



## **Lamba Parlaklığı Konusunun Öğretiminde Analoji Kullanımının Etkisi<sup>1</sup>**

### **The Effect of Using Analogy on the Teaching of Bulb's Brightness**

Gonca HARMAN<sup>2</sup>, Aytekin ÇÖKELEZ<sup>3</sup>

#### **Öz**

Bu araştırmada lamba parlaklığı konusunun öğretiminde analoji kullanımının öğrenme ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmaya ortaokul beşinci sınıfta öğrenim görmekte olan 98 öğrenci katılmıştır. Araştırmada eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test yarı deneysel desen kullanılmış, yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Dersler deney grubunda analoji kullanılarak, kontrol grubunda ise analoji kullanılmadan işlenmiştir. Veriler 2 sorudan oluşan bir veri toplama aracıyla toplanmış ve içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda analoji kullanımının öğrenme ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Bu nedenle analogilerin öğretimde kullanılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** analoji, basit elektrik devresi, beşinci sınıf öğrencisi, lamba parlaklığı, lamba sayısı, pil sayısı.

#### **Abstract**

This study was investigated the effect of using analogy on the teaching of the brightness of a bulb, learning and elimination of misconceptions. The study was conducted with the participation of 98 fifth grade students. The unmatched control group pretest and posttest quasi-experimental method was used, interviews were done with students. Analogy was used in the experimental group and analogy was not used in the control group. A data collection form consisting of two questions was used in this study. Data were analyzed using content analysis. As a result of the study, it has been found that the using of analogy is effective on the learning and elimination of misconceptions. For this reason it is considered that using of analogies is necessary in teaching.

**Keywords:** analogy, a simple electrical circuit, brightness of a bulb, fifth grade student, number of the battery, number of the bulb.

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

2. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Karaman Türkiye; orcid.org/0000-0002-9717-1150

3. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İstanbul, Türkiye; orcid.org/0000-0002-8742-3246

**Atf / Citation:** Harman, G., & Çökelez, A. (2019). Lamba parlaklığı konusunun öğretiminde analoji kullanımının etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 27(4), 1575-1594. doi:10.24106/kefdergi.3157

## Extended Abstract

**Purpose and Significance:** Simple electrical circuit is an abstract issue. Students have misconceptions and difficulties on understanding and learning concepts about electricity. Individuals should have mental models that can be used to make predictions about simple electrical circuit, for this abstract topic can be concretized. It is extremely important that students' mental models are scientifically correct. However, when literature is examined, it is seen that students have various mental models including misconceptions. For this reason, teaching should be planned by determining whether mental models contain misconceptions. Factors that may effect bulb's brightness in a simple electric circuit and results of studies about effects of these factors have been examined. It is understood from the results in the literature that a simple electric circuit is not sufficient for the teaching of the subject. For this reason, interesting and fun teaching tools that can represent simple electric circuit together with a simple electric circuit should be used. One of the teaching tools is analogies. The aim of this study was to investigate the effect of using analogy on the teaching of the effect of changing in the number of battery and bulb on the brightness of a bulb, learning and elimination of misconceptions.

**Methodology :** The study was conducted with the participation of 98 fifth grade students attending the middle school. 49 students were in the experimental group and 49 students were in the control group. The study was based on the unmatched control group pretest and posttest method, interviews were done with students. Analogy was used in the experimental group and analogy was not used in the control group. Application in experiment and control groups took 8 lesson hours. An application in three stages was made to teach the effect of changing in the bulb's number and battery's number on the bulb's brightness. Comparisons were made between PSM 1-2-3 and BED 1-2-3 during 8 lesson hours with 49 students in the experiment group. PSM that was prepared by using air pump, plastic transparent hose, a valve, a plastic balloon, a bag, a t-shaped connection piece, cardboard, double sided foam tape, rubber, was used in this practice. Students are asked to establish a relationship between PSM and simple electrical circuit in the first phase. While the number of bulb remain constant, the effect of changing in the number of battery is discussed in the second stage. While the number of battery remain constant, the effect of changing in the number of bulb is discussed in the third stage. Lessons were taught without using analogy (PSM) in the control group. A data collection tool consisting of two questions was prepared. Data collection tool were employed as a pre-test at the beginning of the study, and as a post-test at the end of the study to students in the experimental and control groups. The data collected from students were analyzed using the content analysis method. Tables were prepared by using frequency (f) and percentage (%). These tables were interpreted. Direct quotations from students' expressions were given in order to reflect data more clearly.

**Results :** A significant part of students in both groups expressed when the number of battery is increased, the brightness of a bulb increases at the end of instruction. A significant part of students in the experimental group expressed when the number of bulb is increased, the brightness of a bulb decreases. Nevertheless the control group was found to have difficulty. The experimental group and control group easily indicated, but it was seen that the control group had misconceptions on the effect of changing in the number of bulb on brightness. Misconceptions that were identified in the study were presented. Battery is a light source. When the number of bulb increases, the battery's energy decreases and the battery consumes more energy. The brightness of a bulb depends on only number of battery. Location of circuit elements has an effect on the brightness of a bulb. All bulbs in circuit were thought as a bulb. When the number of bulb increases, the brightness of a bulb increases. If the number of battery doesn't change, the brightness doesn't change. If the number of bulb increases, battery's usage time decreases. But the brightness of a bulb doesn't change. Energy of battery goes to each bulb at the same value without being shared among all of bulbs. When bulbs are identical and the number of bulb increases, brightness does not change. The positive and negative poles of battery should be connected side by side. This is one of the factors that is effective on the brightness of a bulb. Brightness increases when the number of battery is equal the number of bulb. If the number of bulb doesn't change, the brightness doesn't change. After one of the batteries in the circuit runs out, the other battery starts to work. Also, it is understood that students in the control group have difficulty comparing the brightness of simple electric circuits.

**Discussion and Conclusion :** As a result of study, the analogy (PSM) that was used in the experimental group was found to be effective on the teaching of the effect of the bulb's number on the brightness. It was determined that the number of students in both groups who answered correctly were close at the end of teaching of the effect of the battery's number on the brightness. Misconceptions were determined about effects of changing in the number of bulb and battery, position of the battery and simultaneous changing in the number of bulb and battery on the brightness. Nevertheless, it was seen that the experimental group was more successful than the control group in terms of eliminating and preventing misconceptions.

## 1. Giriş

Yaşamın her alanında yaygın bir şekilde kullanılan elektrik ile ilgili konular öğretimin erken kademelerinden itibaren fen ve fizik öğretim programlarında yer almaktadır. Erken yaşlardan itibaren öğretilmesine karşın farklı öğrenim kademelerindeki öğrencilerde öğrenme güçlükleri ve yoğun kavram yanlışları ile karşılaşılması dikkat çekicidir. Öğrenme güçlükleri üzerinde öğrenilecek bilginin ön koşulu olan mevcut bilginin araştırılmamasının ve öğretimin bu doğrultuda tasarlanmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrenme güçlüklerinin önlenmesi için önce var olan öğrenme güçlükleri ve öğrenme güçlüklerinin kaynakları belirlenmeli, daha sonra da bu güçlükleri ve onların ortaya çıkış kaynaklarını giderebilecek türden uygulamalar yapılmalıdır. Aksi halde öğrenen kendince doğru olduğunu düşündüğü ancak bilimsel açıdan doğru olmayan bilgisi ile bir sonraki eğitim kademesine geçecek ve mevcut bilgisine yeni öğreneceği bilgileri entegre etmede zorlanacaktır. Bu zorlanma da zihinsel bir karmaşaya yol açacaktır (Harman ve Çökelez, 2016). Zihinsel bir karmaşanın yaşanmaması adına öğrencilerin basit elektrik devresi ile ilgili olarak bilimsel açıdan doğru bilgilere sahip olmaları gereklidir. Ancak alan yazın incelendiğinde öğrencilerin basit elektrik devresini anlamakta oldukça zorlandıkları (Carlton, 1999) ve bilimsel açıdan doğru olmayan bilgilere sahip oldukları (Chambers ve Andre, 1997) görülmektedir. İncelenen alan yazından elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların doğurması muhtemel yanlışlar aşağıda yer almaktadır.

Güç kaynağının bir ucundan çıkan akım devredeki lamba tarafından kullanılır. Bu nedenle akım devrede zayıflayarak hareketine devam eder. Güç kaynağına geri dönen akım ilk duruma göre azalır. Zayıflayan akım modeli olarak adlandırılan kavram yanlışsı ortaokul öğrencileri (Borges ve Gilbert, 1999; Çepni ve Keleş, 2006; Osborne, 1981, 1983; Pardhan ve Bano, 2001; Yıldırım, Yalçın, Şensoy ve Akçay, 2008; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise öğrencileri (Çıldır ve Şen, 2006; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Engelhardt ve Beichner, 2004; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Küçüközer, 2003; Küçüközer ve Kocakulah, 2007; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001; Sencar ve Eryılmaz, 2002, 2004; Shipstone vd., 1988; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009), üniversite öğrencileri (Chambers ve Andre, 1997), fen bilgisi öğretmen adayları (Altun, 2009; Taşlıdere, 2014; Yumuşak, 2008), ilk-ortaokul öğretmenleri (Heller ve Finley, 1992), ortaokul birinci sınıftan üniversite son sınıfa kadar öğrenciler (Dupin ve Johsua, 1987) ile yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Zayıflayan akım modeli ile ilgili olarak ortaokul öğrencileri (Osborne, 1981, 1983; Pardhan ve Bano, 2001), lise öğrencileri (Aykutlu ve Şen, 2011; Korgancı, Miron, Dafinei ve Antohe, 2015; Küçüközer, 2003; Küçüközer ve Kocakulah, 2007; Şen ve Aykutlu, 2008; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006), fizik öğretmen adayları (Gemici, Küçüközer ve Mergen-Kocakulah, 2002), fizik öğretmenleri (Küçüközer ve Demirci, 2005) lambanın akımın tümünü kullandığına inanmaktadır. Bazı ortaokul öğrencileri lambanın akımın bir kısmını kullandığını, bazıları hiç kullanmadığını (Pardhan ve Bano, 2001), bazı ortaokul öğrencileri ise güç kaynağından lambaya giden akımın tamamının güç kaynağına geri döndüğünü (Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006) düşünmektedir. Ayrıca alan yazında lise öğrencilerinin devrede bir lambadan diğer lambaya geçen akımın azalarak hareketine devam ettiğine yönelik kavram yanlışları olduğu ifade edilmektedir (Korgancı vd., 2015). Akımın devrede hareket ederken azalarak ilerleyeceğine ilişkin yanlış içerere düşünce bireyin güç kaynağına yakın olan lambanın devrede yer alan diğer lambalara nazaran daha parlak yanacağına inanması bağlamında başka bir yanlışın oluşumuna neden olabilir.

Devrenin seri ya da paralel olmasından bağımsız olarak devrenin her noktasındaki akım değeri aynı olup devrede yer alan lambalar akımı aralarında eşit şekilde paylaşırlar. Devre elemanları tarafından eşit olarak paylaşılan akım güç kaynağına başlangıç durumuna göre azalarak geri döner. Paylaşılan akım modeli olarak adlandırılan kavram yanlışsı ortaokul öğrencileri (Osborne, 1981, 1983; Pardhan ve Bano, 2001; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise öğrencileri (Küçüközer, 2003; Sencar ve Eryılmaz, 2002, 2004; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Shipstone vd., 1988; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009), üniversite öğrencileri (Chambers ve Andre, 1997), fen bilgisi öğretmen adayları (Altun, 2009; Ateş ve Polat, 2005; Taşlıdere, 2014), ilk-ortaokul öğretmenleri (Heller ve Finley, 1992) ile yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Akımın devrenin her yerinde aynı değerde olacağına ilişkin yanlış düşünce seri ve paralel bağlı olan özdeş ya da farklı dirençlere sahip lambaların aynı parlaklıkta ışık vereceğine inanma bağlamında başka bir yanlışya daha neden olabilir.

