



Pnömatik Sistem Modeli ile Basit Elektrik Devresinde Lambanın Hangi Durumlarda Işık Vereceğinin Öğretilmesi

Teaching of The Light Emitting Bulb Conditions in A Simple Electrical Circuit Using A Pneumatic System Model

Gonca Harman, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi*, gonca.harman@omu.edu.tr
Aytekin Çökelez, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi*, cokelez@itu.edu.tr

ÖZ. Günlük yaşamdaki önemi ve kullanımı nedeni ile elektrik konuları fen bilimleri ve fizik öğretiminin her kademesinde yer almaktadır. Elektrikle ilgili kavramların öğretilmesinde temel bir sistem olarak basit elektrik devresinin anlaşılması son derece önemlidir. Bu nedenle Pnömatik Sistem Modelinde “hava pompası-pil, plastik şeffaf hortum-bağlantı kablosu, vana-anahtar, plastik balon-lamba, plastik balonun şişmesi-lamba parlaklığı” arasında analogik ilişki kurulmuştur. Ayrıca kavram yanlışlığı oluşumunu engellemek için PSM’de kaynak ve hedef kavramlar arasındaki farklılıklar ifade edilmiştir. 5. sınıf öğrencilerine basit elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin öğretiminde kullanılan deneysel temelli analogik Pnömatik Sistem Modeli basit elektrik devresinde lambanın ışık vereceği durumların ve hatalı devrelerin düzeltilmesinin öğretiminde kullanılmak üzere yeniden düzenlenmiştir. Çalışmada modelin uygunluğu ve işlerliği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler. Basit Elektrik Devresi, Lambanın Işık Vermesi, Pnömatik Sistem Modeli (PSM)

ABSTRACT. The topic of electricity is included in science and physics curricula because of the importance of electricity and its use in daily life. The understanding of a simple electric circuit as the basic system is extremely important for the teaching of electrical concepts. Therefore analogical relationship have been formed with “air pump-battery, transparent plastic hose-power line, valve-switch, plastic balloon-light bulb, inflating plastic balloon-the light emitting bulb” in the Pneumatic System Model. Also the differences between the source and target concepts in the PSM have been expressed for preventing misconception. An experiment-based analogical Pneumatic System Model (PSM) used to teach the 5th students (11 year-old), the variables having an effect on the brightness of a light bulb in a simple electric circuit has been revised and its suitability and operability for teaching of the light emitting bulb conditions in a simple electric circuit, and resolving the faulty circuits have been discussed.

Keywords. Simple Electrical Circuit, Emit Light of Bulb, Pneumatic System Model (PSM)

SUMMARY

Purpose and Significance: The topic of electricity is included in science and physics curricula because of the importance of electricity and its use in daily life. Therefore, electrical circuits is an abstract subject (Carlton, 1999) and related literature showed that many students have learning difficulties (Chambers and Andre, 1997; Engelhardt and Beichner, 2004; McDermott and Shaffer, 1992; Shipstone et al., 1988) and misconceptions (Cohen et al., 1983; Dupin and Johsua, 1987; Heller and Finley, 1992; Lee and Law, 2001; Millar and King, 1993; Osborne, 1981, 1983; Psillos, Tiberghien and Koumaras, 1988) held by them of this subject. Concrete materials used in the course help students make such abstract concepts concrete and eliminate learning difficulties and misconceptions. An experiment-based analogical Pneumatic System Model (PSM) used to teach the 5th students (11 year-old), the variables having an effect on the brightness of a light bulb in a simple electric circuit, developed by the Harman and Çökelez (2015) has been revised and its suitability and operability for teaching of the light emitting bulb conditions in a simple electric circuit and resolving the faulty circuits have been discussed.

Results: Analogical relationship have been formed with “air pump-battery, transparent plastic hose-power line, valve-switch, plastic balloon-light bulb, inflating plastic balloon- the light emitting bulb” in the Pneumatic System Model. The differences between the source and target concepts in the PSM

have been expressed for preventing misconception. While the electric current returns to the battery in the PSM, in a simple electrical circuit, the air does not return to the pump. In a simple electrical circuit the battery is not separated from the circuit for the light to be turned on. In the PSM, however, the air pump is stopped to maintain the system. In a simple electrical circuit, the switch has to be closed for the light to turn on whereas in the PSM, the valve has to be open for the balloon to inflate. Transmission of air from air pump to balloon is one-way. Also, no air flows through the balloons, but charge flows through the bulb in the circuit. Activity that have been established an experiment-based PSM have been carried out in 10 steps.

