounoi, S., Dechsri, P. & Chaivisuthangkura, P. (2011). Using analogy and model to enhance conceptual change in Thai middle school students. *US-China Education Review*, 8(3), 333-338.
- Yıldırım, H. İ., Yalçın, N., Şensoy, Ö. & Akçay, S. (2008). İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin elektrik akımı konusunda sahip oldukları kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 67-82.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, H. & Huyugüzel-Çavaş, P. (2006). 4-E öğrenme döngüsü yönteminin öğrencilerin elektrik konusunu anlamalarına olan etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1), 2-18.

- Yumuşak, A. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık, mekanik ve elektrik konularındaki kavram yanılgıları ve nedenlerinin araştırılması (CBÜ örneği). *Milli Eğitim*, 180, 123-132.
- Zorluoğlu, S. L. & Sözbilir, M. (2016). İyonik ve kovalent bağlar konusunda uygulanan analogi tekniğinin öğrenci başarısına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 84-99.