Değişiklik yapılan bir elektrik devresinde değişikliğin yapıldığı bölümden sonraki elemanlar bu durumdan etkilenirken değişiklik yapılan bölümden önceki elemanlar değişiklikten herhangi bir şekilde etkilenmez. Bölgesel Akıl Yürütme Modeli-Sıralı (Ardışık) Akıl Yürütme Modeli olarak adlandırılan kavram yanlışsı ortaokul öğrencileri (Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise öğrencileri (Demirezen ve Yağbasan, 2013; Engelhardt ve Beichner, 2004; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Küçüközer, 2003; Küçüközer ve Kocakulah, 2007; Millar ve King, 1993; Sencar ve Eryılmaz, 2002, 2004; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001; Shipstone vd., 1988; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009), fen bilgisi öğretmen adayları (Ateş ve Polat, 2005; Taşlıdere, 2014; Yumuşak, 2008), ilk-ortaokul öğretmenleri (Heller ve Finley, 1992), fizik öğretmenleri (Cohen,

Eylon ve Ganiel, 1983) ile yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte bazı lise öğrencilerinin devrenin sonunda yapılan bir değişiklikten tüm devrenin etkilenmeyeceğini (Karakuyu ve Tüysüz, 2011), bazı ilk-ortaokul öğretmenlerinin bir elektrik devresinde değişiklik yapıldığı zaman akımın değişiklik yapılan bölgeden önce ve sonra geçiş değerlerinin farklı olacağını (Heller ve Finley, 1992) düşündükleri saptanmıştır. Basit elektrik devresinde herhangi bir değişiklik yapılması halinde değişiklik yapılan noktadan önceki elemanlarda hiçbir değişiklik olmayacağına dair yanlış içerikli düşünce devreye lamba ya da pil eklendiğinde ekleme yapılan noktanın önündeki lambanın parlaklığında değişiklik olmayacağına inanma bağlamında başka bir yanlışın oluşumuna neden olabilir.

Bir elektrik devresinde pile ya da güç kaynağına en yakın olan lamba diğer lambalardan daha parlak yanar. Yani lambanın güç kaynağına olan uzaklığı ile parlaklığı arasında ters orantı söz konusudur. Deneysel Kural Modeli olarak adlandırılan kavram yanlışlığı ortaokul öğrencileri (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010; Keser ve Başak, 2013; Türkoğuz ve Cin, 2013; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise öğrencileri (Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Korgancı vd., 2015; Küçüközer, 2003; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009), fen bilgisi öğretmen adayları (Altun, 2009; Taşlıdere, 2014), ilk-ortaokul öğretmenleri (Heller ve Finley, 1992) ile yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Bazı ortaokul öğrencilerinin pilin pozitif kutbuna yakın olan lamba daha parlak yanarken pilin negatif kutbuna yakın lambadan daha az akım geçeceğine inandıkları (Pardhan ve Bano, 2001), bazı ortaokul öğrencilerinin pilin az elektrik oluşturan kutbunun -, çok elektrik oluşturan kutbunun + olduğunu kabul ettikleri (Bakırcı, Subay, Midyatlı ve Ünsal, 2010; Çepni ve Keleş, 2006) saptanmıştır. Bu tür yanlışlıklar düşünce lamba ile güç kaynağı arasındaki mesafe ile lambanın bağlandığı pil kutbunu lamba parlaklığı üzerinde etkili olan birer faktör olarak görmeye neden olabilir.

Güç kaynağı devrenin bağlanma şekline bağlı olarak bulunduğu devrenin sabit akım kaynağıdır. Sabit Akım Kaynağı Modeli olarak adlandırılan kavram yanlışlığı ortaokul öğrencileri (Cheng ve Kwen, 1998), lise öğrencileri (Demirezen ve Yağbasan, 2013; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Korgancı vd., 2015; Küçüközer, 2003; Küçüközer ve Kocakülah, 2007; Sencar ve Eryılmaz, 2002, 2004; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001; Shipstone vd., 1988; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Yıldırım vd., 2008; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise ve üniversite öğrencileri (Engelhardt ve Beichner, 2004), ortaokul birinci sınıftan üniversite son sınıfa kadar öğrenciler (Dupin ve Johsua, 1987), fen bilgisi öğretmen adayları (Altun, 2009; Ateş ve Polat, 2005; Taşlıdere, 2014; Yumuşak, 2008), fizik öğretmenleri (Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983; Küçüközer ve Demirci, 2005), ilk-ortaokul öğretmenleri (Heller ve Finley, 1992) ile yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Pilin devrede sabit bir akım kaynağı olduğuna ilişkin yanlışlıklar düşünce lamba sayısının artması ya da azalması halinde devredeki akım değerinin değişmeyeceği ve bunun bir sonucu olarak lamba parlaklığında değişiklik olmayacağına inanma bağlamında başka bir yanlışın oluşumuna neden olabilir.

Devre elemanlarının sayısı bağlamında bazı ortaokul öğrencileri pil sayısı arttıkça devredeki akım ve gerilimin azalacağını ya da değişmeyeceğini (Ayvacı ve İpek-Akbulut, 2012), bazıları pil sayısı arttıkça direnç artacağı için parlaklığın artacağını; bazıları ise pil sayısı arttıkça direncin azalacağını ifade etmiştir (Türkoğuz ve Cin, 2013). Bazı ortaokul öğrencileri lambanın yanması için pil sayısı ile lamba sayısının birbirine eşit olması gerektiğini belirtmiştir (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010).

Bazı ortaokul öğrencileri pilin ışık verebileceğini ifade etmiştir (Cheng ve Kwen, 1998). Buradan öğrencilerin devrede gerçekleşen enerji dönüşümlerini bilmedikleri anlaşılmaktadır. Bu düşünce pili doğrudan bir ışık kaynağı olarak gören öğrencilerde pil sayısı artışında pilin lambalara vereceği ışığın da artması nedeni ile lamba parlaklığının artacağına dair yanlış oluşumuna neden olabilir.

Devrede yer alan bağlantı kablolarına dikkat çeken bazı ortaokul öğrencileri kablolardan birinin +, diğerinin - yükleri taşıdığını ifade etmiştir (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010). Bu düşünce + yük taşıyan kabloda bağlı olan lambanın - yük taşıyan kabloda bağlı olan lambadan daha parlak yanacağına dair yanlış oluşumuna neden olabilir.

Bir devrede yer alan lambalara dikkat çeken bazı ortaokul öğrencileri seri bağlı iki lambadan biri gevşetildiğinde gevşetilen lambanın parlaklığının azalacağına, gevşetilen lambanın söneceğine ve diğer lambanın parlaklığının artacağına; bazıları ise seri bağlı iki lambadan biri gevşetildiğinde iki lambanın da parlaklığının azalacağına inanmaktadır (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010). Bu düşünce açık bir devre sisteminde de lambanın ışık vereceğinin bununla birlikte parlaklığının da değişeceğinin düşünülmesi bağlamında dikkat çekicidir.

Devrede yer alan elemanların devredeki konumları incelendiğinde öğretmenlerin yaptıkları çizimlerde lambayı devrede hep aynı noktaya yerleştirmeleri dikkat çekicidir (Gibbons, McMahon ve Wieggers, 2003). Bu durum lambanın yerinin değişmesi halinde lambanın ışık vermeyeceğine ya da parlaklığının değişeceğine dair bir kavram yanlışlığı oluşumuna neden olabilir.



Elektrik konuları ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde 4-E Fen Bilgisi Öğrenme Döngüsü yönteminin (Yılmaz ve Huyugüzel-çavaş, 2006), 7E modelinin (Demirezen ve Yağbasan, 2013), kavram karikatürleriyle zenginleştirilmiş çalışma yaprakları ve simülasyon programı kullanılarak gerçekleştirilen kavramsal değişim temelli öğretimin (Taşlıdere, 2014) etkili olduğu saptanmıştır. Bu olumlu sonuçların yanı sıra öğrenme evreleri metodunun elektrik devreleri ile ilgili “güç kaynağını sabit akım kaynağı olarak algılama” yanlışını gidermede etkili olmasına karşın “bölgesel düşünme” ve “paylaşılan akım” yanlışlarını gidermede etkisiz kaldığı tespit edilmiştir (Ateş ve Polat, 2005). Analoji kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin elektrikle ilgili konularda kavram yanlışlarının ortadan kaldırılması (Aykutlu ve Şen, 2011; Dilber ve Düzgün, 2008; Korgancı vd., 2015; Paatz vd., 2004), soyut ve kompleks kavramların anlaşılması, öğretimin kolaylaştırılması (Dilber ve Düzgün, 2008; Korgancı vd., 2015), kavrama düzeyinin artırılması (Şenpolat, Seven ve Düzgün, 2005), kavramsal değişimin sağlanması (Aykutlu ve Şen, 2011), öğrenci performansı (Dilber ve Düzgün, 2008) ile öğrencilerin başarı düzeylerinin artırılması (Aykutlu ve Şen, 2011; Şenpolat, Seven ve Düzgün, 2005; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009) üzerinde etkili olduğu ortaya koyulmuştur.

Alan yazında ortaya koyulan sonuçlar lamba, pil, anahtar ve bağlantı kabloları kullanılarak kurulan alışlagelmiş bir basit elektrik devresinin konunun öğretiminde yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle araştırmada basit elektrik devresinin yanında bu sistemi temsil edebilecek ilgi çekici ve eğlenceli öğretim araçları ile ders işlenmesinin gerekli olduğu düşünülmüştür. Bunu sağlayabilecek öğretim araçlarından biri de analogilerdir.

Analogiler; kaynak olarak görülen ön bilgiler ile hedef olarak görülen yeni bilgiler arasında kurulan güçlü köprülerdir. Bu köprüler kavram, ilke ve formüllerin benzer özellikleri arasında kurulan sağlam bağlantılardır (Kesercioğlu, Yılmaz, Huyugüzel-Çavaş ve Çavaş, 2004). Analogiler bilginin yapılandırılma sürecinde kolaylık sağlayan, kavramsal değişimi anlamaya imkân sunan, kavramsal değişim neticesinde bireye yeni bakış açıları kazandıran, konu ile gerçek dünya arasındaki benzerlikleri açığa çıkararak soyut anlamayı kolaylaştıran, kavramları görselleştiren, ilgi çeken, motive eden öğretim araçlarıdır. Ayrıca var olan bilgilerin ve kavram yanlışlarının saptanmasında da etkilidir (Duit, 1991). Somut örneklerle soyut durumları anlaşılır kılan analogiler (Ekici, Ekici ve Aydın, 2007) hedef kavramın etki alanlarını bilindik hale getirerek öğrenmeyi kolaylaştırır (Duit, 1991). Belleği yapılandırır ve bu yapılandırma neticesinde bellek yeni bilgiler için hazır hale gelir (Gentner, 1983). Bu nedenle bu araştırmada basit elektrik devresinde lamba ve pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretiminde analogi kullanımının etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Yöntem

Araştırmada yarı deneysel yöntem çeşitlerinden eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test desen kullanılmıştır. Katılımcıların düşüncelerini ayrıntılı bir şekilde açığa çıkarabilmek ve daha ayrıntılı bilgi elde edebilmek amacıyla 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’e bağlı bir devlet okulunda ortaokul beşinci sınıfta öğrenim görmekte olan 98 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. 20 erkek, 29 kız olmak üzere 49 öğrenci deney grubunda, 25 erkek, 24 kız olmak üzere 49 öğrenci kontrol grubunda yer almıştır. Araştırmada basit rastgele örneklem seçimi yapılmıştır. Başlangıçtaki çalışma gurubu kayıp olmaksızın tüm uygulama sürecine katılmıştır.