Conclusions: Students will be able to learn the different experiments that have been performed on model about the light emitting bulb conditions and what needs to be done for correcting a faulty electrical circuit. The model reorganized in this study may be used as an alternative activity before or during the teaching of the light emitting bulb conditions and resolving the faulty circuits. Furthermore, it is believed that the model is a good example that can be used to improve techniques and student skills in the area of guided inquiry, the basis of many academic programs in many countries.

GİRİŞ

Fen eğitiminin tüm seviyelerinde elektrik temel konulardan biridir. Elektriğin günlük yaşamdaki önemi ve kullanımı elektrik ile ilgili konuların erken yaşlarda okul programlarında yer almasını gerekli kılmaktadır. Öğrenciler ilköğretim seviyesinden itibaren basit elektrik devreleri ile ilgili deneyim kazanmaya başlarlar. İlerleyen eğitim kademelerinde de elektrik konusu sistematik bir şekilde işlenir ve fen bilimleri ve fizik derslerinin önemli konuları arasında yer alır (Duit ve Rhöneck, 1997; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006). Fakat elektriğin temel kavramlarının öğretimi ve basit elektrik devresinin anlaşılması ve algılanması çocuklar tarafından çok kolay olmamaktadır. Elektrik devreleri öğrencilerin anlamakta oldukça zorlandıkları soyut bir konudur (Carlton, 1999). Bu konuda öğrencilerde birçok öğrenme güçlüğü (Chambers ve Andre, 1997; Engelhardt ve Beichner, 2004; McDermott ve Shaffer, 1992; Shipstone vd., 1988) ve kavram yanılgıları (Cohen vd., 1983; Dupin ve Johsua, 1987; Heller ve Finley, 1992; Lee ve Law, 2001; Millar ve King, 1993; Osborne, 1981, 1983; Psillos, Tiberghien ve Koumaras, 1988) olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Bu kavram yanılgıları ile ilgili olarak öğrencilerin çoğunlukla tek kutuplu modeli savunarak (Çepni ve Keleş, 2006; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009) bir elektrik devresinde lambanın yanması için pilin (+) kutbu veya pilin (-) kutbu arasında yalnızca bir bağlantının (Aykutlu ve Şen, 2011; Aykutlu ve Şen, 2012; Bakırcı, Subay, Midyatlı ve Ünsal, 2010; Chambers ve Andre, 1997; Dupin ve Johsua, 1987; Fleer, 1994; İpek ve Çalık, 2008; Keser ve Başak, 2013; Osborne, 1981; Yıldırım, Yalçın, Şensoy ve Akçay, 2008; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006), pilin (+) kutbu veya pilin (-) kutbu ile lamba arasındaki iki ayrı bağlantının (Yıldırım vd., 2008) yeterli olduğunu düşündükleri anlaşılmıştır. İletken telleri ya aynı kutba bağladıkları ya da iki teli de lambanın aynı noktasına temas ettirdikleri (Yeşilyurt, 2006), lambaları pile tek bir kablo ile bağladıkları saptanmıştır (Çepni ve Keleş, 2006). Bu bağlantıda akımın geriye dönüşü sırasında kaybolduğu, (Chambers ve Andre, 1997; McDermott ve Shaffer, 1992), pilden çıkan elektriğin tek kablo ile lambaya gittiği ve pile geri dönmediği (Chambers ve Andre, 1997), bir elektrik devresinin tamamlanarak çalışır hale gelmesi için güç kaynağının iki kutbunun da kullanılmasının gerekli olmadığı (Engelhardt ve Beichner, 2004) düşüncesinin hâkim olduğu anlaşılmıştır. Öğrencilerin bir elektrik devresinden anahtar açıkken de akımın geçeceğini (Yıldırım vd., 2008), anahtar açıkken elektriğin iletileceğini belirttikleri saptanmıştır (Türkoğuz ve Cin, 2013). Anahtar kapalı iken lambanın ışık vermeyeceğini ve anahtarı ışığı açmak için kullandıklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir (Küçüközer ve Kocakulah, 2007). Elektrik ile ilgili olayların açıklanması soyut fizik kavramlarına ve mikroskobik etkileşimlere dayandığından çocukların bu olguları kavramasında tasarlanan etkinliklerin somutlaştırılması önem taşımaktadır (Yiğit ve Özmen, 2006). Bu bağlamda kavramların öğrencilere öğretiminde modeller sıklıkla kullanılmaktadır. Fen bilimlerinin ürünleri ve metotları, fen bilimlerini öğrenme ve öğretmede ana materyaller olan modeller (Gilbert, 1993; Harrison ve Treagust, 2000) soyut kavramların somutlaştırılmasında kullanılan en önemli