### Uygulama Süreci

Deney grubu ile yapılacak gerçek uygulama öncesinde beşinci sınıfta öğrenim görmekte olan 25 öğrenci ile pilot uygulama yapılmıştır.

Uygulama sürecinde deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen işlemler Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1. Uygulama Sürecinde Gerçekleştirilen İşlemler**

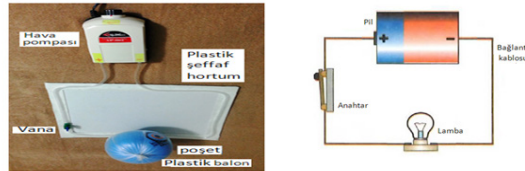
Uygulama öncesinde	Deney grubu	Veri toplama aracı ön test olarak uygulandı. 5 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapıldı.
	Kontrol grubu	Veri toplama aracı ön test olarak uygulandı. 5 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapıldı.
Uygulama sırasında	Deney grubu	Dersler analogi kullanılarak işlendi.
	Kontrol grubu	Dersler analogi kullanılmadan işlendi.
Uygulama sonrasında	Deney grubu	Veri toplama aracı son test olarak uygulandı. 5 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapıldı.
	Kontrol grubu	Veri toplama aracı son test olarak uygulandı. 5 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapıldı.

## Deney Grubunda Yürütülen Uygulama Süreci

Araştırmacı tarafından yapılan bilgilendirmelerle deney ve kontrol gruplarında aynı öğretmen tarafından ders işlenmiştir. Araştırmacı deney ve kontrol gruplarının tüm derslerine gözlemci olarak katılmıştır. Her dersten önce yapılacak uygulama hakkında dersin öğretmeni ile 15-20 dakikalık bir ön çalışma yapılmıştır.

Deney grubunda yer alan 49 öğrenci ile 8 ders saati süresince (2 hafta) PSM 1-2-3 ile BED 1-2-3 arasında karşılaştırmalar yapılarak Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik ünitesi kapsamında olan lamba ve pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimine yönelik üç aşamada gerçekleştirilen bir uygulama yapılmıştır.

Birinci aşamada Pnömatik Sistem Modelindeki (PSM) (Harman ve Çökelez, 2015) elemanların basit elektrik devresinde (BED) hangi devre elemanına karşılık geldiği öğrencilere sorulmuştur.



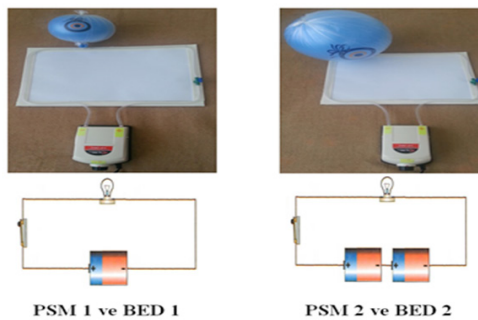
Şekil 1. Pnömatik Sistem Modeli (PSM) ve Basit Elektrik Devresi (BED)

Tablo 2. PSM ve BED için Kaynak ve Hedef Kavramlar Arasındaki Analogik 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

PSM ile BED için kaynak ve hedef kavramlar arasındaki analogik ilişki (Tablo 2) öncelikle öğrenciler, daha sonra da öğretmen tarafından ifade edilmiştir. Ayrıca kaynak kavramlar ile hedef kavramlar arasındaki farklılıklar da belirtilmiştir. Basit elektrik devresinde elektrik akımı pile geri dönerken PSM’ de hava pompaya geri dönmez. Basit elektrik devresinde lambanın ışık vermesi için pil devreden çıkarılmazken PSM’ de sistemi sabitlemek için hava pompası durdurulur. Basit elektrik devresinde lambanın ışık vermesi için anahtar kapalı, PSM’ de plastik balonun şişmesi için vana açık olmalıdır. Basit elektrik devresindeki lambalar arasında akım akışı olur. Bir lambadan diğerine akım geçer. Bu durumun aksine PSM’ de hava pompasından çıkan hava plastik balonlara gelir ve plastik balonlar arasında hava akışı olmaz. Bir plastik balondan diğerine hava geçişi olmaz (Harman ve Çökelez, 2015).

İkinci aşamada basit elektrik devresinde lamba sayısı sabit olmak üzere pil sayısındaki değişimin etkileri ele alınmıştır. Bu aşamada 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 ve PSM 2 kurulmuştur.

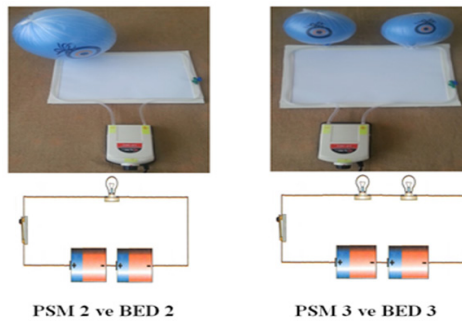


Şekil 2. PSM 1-BED 1 ve PSM 2-BED 2

Deney grubunda pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi için gerçekleştirilen etkinlikler sırasında pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile PSM 1 ve PSM 2 kurularak çalıştırılmıştır. Hava pompası PSM 1’de birinci devirde, PSM 2’de ikinci devirde olmak üzere her iki sistemde de bir dakika çalıştırılmıştır.

Bir dakika sonra hava pompası sistemdeki havanın sabit olmasını sağlamak için durdurulmuştur. PSM 1 ve PSM 2 arasındaki farklılıklar öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir. Öğrencilerden balonların şişme büyüklüklerini her iki modeli karşılaştırarak ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerden PSM 1 ve PSM 2’ de yer alan balonların şişme büyüklüklerinin farklı olma nedenlerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerden PSM ve BED’ ler için balon büyüklüğü ve lamba parlaklığının hangi durumlarda azalacağını hangi durumlarda artacağını ifade etmeleri istenmiştir. Lamba parlaklığını etkileyen kavramlar hakkında balon sayısı-lamba sayısı ve hava pompasının çalıştırıldığı devir-pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. *“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.”* olmak üzere ulaşılan sonuç ifade edilmiştir. PSM 2’ de bir lamba ve seri bağlı iki pil içeren basit bir elektrik devresi temsil edilmektedir.

Üçüncü aşamada basit elektrik devresinde pil sayısı sabit olmak üzere lamba sayısındaki değişimin etkileri ele alınmıştır. Bu aşamada hava pompası, plastik şeffaf hortum, 1 adet vana, 2 adet plastik balon, 2 adet poşet, 2 adet t şeklindeki bağlantı parçası, karton, çift taraflı köpük bant, lastik kullanılarak PSM 3 kurulmuştur.



**Şekil 3. PSM 2-BED 2 ve PSM 3-BED 3**

Deney grubunda lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi için gerçekleştirilen etkinlikler sırasında lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile PSM 2 ve PSM 3 kurularak çalıştırılmıştır. Hava pompası PSM 2 ve PSM 3’ te ikinci devirde olmak üzere her iki sistemde de bir dakika çalıştırılmıştır. Bir dakika sonra hava pompası sistemdeki havanın sabit olmasını sağlamak için durdurulmuştur. PSM 2 ve PSM 3 arasındaki farklılıklar öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir. Öğrencilerden balonların şişme büyüklüklerini her iki modeli karşılaştırarak ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerden PSM 2 ve PSM 3’ te yer alan balonların şişme büyüklüklerinin farklı olma nedenlerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerden PSM ve BED’ ler için balon büyüklüğü ve lamba parlaklığının hangi durumlarda azalacağını hangi durumlarda artacağını ifade etmeleri istenmiştir. Lamba parlaklığını etkileyen kavramlar hakkında balon sayısı-lamba sayısı ve hava pompasının çalıştırıldığı devir-pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. *“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.”* olmak üzere ulaşılan sonuç ifade edilmiştir. PSM 3’te seri bağlı iki lamba ve seri bağlı iki pil içeren basit bir elektrik devresi temsil edilmektedir.

### **Kontrol Grubunda Yürütülen Uygulama Süreci**

Kontrol grubunda analogi (PSM) kullanılmadan öğretim programı doğrultusunda ders işlenmiştir. Kontrol grubunda pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi için gerçekleştirilen etkinlikler sırasında pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile BED 1 ve BED 2 kurularak çalıştırılmıştır. BED 1 ve BED 2 arasındaki farklılıklar öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir. Öğrencilerden lamba parlaklıklarını her iki devreyi karşılaştırarak ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerden BED 1 ve BED 2’ de yer alan lambaların parlaklıklarının farklı olma nedenlerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerden BED 1 ve BED 2 için lamba parlaklığının hangi durumlarda azalacağını hangi durumlarda artacağını ifade etmeleri istenmiştir. Lamba parlaklığını etkileyen kavramlar hakkında lamba sayısı ve pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. *“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.”* olmak üzere ulaşılan sonuç ifade edilmiştir.

Kontrol grubunda lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi için gerçekleştirilen etkinlikler sırasında lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile BED 2 ve BED 3 kurularak çalıştırılmıştır. BED 2 ve BED 3 arasındaki benzerlikler ve farklılıklar öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir. Öğrencilerden lamba par-

laklıklarını her iki modeli karşılaştırarak ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerden BED 2 ve BED 3' de lamba parlaklıklarının farklı olma nedenlerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerden BED 2 ve BED 3 için lamba parlaklığının hangi durumlarda azalacağını hangi durumlarda artacağını ifade etmeleri istenmiştir. Lamba parlaklığını etkileyen kavramlar hakkında lamba sayısı ve pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. "Pil sayısı sabit olmak koşulu ile lamba sayısını arttırdığımız zaman lambanın parlaklığı azalır.", "Pil sayısı sabit olmak koşulu ile lamba sayısını azalttığımız zaman lambanın parlaklığı artar." olmak üzere ulaşılan sonuç ifade edilmiştir.

### Veri Toplama Aracı

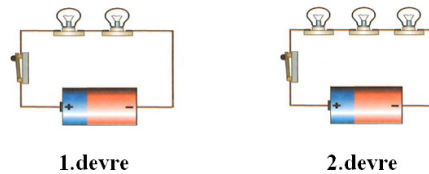
Fen bilimleri dersi öğretim programı ile ulusal ve uluslararası alan yazın incelenerek 2 sorudan oluşan bir veri toplama aracı hazırlanmıştır. Veri toplama aracının kapsam geçerliliği ile öğrencilerin konu hakkındaki bilgilerini saptama yeterliliği, gerekli olmayan, düzeltilmesi gereken, anlaşılmayan herhangi bir ifade olup olmadığı, öğrenci seviyesi ve kazanımlara uygun olup olmadığına ilişkin uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşü 6-25 yıl arasında mesleki deneyime sahip 8 fen ve teknoloji öğretmeni ile alanı fen ve fizik eğitimi olan 3 öğretim üyesinden alınmıştır. Ayrıca dilbilgisi ve anlaşılabilirlik bakımından da bir dil uzmanından görüş alınmıştır. Veri toplama aracının anlaşılabilirliğini, görünüş geçerliliği bakımından uygunluğunu ve cevaplama süresini belirlemek amacı ile altıncı sınıfta öğrenim görmekte olan 42 öğrenci ile pilot uygulama yapılmıştır. Uzman görüşleri ve pilot uygulama sonucunda veri toplama aracına son hali verilmiş, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere ön ve son test olarak uygulanmıştır.

### Verilerin Analizi

Araştırma sürecinde toplanan veriler içerik analizi yöntemi ile çözümlenmiştir. İçerik analizi sürecinde (1) Verilerin kodlanması, (2) Temaların oluşturulması, (3) Verilerin kodlara ve temalara göre düzenlenmesi ve tanımlanması, (4) Bulguların yorumlanması olmak üzere 4 aşama takip edilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Uygulama sonunda öğrencilerden toplanan cevap kâğıtlarına her öğrenci için bir numara yazılmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiş, cevap kâğıtlarına verilen numaralarla öğrenci cevapları ham hali ile tek tek bilgisayara aktarılmıştır. Veri analizinde araştırmanın kavramsal çerçevesinde ve araştırma sorularında yer alan boyutlar temel alınarak araştırmadan önce oluşturulan çerçeveye göre verilerin hangi temaların altına yerleşeceği belirlenmiştir. Daha önceden oluşturulan çerçeveye uygun olacak şekilde veriler okunmuştur. Ayrıca önceden oluşturulan çerçeveye uygulama sonunda ortaya çıkan yeni kod ve kategoriler de ilave edilmiştir. Veriler anlamlı ve mantıklı bir şekilde birleştirilerek tanımlanmıştır. Tanımlanan veriler açıklanmış, ilişkilendirilmiş ve anlamlandırılmıştır. Kategorilere yerleştirilen cevapların frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar birbirleri ile karşılaştırılarak ortak kategoriler belirlenmiştir. Belirlenen ortak kategoriler, bu kategorilere ait frekans ve yüzde değerleri kullanılarak tablolar hazırlanmış ve bu tablolar yorumlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin ifadelerini daha açık ve net bir şekilde yansıtabilmek amacı ile öğrencilerin ifadelerinden doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Doğrudan alıntılar italik olarak gösterilmiştir.

## 3. Bulgular

Öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilerek Tablo 3 ve Tablo 4' te sunulmuştur.



Soru 1: Sevilya yapacağı deney için kurduğu devreyi yukarıda verilen şekilde olduğu gibi 1. devreden 2. devreye çevirirse lambaların parlaklıklarında nasıl bir değişiklik olur? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin soru 1'de lamba parlaklığında gerçekleşecek değişime ilişkin verdikleri cevaplar ile cevaplara ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 3'te verilmiştir.



**Tablo 3. Öğrencilerin Lamba Parlaklığında Gerçekleşecek Değişime İlişkin Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri**

		Ön Test				Son Test			
		DG		KG		DG		KG	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Elektrik enerjisi paylaşımı* Lamba başına düşen değerde azalma*		14	28,6	11	22,4	31	63,3	21	42,9
Azalır*	Işık enerjisinin paylaşımı	-	-	-	-	1	2,0	3	6,1
	Vereceği ışığın azalması	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
	Pil Enerjisinin azalması	4	8,2	4	8,2	-	-	3	6,1
	Harcayacağı enerjinin artması	4	8,2	3	6,1	1	2,0	3	6,1
	Sayısının sabit olması	-	-	-	-	2	4,1	2	4,1
	Lamba sayısının pilden fazla olması	2	4,1	1	2,0	2	4,1	2	4,1
	Gerekçe yok	1	2,0	2	4,1	3	6,1	2	4,1
Toplam	26	53,1	22	44,9	40	81,6	36	73,5	
Artar	Kısa süreli kullanım	-	-	-	-	1	2,0	-	-
	Pil Vereceği ışığın artması	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Doğru yerleştirilmesi	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Lamba Sayısının artması	10	20,4	14	28,5	5	10,2	4	8,2
	Gelen enerjinin artması	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Gerekçe yok	4	8,2	2	4,1	1	2,0	4	8,2
	Toplam	16	32,7	17	34,7	7	14,3	8	16,3
Değişmez	Pil Sayısının sabit olması	1	2,0	3	6,1	-	-	1	2,0
	Kullanım süresinin kısalması	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Lamba Sayısının artması	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Özdeş olmaları	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Gerekçe yok	-	-	3	6,1	-	-	-	-
Toplam	3	6,1	6	12,2	-	-	2	4,1	
Boş	4	8,2	4	8,2	2	4,1	3	6,1	
TOPLAM	49	100	49	100	49	100	49	100	

\*: Doğru cevap. DG: Deney Grubu, KG: Kontrol Grubu

Tablo 3 incelendiğinde ön testte doğru cevap veren öğrenci sayısının iki grupta birbirine yakın olduğu, son testte ise doğru cevap veren öğrenci sayısının deney grubunda daha fazla olduğu görülmektedir ( $f_{\text{deney grubu-son test}}=31$ ,  $f_{\text{kontrol grubu-son test}}=21$ ). Doğru cevap veren öğrenciler elektrik enerjisi paylaşımı ve lamba başına düşen değerde azalma gerekçesi ile iki lamba ve bir pilden oluşan devreye bir lamba daha eklendiğinde lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir.

Lamba parlaklığının azalacağını düşünen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçelerden doğru olan cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Lamba parlaklığının azalacağını ifade eden öğrencilerin gerekçeleri incelendiğinde ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 28,6'sı "Pilin enerjisi lambalara dağıldığı için lambalara gelen enerji azalır.", "Pil enerjisini hepsine dağıtacağı için 3 lambaya düşen enerji azalır.", kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 22,4'ü "Pilden gelen enerji 3 lambaya bölüştürüleceği için her lambaya az enerji düşer.", "Pil enerjisini 3 lambaya dağıtacağı için lambaya az enerji gelir." gerekçeleri ile elektrik enerjisi paylaşımı ve lamba başına düşen değerde azalma nedeni ile parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 63,3'ü "Pilin enerjisi 3'e ayrılacağı için lambaya gelende azalma olur.", "Pilin enerjisi lambalara bölüneceği için lambaya daha az düşer.", "Enerjiyi 3 lamba paylaşacağı için enerji 3'e bölünür. Lambaya az gelir.", kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 42,9'u "1 pilin enerjisi eşit olacak şekilde 3'üne verileceği için lambaya gelen enerji ilk durumdan az olur.", "1 pilin enerjisi 3 lambaya ayrılacağı için lambalara daha az gelir." gerekçeleri ile lamba parlaklığının azalacağını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin pilin devreye sağladığı elektrik enerjisinin lambalar arasında paylaşılacağını, lamba sayısındaki artış nedeni ile ilk duruma göre lamba başına düşen enerji değerinin azalacağını ve enerji dönüşümü bağlamında elektrik enerjisindeki azalma nedeni ile dönüştürülen ışık enerjisinde de azalma olacağını düşündükleri anlaşılmaktadır.

Lamba parlaklığının azalacağını düşünen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçelerden kavram yanlışlığı içeren cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Son testte deney grubunda 1 öğrenci *“Pil ışık enerjisini böleceği için”*, kontrol grubunda 3 öğrenci *“1 pil 3 lambaya ışık verdiği için”* gerekçeleri ile lambaların pilin ışık enerjisini paylaşması sonucunda lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Buradan öğrencilerin pili devrenin ışık kaynağı olarak gördükleri ve pilin ışık enerjisinin 3 lamba arasında paylaşılması sonucunda lambanın parlaklığının azalacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerin görüşmede ifade ettikleri düşüncelerin aksine pil devrenin elektrik enerjisi kaynağıdır ve pilin elektrik enerjisi lambalar arasında paylaşılır. Bu paylaşım sonucunda lamba başına düşen enerji değerinde ilk duruma göre azalma olacağı için lamba parlaklığı azalır. Bu öğrencilerde saptanan kavram yanlışlığına *“Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli”* adı verilmiştir.

Ön testte deney ve kontrol gruplarından birer öğrenci *“1 pil 3 lambaya daha az ışık vereceği için”* gerekçesi ile pilin lambalara vereceği ışığın azalması sonucunda parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin pilin ışık kaynağı olduğunu, pilin lambalara ışık vereceğini ve lamba sayısı arttıkça pilin vereceği ışığın lambalar arasında paylaşılması sonucunda pilin lamba başına vereceği ışıkta azalma olacağını düşündükleri saptanmıştır. Saptanan bu yanlışlığın temeli öğrencilerin pili devrenin ışık kaynağı olarak görmelerine dayanmaktadır.

Ön testte deney grubunda 4 öğrenci *“Pil az enerji üreteceği için”* ve kontrol grubundaki 4 öğrenci *“3 lambaya birden enerji gönderdiği için pilin enerjisi azalacağı için”* gerekçeleri ile pilin enerjisinin azalması nedeni ile parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Pil devrenin elektrik enerjisi kaynağıdır ve öğrencilerin düşüncelerinin aksine pilin enerjisi sabittir. Bu enerji devredeki lamba sayısına bağlı olarak değişiklik göstermez. Öğrenci devreye eklenen lambanın pilin enerjisini azaltacağını düşünmektedir. Devreye eklenen lamba pilin enerjisine ortak olurken pil sayısı sabit olduğu sürece pilin enerji değerinde herhangi bir değişim olmaz. Kavram yanlışlığı öğrencilerin devreye eklenen lambanın pilin enerjisini kullanarak azaltacağını düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Öğrencilerde saptanan yanlışlığı *“Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Azalan Pil Modeli”* olarak adlandırılmıştır. Bu kavram yanlışlığı deney grubunda öğretim sonunda giderilmiş, kontrol grubunda ise 3 öğrencide yine görülmüştür.

Ön testte deney grubunda 4 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrenci; son testte ise deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrenci *“1 pil 3 lambaya daha çok enerji harcayacağı için”*, *“Vereceği enerji fazla olacağı için”* gerekçeleri ile pilin harcayacağı enerjinin artması nedeni ile parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Öğrenciler lamba sayısı arttıkça bu lambaları yakmak için pilin daha fazla enerji harcayacağını düşünmektedir. Oysaki sayısı sabit olduğu sürece pilin elektrik enerjisi sabittir. Öğrenciler pili devrede yer alan lamba sayısına göre ürettiği enerji değeri artan bir kaynak olarak algılamaktadır. Öğrenciler lamba sayısı artınca pilin tüm lambaları yakabilmesi için daha fazla enerji harcaması gerektiğini; ancak devrede 1 pil olduğu ve pil daha fazla enerji harcayamayacağı için parlaklığın azalacağını düşünmektedir. Bu kavram yanlışlığı deney grubunda öğretim sonunda azalırken kontrol grubunda 3 öğrencide yine görülmüştür.

Son testte deney grubunda 2 öğrenci *“Pil sayısı artmayıp enerji olmadığı için”*, *“1 pil olduğu için”* ve kontrol grubunda 2 öğrenci *“Pil sayısı aynı olduğu için”*, *“1 pil olduğu için”* gerekçeleri ile pil sayısı sabit olduğu için parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Öğrenciler gerekçelerinde pil sayısı aynı olup artmadığı için devreye sağlanan enerji değerinde değişiklik olmaması nedeni ile lamba parlaklığının azalacağını ifade etmişlerdir. Buradan öğrencilerin lamba parlaklığında değişikliğe neden olabilecek etken olarak sadece pil sayısında değişiklik olup olmadığı üzerinde yoğunlaştıkları anlaşılmaktadır. Bu durum beraberinde öğrencilerin lamba sayısının parlaklık üzerindeki etkisini dikkate almadıklarını ortaya koymaktadır. Öğrencilerde saptanan kavram yanlışlığı *“Lamba Parlaklığı Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli”* olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubunda 2 öğrenci *“3 lamba 1 pil olduğu için”*, *“Pil sayısı lambadan az olduğu için”*, kontrol grubunda 1 öğrenci *“Enerji kaynağı az, lamba sayısı fazla olduğu için”*; son testte deney grubunda 2 öğrenci *“Pil sayısı az olup lamba sayısı fazla olduğu için”* ve kontrol grubunda 2 öğrenci *“Lamba sayısı pil sayısından fazla olduğu için”* gerekçeleri ile lamba sayıları pilden fazla olduğu için parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Öğrenciler iki devre arasında lamba ve pil sayılarını dikkate alarak karşılaştırma yapacakları yerde her devreyi kendi içinde değerlendirerek lamba ve pil sayıları arasındaki ilişkiye bakmışlardır. Bu ilişki bağlamında öğrencilerin lamba sayısının pil sayısından fazla olduğu durumda pilin lambaların yanması için gereken enerjiyi sağlayamayacağını ve bunun sonucunda da lamba parlaklığının azalacağını düşündükleri anlaşılmıştır.