yöntemlerden biridir (Harrison, 2001; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002). Modeller gerçek nesnelere, olaylar ya da olayların sınıflandırılmasına karşılık gelen, açıklama gücüne sahip olan geçici şemalar ya da yapılarıdır. Modeller sistemin nasıl çalıştığını anlamaya yardımcı olurlar (NRC, 1996). Bir model çeşidi olan analogiler ise kavram, ilke ve formüllerin benzerlikleri arasında kurulan sağlam bağlantılardır. Analogiler kaynak olarak görülen ön bilgiler ile hedef olarak görülen yeni bilgiler arasında kurulan güçlü köprülerdir (Kesercioğlu, Yılmaz, Huyugüzel-Çavaş ve Çavaş, 2004). Analogi açık bir şekilde kaynak ve hedef olmak üzere iki etki alanının yapılarını karşılaştırır ve bu yapılara ait parçaların kimlik özelliklerini gösterir (Duit, 1991).

Alanyazın incelendiğinde elektrik devresi için oluşturulan bir analogide su elektrik yüküne, su akışı elektrik akımına, su borusu iletken tele, kıvrımlı boru dirence, pompa pile, vana anahtara, basınç potansiyel farka benzetilmiştir (Glynn, 2008). Başka bir analogide vagonlar elektrik yüküne, vagonların hareketi elektrik akımına, ray iletken tele, tünel lambaya, vagonları iten işçiler pile benzetilmiştir (Brown, 1993). Bir diğer analogide ise ekmek fırını (ekmek üretilen yer) pil ya da güç kaynağına (enerji üreten yer), süper market (ekmeklerin satıldığı yer) lamba ya da dirence (enerjinin tüketildiği yer), kamyonlar (ekmekleri taşıyan araç) elektronlara (enerji taşıyan tanecikler), yollar (kamyonların bulunduğu ve hareket ettiği yerler) elektrik kablolarına (elektronların bulunduğu ve hareket ettiği yerler), trafik denetçisi (yollardan birim zamanda geçen kamyonları sayar) ampermetreye (kablolardan birim zamanda geçen elektrik sayısını ölçer) benzetilmiştir (Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006).

Bu çalışmada ise 5. sınıf (11yaş) için daha önce basit elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin öğretiminde kullanılmak üzere Harman ve Çökelez (2015) tarafından geliştirilmiş olan Pnömatik Sistem Modeli (PSM) modeli yeniden düzenlenerek PSM'nin basit bir elektrik devresinde lambanın ışık verme-vermeme durumunun ve hatalı devrelerin düzeltilmesinin öğretimi için uygunluk ve işlerliği tartışılmıştır. Geliştirilen modelin basit bir elektrik devresinde lambanın ışık verme-vermeme durumunun ve hatalı devrelerin düzeltilmesinin öğretiminde bir ilk olması nedeni ile önemli olduğu düşünülmektedir.

Geliştirilen Etkinlik

DeneySEL temelli PSM üzerine kurulu etkinlik 10 aşamada gerçekleştirilmiştir.