Lamba parlaklığının artacağını düşünen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçelerden kavram yanlışlığı içeren cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 32,7’si, kontrol grubundaki öğrencilerin % 34,7’si; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 14,3’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 16,3’ü 2 lamba ve 1 pilden oluşan devreye 1 lamba eklendiğinde lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir.

Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin gerekçeleri incelendiğinde son testte deney grubunda 1 öğrenci “3 ışık birden yanarsa daha fazla ışık vereceği için pil çabuk biter.” gerekçesi ile pilin kısa süreli kullanımı nedeni ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Öğrenci pilin kısa süreli kullanımında lambanın o kısa zaman diliminde pilin tüm enerjisini alarak daha parlak yanacağına inanmaktadır. Öğrenci 3 lambanın pilin enerjisini daha kısa sürede tüketeceğini ve bu süre içinde pilin tüm enerjisinin lambaların daha parlak olmasını sağlayacağını düşünmektedir.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “Pilin vereceği ışık artar.” gerekçesi ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Öğrenci pili devrenin ışık kaynağı olarak görmektedir. Lambanın yaydığı ışığı lambaya doğrudan pilin verdiğini düşünmektedir. Lamba sayısında yaşanan artışla pilin lambalara daha fazla ışık vereceğini görüşmede de ifade eden öğrencide “Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli” kavram yanılığı söz konusudur.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “Pil yerinde, altta ve yerine uyum sağladığı için” gerekçesi ile pil doğru yerleştirildiği için parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Öğrenci devre elemanının devredeki yerinin lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğunu düşünerek pilin yeri doğru olduğu için lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Bu durum öğrencinin zihninde lambanın üstte, pilin altta olduğu sabit bir devre modeli olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencide saptanan yanılığı “Parlaklık Üzerindeki Etki: Devre Elemanının Yeri Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 20,4’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin % 28,5’i “Lamba sayısı arttığı için” gerekçesi ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Ön testte saptanan kavram yanılığı öğretim sonunda azalma ile birlikte deney grubunda (% 10,2) “Pil sayısı sabit olup lamba sayısı arttığı için” ve kontrol grubunda (% 8,2) “Lamba sayısı arttığı için” gerekçeleri ile yine görülmüştür. Öğrencilerin lamba sayısının artışı ile parlaklığın artacağına dair düşünceleri çok sayıda lambanın bir ortamı daha fazla aydınlatacağını düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Araştırma kapsamında “Devredeki Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılan kavram yanılığında öğrenciler devredeki tüm lambaları tek bir lamba gibi algılamakta ve tek lambanın yaydığı ışığın lamba sayısına bağlı artış göstereceğini düşünmektedir. Öğrenciler lamba sayısı arttığında toplam aydınlanma bağlamında ışığın artacağına inanmaktadır.

Lamba parlaklığının değişmeyeceğini düşünen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçelerden kavram yanılığı içeren cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

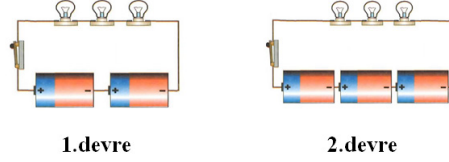
Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 6,1’i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 12,2’si; son testte ise kontrol grubundaki öğrencilerin % 4,1’i 2 lamba ve 1 pilden oluşan devreye 1 lamba daha eklendiğinde lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci “Pil sayısı değişmediği için”, kontrol grubunda 3 öğrenci “Pil sayısı sabit olduğu için”; son testte kontrol grubunda 1 öğrenci “Pil sayısı sabit olduğu için” gerekçesi ile lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Buradan öğrencilerin lamba sayısındaki değişimin parlaklık üzerinde herhangi bir etkisi olmayacağını, lamba parlaklığının pil sayısına bağlı değişiklik göstereceğini düşündükleri anlaşılmaktadır. Soruda verilen devrelerde de pil sayısında herhangi bir değişiklik olmadığı için öğrenciler lamba parlaklığında değişiklik olmayacağını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin lamba parlaklığını etkileyen tek faktör olarak enerji değişimini kabul ettikleri ve enerji paylaşımının parlaklık üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını düşündükleri anlaşılmıştır. Araştırma kapsamında saptanan yanılığı “Lamba Parlaklığı Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci ise “Pil hepsine enerji vererek çabuk biteceği için” gerekçesi ile lamba parlaklığının değişmeyeceğini ancak pilin kullanım süresinin kısılacığını ifade etmiştir. Öğrenci 3 lambanın pili kısa sürede bitireceğini düşünmektedir. Soruda verilen devrede lamba sayısında gerçekleşen artışla pilin elektrik enerjisi lambalar arasında paylaşılacağı için lamba başına düşen enerji değerinin azalması sonucunda parlaklık azalır. Ancak öğrenci lamba sayısındaki artışın pilden daha çok enerji alınmasına, pilin daha çabuk bitmesine neden olacağına ve lamba parlaklığında herhangi bir değişim olmayacağına inanmaktadır.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “1 lamba daha eklenmiş aynı enerjiyle aynı şekilde yanacağı için” gerekçesi ile lamba sayısı arttığı için parlaklığın değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenci sadece pil sayısındaki değişikliklerde lamba parlaklığının değişeceğini düşünmektedir. Bu nedenle de pil sayısı sabit olduğu için lamba sayısındaki değişikliğin parlaklığı etkilemeyeceğine inanmaktadır. Bu yanılığın öğrencinin lamba parlaklığını etkileyen tek etken olarak elektrik enerjisi nedeni ile pil sayısındaki değişimi kabul ederken lambalar arasında gerçekleşecek elektrik enerjisi paylaşımına dikkat etmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca öğrenci görüşmede pilin enerjisinin tamamının lambalar arasında herhangi bir paylaşım olmadan devrede yer alan her lambaya aynı değerde verileceğini ifade etmiştir. Bu düşünce devreye lamba eklense bile pilin enerjisinin tamamı eklenen lambaya da verileceği için parlaklıkta değişim olmayacağına yönelik bir kavram yanılığına neden olmaktadır. Bu yanılığı “Lamba Başına Düşen Enerji Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci ise “İkisinde de aynı lamba olduğu için aynı enerjiyi alır” gerekçesi ile lambaların özdeş olduğunu belirterek parlaklığın değişmeyeceğini ifade etmiştir. Bu gerekçe öğrencinin lamba sayısındaki değişimi göz ardı ederek lambaların aynı olup olmama durumu üzerinde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Öğrencinin özdeş lambalardan lamba sayısı değişse de her zaman aynı miktarda enerji geçeceğini düşündüğü anlaşılmaktadır. Bu durum öğrencinin pilin enerjisinin devrede yer alan lamba sayısı kadar bölüneceğini ve bu enerjinin özdeş lambalar arasında eşit bir şekilde paylaşılacağını bilmediğini ortaya koymaktadır.



Soru 2: Ela yapacağı deney için kurduğu devreyi yukarıda verilen şekilde olduğu gibi 1. devreden 2. devreye çevirirse lambaların parlaklıklarında nasıl bir değişiklik olur? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin soru 2’de lamba parlaklığında gerçekleşecek değişime ilişkin verdikleri cevaplar ile cevaplara ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4. Öğrencilerin Lamba Parlaklığında Gerçekleşecek Değişime İlişkin Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri**

		Ön Test				Son Test				
		DG		KG		DG		KG		
		f	%	f	%	f	%	f	%	
Artar*	Sayısının artması	31	63,3	24	49,0	33	67,3	31	63,3	
	Elektrik enerjisinin artması*									
	Pil	Artması	1	2,0	-	-	-	-	1	2,0
		Vereceği ışık değeri	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Yeterli olması	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Eşit olması		-	-	3	6,1	-	-	1	2,0
		Kutupların doğru yerleşmesi	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Sayısının yeterli olması	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Pil ve lamba sayıları	Fazla	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
		Eşit	2	4,1	2	4,1	1	2,0	2	4,1
Gerekçe yok		2	4,1	4	8,2	4	8,2	3	6,1	
Toplam	39	79,6	34	69,4	38	77,6	39	79,6		
Azalır	Pilin yetersiz olması	-	-	-	-	1	2,0	-	-	
	Gerekçe yok	1	2,0	2	4,1	4	8,2	4	8,2	
	Toplam	1	2,0	2	4,1	5	10,2	4	8,2	
Değişmez	Lamba sayılarının eşit olması	-	-	2	4,1	-	-	-	-	
	Pil ve lamba sayılarının eşit olması	2	4,1	-	-	1	2,0	-	-	
	Gerekçe yok	1	2,0	1	2,0	-	-	1	2,0	
	Toplam	3	6,1	3	6,1	1	2,0	1	2,0	
Işık verme süresinde artış	Gerekçe yok	-	-	-	-	-	-	1	2,0	
Boş		6	12,2	10	20,4	5	10,2	4	8,2	
TOPLAM		49	100	49	100	49	100	49	100	

\*: Doğru cevap. DG: Deney Grubu, KG: Kontrol Grubu

Tablo 4 incelendiğinde ön testte doğru cevap veren öğrenci sayısının deney grubunda kontrol grubundan daha fazla olduğu, son testte ise doğru cevap veren öğrenci sayısının birbirine yakın olduğu görülmektedir ( $f_{\text{deney grubu-son test}} = 33$ ,  $f_{\text{kontrol grubu-son test}} = 31$ ). Doğru cevap veren öğrenciler pil sayısının artması ve elektrik enerjisinin artması gerekçesi ile iki pil ve üç lambadan oluşan devreye bir pil eklendiğinde lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir.

Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin ifade ettikleri gerekçelerden doğru olan cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin gerekçeleri incelendiğinde ön testte deney grubundaki öğ-



rencilerin % 63,3'ü *"Pil sayısı arttığı için elektrik enerjisi artar."*, *"Elektrik enerjisi arttığı için"*, *"Lambalara daha fazla elektrik enerjisi verildiği için"*, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 49,0'u *"Pilin vereceği elektrik enerjisi arttığı için"*, *"3 pil daha fazla elektrik enerjisi vereceği için"* gerekçeleri ile pil sayısının artması sonucunda elektrik enerjisinin artması nedeni ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 67,3'ü *"Pil sayısı arttığı için, elektrik enerjisi arttığı için"*, *"Enerji kaynağı arttığı için, elektrik enerjisi fazla olacağı için"*, *"Elektrik enerjisi fazla olacağı için"*, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 63,3'ü *"Pil sayısı, elektrik enerjisi arttığı için"*, *"Lambalara daha çok elektrik enerjisi gideceği için"* gerekçeleri ile lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin pil sayısındaki artışın lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin elektrik enerjisindeki artışla bağlantılı olduğunu ve elektrik enerjisindeki artış sonucunda lamba parlaklığının artacağını düşündükleri saptanmıştır.

*Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin ifade ettikleri gerekçelerden kavram yanlışlığı içeren cevaplar-dan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.*

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci *"Çok pil çok ışık vereceği için"*, son testte ise kontrol grubundaki 1 öğrenci *"3 pil 3 lambaya daha çok ışık vereceği için"* gerekçeleri ile pilin vereceği ışığın artacağını düşünerek lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Buradan öğrencilerin pil sayısındaki artışın pilin lambalara vereceği ışıkta artışa neden olacağını düşündüğü anlaşılmaktadır. Öğrenciler görüşmede de ifade ettikleri gerekçeler ile pili devrenin elektrik enerjisi kaynağı olarak değil ışık kaynağı olarak gördüklerini, pilin lambalara ışık verdiğini ve pil sayısındaki artışla pilin lambalara vereceği ışıkta artma olacağını düşündüklerini ortaya koymuşlardır. Öğrencilerde saptanan kavram yanlışlığı *"Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli"* olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci *"Pil hepsine yetecek kadar ışık vereceği için"* gerekçesi ile pilin vereceği ışık yeterli olacağı için lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Kontrol grubunda ön testte 3 öğrenci, son testte 1 öğrenci *"3 pil 3 lambaya eşit ışık vereceği için"* gerekçesi ile pilin vereceği ışığın eşit olması nedeni ile lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Gerekçeler farklı olsa da öğrencilerin pili ışık kaynağı olarak gördükleri, lambanın yaydığı ışığın pil tarafından doğrudan ışık olarak lambaya gönderildiğini düşündükleri anlaşılmıştır. Öğrencilerde *"Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli"* kavram yanlışlığının olduğu saptanmıştır.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci *"Kutuplar birbirine uyumlu yerleştirildiği için"* gerekçesi ile pilin kutupları doğru yerleştirildiği için lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Bu durum öğrencinin pilin zıt kutuplarının yan yana gelme durumuna dikkat etmesi bakımından önemlidir. Ancak pil kutuplarının bağlanma şekli lambanın yanması için temel koşulken lamba parlaklığı üzerinde artırıcı ya da azaltıcı yönde herhangi bir etkisi yoktur. Bu öğrenci kutupların yanlış bağlandığı durum için de parlaklıkta azalma olacağını düşünüyor olabilir.

Son testte kontrol grubunda 1 öğrenci *"2 pil 3 lambaya yetmeyeceği için"* gerekçesi ile 1 pil daha eklendiğinde pil sayısının yeterli olacağını ve bunun sonucunda lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Öğrencide lamba parlaklığının artması için pil sayısının lamba sayısı ile eşit olması gerektiğine yönelik bir düşünce söz konusudur. Öyle ki, lamba sayısının 3, pil sayısının 1 olduğu bir devreye 1 pil eklediğimiz zaman pil sayısındaki artış nedeni ile lamba parlaklığı ilk duruma göre artar. Öğrencinin görüşmede de ifade ettiği gerekçenin aksine iki devrede de pil sayısı lamba sayısından azdır; ancak pil eklendiği için parlaklık artacaktır. Verilen elektrik devrelerinde lamba ya da pil sayısındaki değişimin parlaklık üzerindeki etkilerini incelerken sayılardaki değişim üzerinde yoğunlaşarak parlaklık hakkında yorum yapılması gerekirken öğrenci her devreyi kendi içinde bağımsız olarak düşünerek pil sayısı ile lamba sayısı eşitlendiğinde parlaklığın artacağını ilişkin her zaman geçerli olmayacak bir cevap vermiştir. Bu araştırmada lamba ve pil sayısının eşit olduğu durumda lambanın daha parlak yanacağına ilişkin kavram yanlışlığı saptanmıştır. Saptanan yanlışlığı *"Parlaklık Üzerindeki Etki: Lamba ve Pil Sayısının Eşitliği Modeli"* olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci *"Pil ve lamba sayısı çok olduğu için"* ve kontrol grubunda 1 öğrenci *"Piller ve lambalar çok olduğu için"* gerekçeleri ile pil ve lamba sayılarının fazla olması nedeni ile lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Ön testte deney grubunda 2 öğrenci *"Lamba sayısı ile pil sayısı eşit olduğu için"* ve kontrol grubunda 2 öğrenci *"Lamba sayısı ve pil sayısı eşit olduğu için"*; son testte deney grubunda 1 öğrenci *"Pil sayısı=lamba sayısı olduğu için"*, kontrol grubunda 2 öğrenci *"3 lamba 3 pil olduğu için"*, *"Her pile 1 lamba geldiği için"* gerekçeleri ile pil ve lamba sayıları eşit olduğu için lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin ifade ettiği gerekçelerin aksine devrelerdeki lambaların parlaklıkları karşılaştırılırken pil ve lamba sayılarının birbirine eşit, birbirinden fazla ya da az olmasına değil devrelerdeki pil ve lamba sayısındaki değişime dikkat edilmektedir. 1 lamba ve 1 pilden oluşan devreye 1 pil ilave ettiğimizde yeni devremizde 1 lamba ve 2 pil olur. Lamba sayısı sabit iken pil sayısını arttırdığımız için de lambanın parlaklığı ilk duruma göre artar. Bu devrelerdeki lamba ve pil sayıları soruda verilen devredeki lamba ve pil sayılarından az olmasına karşın lamba parlaklığında artış olmaktadır. Pil ve lamba sayıları fazla iken parlaklığında fazla olacağına dair kavram yanlışlığı öğrencilerin devreler arasında parlaklık açısından nasıl bir karşılaştırma yapılması gerektiğini bilmedik-



lerini ortaya koymaktadır.

*Lamba parlaklığının azalacağını ifade eden öğrencilerin ifade ettikleri gerekçelerden kavram yanılığı içeren cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.*

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 2 öğrenci; son testte deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda 4 öğrenci 2 pil ve 3 lambadan oluşan devreye 1 pil eklendiğinde lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Son testte deney grubundaki 1 öğrenci *“1 pilin enerjisi 1 lambaya yetmeyeceği için”* gerekçesi ile pil sayısı yetersiz olduğu için lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Öğrenci 3 lambanın daha parlak yanması için devrede lamba sayısından daha fazla pil olması gerektiğini belirtmiştir. Öğrencinin görüşmede de ifade ettiği gerekçenin aksine devrelerdeki lambaların parlaklıkları karşılaştırılırken pil sayısının lamba sayısından fazla olup olmadığına değil devrelerdeki pil ve lamba sayılarındaki değişime dikkat edilmelidir. 3 lamba ve 1 pilden oluşan devreye 1 pil ilave ettiğimizde yeni devremizde 3 lamba ve 2 pil olur. Devredeki lamba sayısı pil sayısından fazla olmasına karşın lamba sayısı sabit iken pil sayısını arttırdığımız için lambanın parlaklığı ilk duruma göre artar. Pil sayısının lamba sayısından fazla olduğu durumda parlaklığın fazla olacağına dair düşünce öğrencinin devreler arasında parlaklık açısından nasıl bir karşılaştırma yapılması gerektiği ile ilgili yanılığa sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun pil sayısının lamba sayısından fazla olduğu devrede lamba başına birden fazla pil düşeceği için parlaklığın artacağı şeklinde yanılıklı bir düşünceden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

*Lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade eden öğrencilerin ifade ettikleri gerekçelerden kavram yanılığı içeren cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.*

Ön testte deney ve kontrol grubunda üçer öğrenci; son testte ise her iki grupta da birer öğrenci 3 lamba ve 2 pilden oluşan devreye 1 pil eklendiğinde lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Ön testte kontrol grubunda 2 öğrenci *“Lamba sayıları iki devrede de aynı olduğu için”* gerekçesi ile lamba sayılarının eşit olması nedeni ile lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Bu bulgu öğrencilerin lamba parlaklığı üzerinde sadece lamba sayısının etkili olduğunu pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığını etkilemeyeceğini düşündüklerini ortaya koymasından önemlidir. Öğrenciler pil sayısındaki değişime dikkat etmeyerek lamba sayılarının aynı ya da farklı olma durumuna bakarak parlaklık hakkında yorum yapmışlardır. Bu yorumda lamba sayılarında değişiklik olmadığı için parlaklığın değişmeyeceği şeklinde önemli bir kavram yanılığı olduğu saptanmıştır. Öğrencilerde devrenin ışık kaynağı olan lamba sayısında değişiklik olmadığı müddetçe parlaklığın değişmeyeceğine ilişkin kavram yanılığı içeren bir düşünce hâkimdir. Bu kavram yanılığının lambanın devrenin ışık kaynağı olarak görülmesinden ve pilin devreye sağladığı elektrik enerjisinin lambada ısı ve ışık enerjisine dönüştürüldüğünün bilinmemesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Deney grubunda ön testte 2, son testte ise 1 öğrenci *“Pil ve lamba sayısı aynı olduğu için 1 lambaya 1 pil olur.”* gerekçesi ile pil ve lamba sayıları eşit olduğu için lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenciler lamba parlaklığının değişmesi için pil sayısının lamba sayısından az ya da çok olması gerektiğini düşünmektedir. Görüşmede pil sayısının lamba sayısına eşit olduğu durumda lamba başına 1 pil düşeceği için parlaklığın değişmeyeceğini ifade eden öğrencinin soruda verilen iki devre arasında bir karşılaştırma yapmadığı, direk ikinci devre üzerinde yoğunlaşarak ikinci devredeki pil ve lamba sayıları arasında bir karşılaştırma yaptığı anlaşılmıştır.

Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci *“Uzun süreli yanar.”* gerekçesi ile ışık verme süresinde artış olacağını ifade etmiştir. Devreye eklenen pilin lambanın ışık verme süresini arttıracığını ifade eden öğrenci pil sayısındaki artışın parlaklık üzerindeki etkisini göz ardı etmiştir. Görüşmede öğrencinin *“Devrede yer alan piller sırayla çalışarak biter. Birinci pil bitince ikinci pil, ikinci pil bittiğinde de üçüncü pil çalışmaya başlar.”* şeklinde ifade ettiği gerekçeden 2 pil olan devredeki lambaların 2 dakika, 3 pil olan lambaların ise 3 dakika ışık vereceğine yönelik kavram yanılıklı bir düşünceye sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Soru 1 ve soru 2'ye verilen cevaplarda saptanan kavram yanılıkları için frekans değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Soru 1 ve Soru 2'ye Verilen Cevaplarda Saptanan Kavram Yanılgıları için Frekans Değerleri

	Soru 1				Soru 2			
	1.devre		2.devre		1.devre		2.devre	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG
Pilin vereceği ışık enerjisi paylaşılacağı için parlaklık azalır.	-	-	1	3	-	-	-	-
Pilin vereceği ışık azalacağı için parlaklık azalır.	1	1	-	-	-	-	-	-
Pilin enerjisi azalacağı için parlaklık azalır.	4	4	-	3	-	-	-	-
Pilin harcayacağı enerji artacağı için parlaklık azalır.	4	3	1	3	-	-	-	-
Pilin sayısı değişmediği için parlaklık azalır.	-	-	2	2	-	-	-	-
Lamba sayısı pilden fazla olduğu için parlaklık azalır.	2	1	2	2	-	-	-	-
Lamba sayısından daha fazla pil olmadığı için pil yetersiz kalır ve parlaklık azalır.	-	-	-	-	-	-	1	-
Pil kısa süreli kullanılacağı için parlaklık artar.	-	-	1	-	-	-	-	-
Pilin vereceği ışık artacağı için parlaklık artar.	1	-	-	-	1	-	-	1
Pilin vereceği ışık yeterli olacağı için parlaklık artar.	-	-	-	-	1	-	-	-
Pilin vereceği ışık eşit olacağı için parlaklık artar.	-	-	-	-	-	3	-	1
Pil doğru yerleştirildiği için parlaklık artar.	1	-	-	-	-	-	-	-
Pilin kutupları doğru yerleştirildiği için parlaklık artar.	-	-	-	-	1	-	-	-
Lamba sayısı arttığı için parlaklık artar.	10	14	5	4	-	-	-	-
Lamba sayısı arttığı için gelen enerji ve parlaklık artar.	-	1	-	-	-	-	-	-
Pil ve lamba sayısı eşitlenerek pil sayısı yeterli olacağı için parlaklık artar.	-	-	-	-	-	-	-	1
Pil ve lamba sayıları fazla olduğu için parlaklık artar.	-	-	-	-	1	1	-	-
Pil ve lamba sayıları eşit olduğu için parlaklık artar.	-	-	-	-	2	2	1	2
Pil sayısı değişmediği için parlaklık değişmez.	1	3	-	1	-	-	-	-
Pilin kullanım süresi kısalmır. Parlaklık değişmez.	1	-	-	-	-	-	-	-
Piller sıralı yanar ve lambanın ışık verme süresi artar. Parlaklık değişmez.	-	-	-	-	-	-	-	1
Lamba sayısı arttığı için parlaklık değişmez.	1	-	-	-	-	-	-	-
Lambalar özdeş olduğu için parlaklık değişmez.	-	-	-	1	-	-	-	-
Lamba sayıları eşit olduğu için parlaklık değişmez.	-	-	-	-	-	2	-	-
Pil ve lamba sayıları eşit olduğu için parlaklık değişmez.	-	-	-	-	2	-	1	-