1. aşamada: PSM ile basit bir elektrik devresinde lambanın hangi durumlarda ışık vereceği ve vermeyeceğinin öğretimi için kaynak ve hedef arasında analogik ilişki kurmak,
2. aşamada: basit elektrik devresinde anahtar açık iken lambanın ışık verme durumu ile PSM'de vana kapalı iken plastik balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
3. aşamada: basit elektrik devresinde pil yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM'de hava pompası yok iken plastik balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
4. aşamada: basit elektrik devresinde bağlantı kablosu kesik iken lambanın ışık verme durumu ile PSM'de plastik şeffaf hortum kesik iken plastik balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
5. aşamada: basit elektrik devresinde bağlantı kablosu eksik olup pilin + kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM'de hava pompası ile plastik balon arasındaki plastik şeffaf hortumlardan biri sistemde yok iken plastik balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
6. aşamada: basit elektrik devresinde bağlantı kablosu eksik olup pilin - kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM'de hava pompası ile plastik balon arasındaki plastik şeffaf hortumlardan biri sistemde yok iken plastik balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
7. aşamada: basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu - kutupta bağlı olup lamba ile pilin + kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM'de iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen plastik balon ile hava pompasının diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum yok iken plastik balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
8. aşamada: basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu + kutupta bağlı olup lamba ile pilin - kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM'de iki adet plastik şeffaf

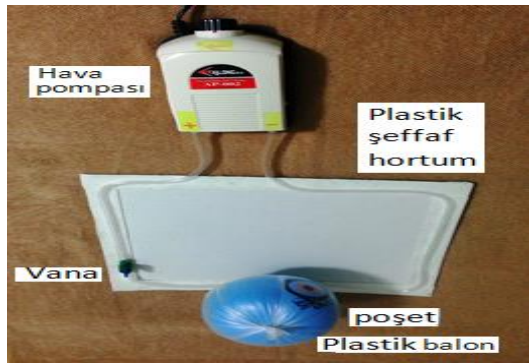
hortum olmasına rağmen plastik balon ile hava pompasının diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum yok iken plastik balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,

9. aşamada: basit elektrik devresinde yer alan lambanın içindeki tel kopuk iken lambanın ışık verme durumu ile PSM'de yer alan plastik balon delik iken plastik balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,

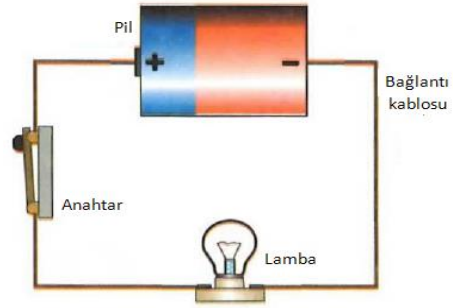
10. aşamada: basit elektrik devresinde seri bağlı iki lambadan biri devreden çıkarıldığında kalan lambanın ışık verme durumu ile PSM'de seri bağlı iki plastik balondan biri çıkarıldığında kalan plastik balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak amaçlanmaktadır.

Birinci aşama: Pnömatik Sistem Modeli (PSM) ile basit elektrik devresi arasındaki analogik ilişki

Bu aşamada deneysel etkinliğin temelini oluşturan Pnömatik Sistem Modeli deney düzeneği (şekil 1) ve basit elektrik devresi (şekil 2) şekli verilmiş, hangi devre elemanın modelde hangi elemana karşılık geldiği gösterilmiştir. Bundan sonraki aşamalarda deneysel temelli modelin daha iyi anlaşılması için bu ilişki göz önünde bulundurulmalıdır (Harman ve Çökelez, 2015).



Şekil 1. Pnömatik sistem modeli (PSM)



Şekil 2. Basit elektrik devresi

Şekil 2'de görüldüğü üzere devre, elektrik kaynağından başlayıp yine kaynağa biten kesintisiz bir yoldur. Pil devreye elektrik enerjisi sağlar. Bağlantı kabloları devre elemanlarını birbirine bağlar ve elektrik enerjisini iletir. Lamba elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürür. Anahtar devredeki elektriği kontrol eder. Devrede lambanın yanabilmesi için elektrik enerjisinin kaynaktan çıkıp tekrar kaynağa dönmesi gerekir (MEB, 2014).

Tablo 1. Pnömatik Sistem Modeli (PSM) Kaynak ve Hedef Kavramlar Arasındaki Analogik İlişki

Pnömatik Sistem Modeli (PSM)	
Kaynak Kavramlar	Hedef Kavramlar
Pompanın sisteme verdiği hava	Pilin potansiyeli
Hava pompası: Elektrik enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü model elemanı ve hava kaynağıdır.	Pil: Kimyasal enerjinin elektriksel enerjiye dönüştüğü devre elemanı ve potansiyel kaynağıdır.
Plastik şeffaf hortum: Hava pompasından çıkan hava plastik şeffaf hortum aracılığı ile sistemde hareket eder.	Bağlantı kablosu: Pilde var olan kimyasal enerji kabloyla elektrik enerjisi formuyla devre elemanlarına iletilir.
Vana: Açık iken hava sistemde hareket eder, sistem tamamlanır ve plastik balon şişer.	Anahtar: Kapalı iken devrede elektrik yükleri yardımıyla elektrik akımı oluşur, devre tamamlanır ve lamba yanar.
Plastik balon: Kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüştüğü model elemanı	Lamba: Elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüştüğü devre elemanı
Plastik balonun şişmesi	Lambanın yanması
Plastik balonun şişme büyüklüğü	Lambanın parlaklığı

PSM'de plastik balonun poşet içinde olması lamba parlaklığının bir sınırının olduğunu gösterilmesi bakımından önemlidir. Çünkü lamba parlaklığı pil sayısının artışına bağlı olarak sürekli

artmaz ve lamba patlar. Benzer şekilde poşet içinde şişirilen plastik balon da bir aşamadan sonra patlayacaktır (Harman ve Çökelez, 2015).

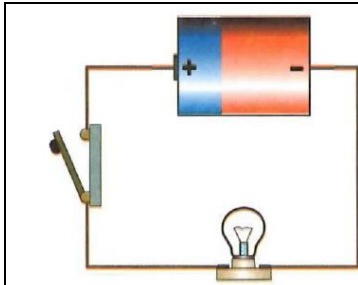
PSM için gerekli araç-gereçler: hava pompası, plastik şeffaf hortum, 1 adet vana, 1 adet plastik balon, 1 adet poşet, 3 adet t şeklinde bağlantı parçası, karton.

PSM yatay olarak kurulmalı ve sisteme hava verecek hava pompası plastik şeffaf hortumlara bağlanmalıdır. Daha sonra plastik şeffaf hortumlara vana yerleştirilmelidir. PSM’de yer alan hava pompası sisteme hava verir ve sisteme giren hava miktarı hava pompasının çalıştırıldığı devire göre değişiklik gösterir. Sisteme hava girişi ile beraber plastik şeffaf hortum hava ile dolmalı ve plastik balon şişmeye başlamalıdır. Plastik balonun şişmesi için vana açık bırakılmalıdır. Hava pompası 1 dakika çalıştırılmalıdır. 1 dakika sonra sistem havanın sabit olmasını sağlamak için durdurulmalıdır. Plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir (Harman ve Çökelez, 2015).

İkinci aşama: Basit elektrik devresinde anahtar açık iken lambanın ışık verme-vermeme durumunun PSM ile öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında basit elektrik devresinde anahtar açık iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin ikinci aşaması için sistemde yer alan vana kapalı konumda olmalıdır. Hava pompası 1 dakika çalıştırılmalıdır. 1 dakika sonra sistem havanın sabit olmasını sağlamak için durdurulmalıdır. Plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde anahtar açık iken devre tamamlanmaz. Kapalı olmayan bu devrede pilin enerjisi lambaya iletilmez ve lamba yanmaz.

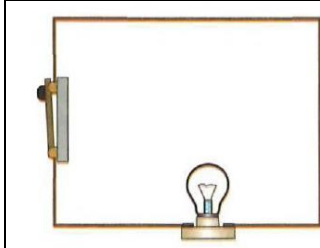


Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de ise vana kapalı iken hava pompasının sisteme verdiği hava plastik balona ulaşamaz ve plastik balon şişmez.

Üçüncü aşama: Basit elektrik devresinde pil yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumunun PSM ile öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında basit elektrik devresinde pil yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin üçüncü aşaması için sistemde yer alan hava pompası kaldırılmalıdır. Hava pompası yok iken plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde elektrik enerjisi sağlayan devre elemanı: pil olmadığı için lamba yanmaz.

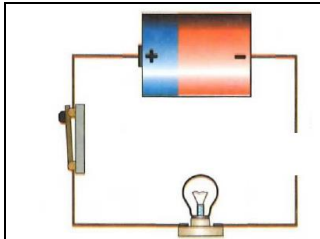


Basit elektrik devresini temsil eden PSM'de sisteme hava pompalayan hava pompası olmadığı için plastik balon şişmez.