DG: Deneysel Grubu, KG: Kontrol Grubu

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Lamba parlaklığı konusunun öğretiminde analogi kullanımının öğrenme ve kavram yanılgılarının giderilmesi üzerindeki etkisinin incelendiği araştırma sonucunda lamba sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretiminde deney grubunda kullanılan analoginin etkili olduğu anlaşılmıştır. Pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi neticesinde her iki grupta da doğru cevap veren öğrenci sayısının birbirine yakın olduğu saptanmıştır. Alan yazında yer alan çalışmalarda da öğretim sürecinde analogi kullanımının akademik başarı (Demirci-Güler ve Yağbasan, 2010; Eskandar, Bayrami, Vahedi ve Ansar, 2013; Erökten ve Kahraman-Gökharman, 2013; Kobal, Şahin ve Kara, 2013; Şeker-Gökulu ve Geban, 2014), öğrenme (Blake, 2004; Çakır ve Azizoğlu, 2012; Çıray ve Erişti, 2014; Glynn ve Takahashi, 1998; Şaşmaz-Ören, Ormancı, Babacan, Çiçek ve Koparan, 2010), kavrama (Şenpolat, Seven ve Düzgün, 2005), kavramsal anlama (Blake, 2004; Wichaidit, Wongyounoi, Dechsri ve Chaivisuthangkura, 2011) üzerinde olumlu etkileri olduğu saptanmıştır.

Araştırma sonucunda lamba parlaklığı ile ilgili saptanan kavram yanılgıları aşağıda sunulmuştur.

##### Lamba Sayısındaki Değişimin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi ile İlgili Kavram Yanılgıları

Bu çalışmada "Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Azalan Pil Modeli" olarak adlandırılan kavram yanılgısında öğrenciler devreye eklenen her lambanın pilden daha fazla enerji almak isteyeceğini, bunun sonucunda da pilin enerjisinin azalacağını ve enerjideki azalma ile birlikte parlaklığın azalacağını düşünmektedir. Pil devrenin elektrik enerjisi kaynağıdır ve öğrencilerin düşüncelerinin aksine pilin enerjisi sabittir. Bu enerji devredeki lamba sayısına bağlı olarak değişiklik

göstermez. Devreye eklenen lamba pilin enerjisine ortak olurken pil sayısı sabit olduğu sürece pilin enerji değerinde herhangi bir değişim olmaz. Kavram yanlışlığı öğrencilerin devreye eklenen lambanın pilin enerjisini kullanarak azaltacağını düşünmesinden kaynaklanmaktadır.

Bu araştırma ile benzer şekilde alan yazında da lamba sayısı arttıkça parlaklığın artacağına ilişkin kavram yanlışlığı ortaya koyulmuştur (Ayvacı ve İpek-Akbulut, 2012). Alan yazından farklı olarak bu çalışmada lamba eklendiğinde enerji artışı olacağına yönelik kavram yanlışlığı saptanmıştır. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrenci lambayı devrede enerji artışına neden olacak bir eleman olarak kabul etmektedir.

Araştırma sonucunda pil sayısı sabit olduğu sürece pilin devreye sabit değerinde akım vereceği, verilen akımın lamba sayısındaki değişimden etkilenmeyeceği ve bunun bir sonucu olarak da lamba sayısındaki değişimin parlaklığı etkilemeyeceğinin kabul edildiği saptanmıştır. Pilin sabit akım üreten bir kaynak olarak düşünüldüğüne dair kavram yanlışlığı alan yazında “Sabit Akım Kaynağı Modeli” olarak ifade edilmektedir. Bu modelde lise öğrencileri pili sabit bir voltaj kaynağı yerine sabit bir akım kaynağı olarak düşünmektedir (Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001). Kavram yanlışlığı içeren bu düşünce ortaokul öğrencileri (Yıldırım vd., 2008; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise öğrencileri (Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Küçüközer, 2003; Küçüközer ve Kocakulah, 2007; Sencar ve Eryılmaz, 2002, 2004; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009), fen bilgisi öğretmen adayları (Altun, 2009; Ateş ve Polat, 2005; Taşlıdere, 2014; Yumuşak, 2008), fizik öğretmenleri (Küçüközer ve Demirci, 2005), ilkökul öğretmenleri (Heller ve Finley, 1992), ortaokul birinci sınıftan üniversite son sınıfa kadar öğrenciler (Dupin ve Johsua, 1987) ile yapılan pek çok çalışmada ortaya koyulmuştur. Ayrıca bu çalışmada lambalar özdeş olduğu müddetçe lamba sayısında gerçekleşecek değişimin lamba parlaklığını etkilemeyeceğine ilişkin kavram yanlışlığı da görülmüştür.

Araştırmada “Lamba Başına Düşen Enerji Modeli” olarak adlandırılan kavram yanlışlığında öğrenciler devredeki lamba sayısı değiştiğinde lamba parlaklığında herhangi bir değişim olmayacağına inanmaktadır. Kavram yanlışlığı öğrencilerin devreye eklenen her lambanın pilin elektrik enerjisine ortak olacağına ve pilin elektrik enerjisinin lamba sayısı kadar bölüneceğine dikkat etmemelerinden kaynaklanmaktadır. Bu yanlışlıkta pilin enerjisinin lambalar arasında paylaşılardan her lambaya aynı değerinde gideceği düşüncesi yer almaktadır.

Bu çalışmada lamba eklendiğinde pilin enerjisinin azalacağına, pilin harcayacağı enerjinin artacağına ve bunların sonucunda lamba parlaklığının azalacağına; lamba sayısı arttığında pilden daha fazla enerji çekileceği için pilin kullanım süresinin kısaldığına; lamba eklendiğinde pilin vereceği ışığın yetersiz kalması nedeni ile lamba parlaklığının azalacağına ilişkin kavram yanlışlıkları saptanmıştır. Araştırmada saptanan pilin ışık verebileceğine yönelik bilimsel açıdan doğru olmayan düşünce alan yazında da yer almaktadır (Cheng ve Kwen, 1998).

Araştırmada saptanan ve “Lamba Parlaklığı Üzerindeki Tek Etki Lamba Sayısı Modeli” olarak adlandırılan kavram yanlışlığında parlaklık üzerinde sadece lamba sayısındaki değişimin etkili olacağını düşünen öğrenciler için devrelerdeki pil sayısının aynı ya da farklı olmasının herhangi bir önemi yoktur. Bu kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler için önemli olan lamba sayılarına bağlı lamba parlaklığıdır ki lamba sayısı çokken parlaklığın çok, lamba sayısı azken parlaklığın az olacağını düşünürler.

Bu çalışmada saptanan ve “Devredeki Lambaların Yayıdığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılan kavram yanlışlığı öğrencilerin gerek yazılı cevaplarında gerekse görüşmelerde ifade ettikleri üzere devrede yer alan tüm lambaları tek bir ışık kaynağı gibi görerek lambaların ayrı ayrı yaydıkları ışığı zihinlerinde tek bir lambadan çıkıyormuş gibi düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Öğrenciler lamba sayısı arttıkça toplam lamba sayısındaki artış ile yayılan ışığın ve parlaklığın artacağına inanmaktadır. Benzer şekilde alan yazında da lamba sayısı arttığında parlaklığın artacağına ilişkin kavram yanlışlığı ifade edilmektedir (Ayvacı ve İpek-Akbulut, 2012).

### **Pil Sayısındaki Değişimin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi ile İlgili Kavram Yanlışlıkları**

Pilin lambalara ışık veren bir devre elemanı olarak görülmesinin pilin devredeki görevinin ve basit elektrik devresinde gerçekleşen enerji dönüşümünün bilinmemesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Pilin devreye verdiği elektrik enerjisi lambada ısı ve ışık enerjisine dönüşmektedir. Fakat bu kavram yanlışlığına sahip öğrenciler lambanın yaydığı ışığı ona doğrudan pilin verdiği inmektedir. Araştırmada saptanan bu yanlışlığa “Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli” adı verilmiştir. Benzer şekilde alan yazında da pilin ışık verebileceğine dair kavram yanlışlığı içeren düşünce ortaya koyulmuştur (Cheng ve Kwen, 1998).

Bazı öğrenciler pil sayısının sadece lambanın ışık verme süresi üzerinde etkili olabileceğini belirtmiştir. Öğrenciler pil sayısındaki artış ile pilin kullanım süresinin ve beraberinde de lambanın yanma süresinin artacağına; bazıları pil sayısı değişmediği müddetçe lamba parlaklığının değişmeyeceğine inanmaktadır. Bazı öğrenciler ise pil sayısı arttığında lamba

parlaklığının azalacağını belirtmiştir. Alan yazında da pil sayısının artması sonucunda devredeki akımın ve gerilimin azalacağına yönelik kavram yanlışları ortaya koyulmuştur (Ayvacı ve İpek-Akbulut, 2012). Bu durumda akımın ve gerilimin azalması sonucunda parlaklığın azalacağı düşünülmektedir.

Araştırmada “Lamba Parlaklığı Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” olarak adlandırılan kavram yanlışsında parlaklık üzerinde sadece pil sayısındaki değişimin etkili olacağını düşünen öğrenciler için devrelerdeki lamba sayısının aynı ya da farklı olmasının herhangi bir önemi yoktur. Böyle düşünen öğrenciler için lambanın ışık vermesini sağlayan devre elemanı pildir ve pil sayısının artma ya da azalma durumuna bağlı olarak parlaklık değişecektir. Lamba ise pilin devrede olduğu her durumda ışık verecektir. Lamba sayısının parlaklık üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığına yönelik düşüncenin öğrencilerin pilin elektrik enerjisinin lambalar arasında paylaşılmasına dikkat etmemelerinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Öğrenciler elektrik enerjisi paylaşımını göz ardı ederek lamba sayısı artsa da azalsa da pilin tüm lambalara sabit değerinde enerji vereceğini düşünmektedir. Benzer nitelikte ortaokul öğrencileri (Cheng ve Kwen, 1998; Yıldırım vd., 2008; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006), lise öğrencileri (Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Engelhardt ve Beichner, 2004; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Küçüközer, 2003; Küçüközer ve Kocakülah, 2007; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001; Sencar ve Eryılmaz, 2002, 2004; Shipstone vd., 1988; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009), fen bilgisi öğretmen adayları (Altun, 2009; Ateş ve Polat, 2005; Taşlıdere, 2014; Yumuşak, 2008), ilk ve ortaokul öğretmenleri (Heller ve Finley, 1992), fizik öğretmenleri (Küçüközer ve Demirci, 2005), ortaokul birinci sınıftan üniversite son sınıfa kadar öğrenciler (Dupin ve Johsua, 1987) ile yapılan çalışmalarda “Sabit Akım Kaynağı Modeli” olarak adlandırılan yanlışta güç kaynağı devrenin bağlanma şeklinden bağımsız olarak yer aldığı devrede sabit bir akım kaynağı olarak kabul edilmektedir.

### **Pilin Devredeki Konumunun Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi ile İlgili Kavram Yanlışları**

Bu araştırmada “Parlaklık Üzerindeki Etki: Devre Elemanının Yeri Modeli” olarak adlandırılan kavram yanlışsında öğrenciler devre elemanının devredeki yerinin lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğunu düşünerek pilin yerinin doğru olduğu durumlarda lamba parlaklığının artacağını düşünmektedir. Bu durum öğrencinin zihninde lambanın üstte, pilin altta olduğu sabit bir devre modeli olduğunu ortaya koymaktadır. Alan yazında da öğretmenler tarafından oluşturulan devrelerin hepsinde lambanın devredeki yerinin aynı olması dikkat çekici bir sonuç olarak ifade edilmektedir (Gibbons, McMahan ve Wiegers, 2003).

### **Pil ve Lamba Sayısındaki Eş Zamanlı Değişimin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi ile İlgili Kavram Yanlışları**

Alan yazında ifade edilen pil sayısı ile lamba sayısının birbirine eşit olduğu durumlarda lambanın ışık vereceğine yönelik kavram yanlışsına (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010) ek olarak bu araştırmada lamba ve pil sayısının eşit olduğu durumda lambanın parlak yanacağına ilişkin kavram yanlışsı saptanmıştır. Ortaokul öğrencilerinin bazıları pil ve lamba sayıları fazla ise parlaklığın artacağını, bazıları ise devredeki pil ve lamba sayıları eşit olduğunda lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. “Pil sayısı ile lamba sayısının birbirine eşit olduğu durumlarda lamba yanar.” kavram yanlışsı (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010) pil ve lamba sayılarının artırılarak eşitlenmesi bağlamında dikkat çekicidir. Araştırmada “Parlaklık Üzerindeki Etki: Lamba ve Pil Sayılarının Eşitliği Modeli” olarak adlandırılan kavram yanlışsında öğrenciler pil sayısı ile lamba sayısı arasındaki eşitliği hem lambanın yanmasını hem de parlak olmasını sağlayıcı bir etken olarak görmektedir. Öğrenciler ne kadar pil varsa o kadar da lamba olması gerektiğini, her pilin sahip olduğu enerjiyi eşleştirdiği lambaya göndereceğini düşünmektedir.

Öğretim sonunda pil sayısı artırıldığında lamba parlaklığında artış olacağı her iki gruptaki öğrencilerin önemli bir bölümü tarafından ifade edilmiştir. Buna karşın lamba sayısı arttığında lamba parlaklığının azalacağı deney grubundaki öğrencilerin önemli bir bölümü tarafından belirtilmesine karşın kontrol grubunda bu konuda güçlük yaşandığı saptanmıştır. Pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerinde oluşturacağı etki her iki grupta da kolaylıkla belirtilirken lamba sayısındaki değişimin parlaklık üzerinde oluşturacağı etki konusunda özellikle kontrol grubunun kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca kontrol grubundaki öğrencilerin basit elektrik devrelerinin parlaklıklarını karşılaştırma konusunda güçlük yaşadıkları da anlaşılmıştır. Alan yazında da ortaokul öğrencileri (Osborne, 1981, 1983), lise öğrencileri (Millar ve King, 1993), ilk-ortaokul öğretmenleri (Heller ve Finley, 1992), fizik öğretmenleri (Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983), ortaokul birinci sınıftan üniversite son sınıfa kadar öğrenciler (Dupin ve Johsua, 1987) olmak üzere farklı örneklerde kavram yanlışlarının saptandığı çalışmalar yer almaktadır.

Bu araştırmada, uygulama öncesinde her iki grupta da saptanan kavram yanlışlarının öğretim sonunda giderilmesi ve yeni kavram yanlışsı oluşumunun önlenmesi bağlamında deney grubunda kontrol grubuna nazaran daha başarılı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Benzer şekilde alan yazında yer alan çalışmalarda da analogilerin kavram yanlışlarının saptanmasında (Aykutlu ve Şen, 2012; Öztuna-Kaplan ve Boyacıoğlu, 2013) ve giderilmesinde (Abak, Eryılmaz, Yılmaz



ve Yılmaz, 2001; Aykutlu ve Şen, 2011; Bilgin ve Geban, 2001; Clement, 1998, Dilber ve Düzgün, 2008; Korgancı vd., 2015; Paatz, Ryder, Schwedes ve Scott, 2004; Pabuçcu ve Geban, 2006; Şendur, Toprak ve Şahin-Pekmez, 2008; Tsai, 1999) etkili olduğu ortaya koyulmuştur.

## 5. Öneriler

Devreye eklenen lambaların enerji artışına neden olacak bir devre elemanı olmadığı, pilin doğrudan ışık veren bir devre elemanı olmadığı öğretmen tarafından ifade edilmelidir. Devredeki bütün lambaların tek kaynak olarak algılanması ile lamba sayısı arttığında parlaklığın artacağına ilişkin kavram yanlışlarını gidermek ve kavram yanlışlığı oluşumunu önlemek için her lambanın bağımsız bir ışık kaynağı olarak düşünülmesi gerektiği vurgulanmalıdır. Devreye kaç lamba bağlanırsa bağlansın pilin sahip olduğu enerji değerinin lambalar arasında paylaşılmadan her lambaya olduğu gibi gideceğine yönelik yanlışlığı giderebilmek için bir pil, bir lambadan oluşan devre ile bir pil, iki lambadan oluşan devre karşılaştırılmalıdır. Öğrencilerin düşündüklerinin doğru olması halinde iki devrede yer alan üç lambanın da aynı parlaklıkta yanmasının gerektiği; ancak bir pil, bir lamba olan devredeki lambanın daha parlak yandığı gösterilmelidir. Devreye eklenen pillerin sıralı çalışacağına inanarak pil sayısı arttıkça pilin kullanım süresinin artacağına ilişkin düşüncenin giderilmesi ya da önlenmesi için bir pil, bir lambadan oluşan iki ayrı devre kurularak devrelerdeki lambaların parlaklıklarının aynı olduğu gösterilmelidir. Daha sonra bu devrelerden birine bir pil daha ilave edilerek pil ilave edilen devredeki lambanın daha parlak yandığı gösterilmelidir. Öyle ki, öğrencilerin ifade ettikleri gibi piller sıralı olarak çalışıyor olsaydı lamba parlaklığının pil ilave edildiğinde değişmemesi gerekirdi. Bu durumun iki pilin sıralı olarak değil aynı anda çalıştığının somut bir kanıtı olduğu öğrencilere ifade edilmelidir. Devrede gerçekleştirilen değişiklikler farklı noktalar için tekrarlanarak gösterilmelidir. Pilin devredeki konumunun lamba parlaklığı üzerinde etkili olacağına ilişkin düşünce için lamba sayısı sabitken devreye eklenecek pil farklı noktalara yerleştirilerek her durumda gerçekleşecek değişim gözlenmelidir. Lamba parlaklığının sadece lamba sayısı ya da sadece pil sayısına bağlı değişiklik gösterebileceğine, lamba ve pil sayılarının eşit olduğu durumda parlaklığın artacağına ilişkin düşüncelere karşı lamba ve pil sayısındaki değişimin parlaklık üzerindeki etkileri kurulacak çeşitli devre örnekleri üzerinde uygulamalı olarak gösterilmelidir. Öğretim sürecinde devreler ve bu devreleri temsil edecek analogiler kurularak çok sayıda örnek yapılmalıdır. Analogilere konu anlatımında ve yapılacak alıştırmalarda yer verilmelidir.

Lisans düzeyinde öğrenim gören öğrenciler bile elektrik konularının soyut ve karmaşık olması nedeni ile elektik deneylerini yapmada sıkıntı yaşadıklarını ifade etmişlerdir (Çelik, Pektaş ve Demirbaş, 2012; Ulukök, Çelik ve Sarı, 2013). Basit elektrik devresi gerek lamba, pil, duş, anahtar ve bağlantı kabloları kullanılarak oluşturulacak devreler gerekse analogilerle somutlaştırılarak öğretilbilir ve kavram yanlışları giderilebilir.

## 6. 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.
- 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.
- Borges, A. T. & Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95-117.
- Carlton, K. (1999). Teaching electric current and electrical potential. *Physics Education*, 34(6), 341-345.
- 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 aspects of electricity. 6 Haziran 2014 tarihinde <http://www.aare.edu.au/data/publications/1998/ang98205.pdf> adresinden erişildi.
- 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. ve Azizoğlu, N. (4-7 Mayıs 2012). Maddeyi oluşturan tanecikler konusunun analogilerle destekli öğretiminin öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *IV. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi*, İstanbul.
- Çelik, H., Pektaş, H. M. & Demirbaş, M. (2012). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin elektrik devrelerini kurma ve şematize etme durumlarının incelenmesi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 35, 85-103.
- Çepni, S. & Keleş, E. (2006). Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 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.
- Çıray, F. & Erişti, B. (2014). Disiplinler arası analogi 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. (27-29 October 2010). Fen ve teknoloji dersinde analogi 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 (analogi) 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.
- Erökten, S. & Kahraman-Gökharman, H. (2013). The effect of analogy method on student achievement in the unit "The structure and properties of matter" çivril sample. *World Applied Sciences Journal*, 23(6), 744-750.
- Eskandar, F. A., Bayrami, M., Vahedi, S. & Ansar, V. A. A. (2013). The effect of instructional analogies in interaction with logical thinking ability on achievement and attitude towards chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 14, 566-575.
- Gemici, Ö., Küçüközer, H. & Mergen-Kocakülâh, A. (16-18 Eylül 2002). Yeniden yapılanma sürecinde fizik eğitimi öğrencilerin genel fizik kavramları ile ilgili bilgi düzeylerinin belirlenmesine ilişkin bir çalışma. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170.
- Gibbons, P. C., McMahon, A. P. & Wieggers, J. F. (2003). Hands-on current electricity: A professional development course. *Journal of Elementary Science Education*, 15(2), 1-11.
- 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.
- Harman, G. & Çökelez, A. (2016). 5. sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri ile ilgili zihinsel modelleri. *Turkish Studies*, 11(3), 1249-1272.
- 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.
- 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. (13-15 Mayıs 2010). 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.
- Keserciöğlü, 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 yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 142-148.
- Küçüközer, H. & Demirci, N. (13-16 September 2005). 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.
- Osborne, R. (1981). Children's ideas about electric circuits. *New Zealand Science Teacher*, 29, 12-19.
- Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science and Technological Education*, 1(1), 73-82.
- 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.
- Pabuççu, 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.
- Sencar, S. & Eryılmaz, A. (16-18 Eylül 2002). 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.
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C. V., Jung, W., Kärqvist, 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.
- Şaşmaz-Ören, F., Ormanlı, 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.
- Şeker-Gökulu, A. & Geban, Ö. (2014). Facilitating conceptual change in atom, molecule, ion and matter concepts. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 304-322.
- Şen, A. İ. & Aykutlu, İ. (2008). Öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavramlarının tespit edilmesinde kavram haritalarının alternatif değerlendirme aracı olarak kullanılması. *Eurasian Journal of Educational Research*, 31, 75-92.
- 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.
- 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.
- 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.
- Ulukök, Ş., Çelik, H. & Sarı, U. (2013). Basit elektrik devreleriyle ilgili bilgisayar destekli uygulamaların deneysel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 6(1), 77-101.
- 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 yanlışları ve nedenlerinin araştırılması (CBÜ örneği). *Milli Eğitim*, 180, 123-132.