Dördüncü aşama: Basit elektrik devresinde bağlantı kablosu kesik iken lambanın ışık verme-vermeme durumunun PSM ile öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında basit elektrik devresinde bağlantı kablosu kesik iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin dördüncü aşaması için sistemde yer alan plastik şeffaf hortum kesilmelidir. Plastik şeffaf hortum kesik iken plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde yer alan bağlantı kablosu kesik olduğu için devre kapalı değildir. Bu durumda pilin sağlayacağı elektrik enerjisi lambaya iletilemez ve lamba yanmaz.

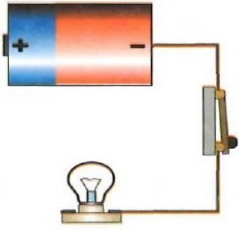



Basit elektrik devresini temsil eden PSM'de plastik şeffaf hortum kesik olduğu için sistem kapalı değildir. Bu durumda hava pompasının pompaladığı hava plastik balona ulaşamaz ve plastik balon şişmez.

Beşinci aşama: Basit elektrik devresinde bağlantı kablosu eksik olup pilin + kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumunun PSM ile öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında bağlantı kablosu eksik olup pilin + kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin beşinci aşaması için sistemde hava pompası ile plastik balon arasındaki plastik şeffaf hortumlardan biri sisteme bağlanmamalıdır. Bu durumda plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.

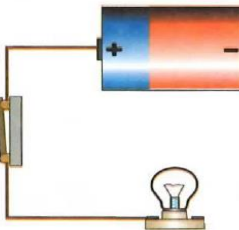

Şekilde verilen basit elektrik devresinde yer alan bağlantı kablosu eksik olup pilin + kutbu ile lamba arasında bağlantı olmadığı için elektrik enerjisi iletilemez ve lamba yanmaz. Lambanın yanması için pilin her iki kutbunun da devreye bağlı olması gerekir. Ancak bu durumda devre kapalı olur ve pilin elektrik enerjisi lambaya iletilebileceği için lamba yanar.

Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de plastik şeffaf hortum eksik olup pompanın bir ucu ile plastik balon arasında bağlantı olmadığı için plastik balon şişmez. Plastik balonun şişmesi için pompanın iki ucunun da plastik şeffaf hortumlarla plastik balona bağlanması gerekir. Ancak bu durumda sistem kapalı olur ve hava pompasının sağladığı hava plastik balona ulaşabildiği için plastik balon şişer.

Altıncı aşama: Basit elektrik devresinde bağlantı kablosu eksik olup pilin - kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumunun PSM ile öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında bağlantı kablosu eksik olup pilin - kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin altıncı aşaması için sistemde hava pompası ile plastik balon arasındaki plastik şeffaf hortumlardan biri sisteme bağlanmamalıdır. Bu durumda plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.

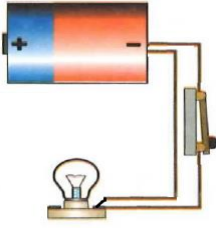
Şekilde verilen basit elektrik devresinde yer alan bağlantı kablosu eksik olup pilin - kutbu ile lamba arasında bağlantı olmadığı için elektrik enerjisi iletilemez ve lamba yanmaz. Lambanın yanması için pilin her iki kutbunun da devreye bağlı olması gerekir. Ancak bu durumda devre kapalı olur ve pilin elektrik enerjisi lambaya iletilebileceği için lamba yanar.

Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de plastik şeffaf hortum eksik olup pompanın bir ucu ile plastik balon arasında bağlantı olmadığı için plastik balon şişmez. Plastik balonun şişmesi için pompanın iki ucunun da plastik şeffaf hortumlarla plastik balona bağlanması gerekir. Ancak bu durumda sistem kapalı olur ve hava pompasının sağladığı hava plastik balona ulaşabildiği için plastik balon şişer.

Yedinci aşama: Basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu – kutupta bağlı olup lamba ile pilin + kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumunun PSM ile öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında iki adet bağlantı kablosu – kutupta bağlı olup lamba ile pilin + kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin yedinci aşaması için sistemde iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen plastik balon ile hava pompasının diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum olmadığı durum için plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu olmasına rağmen lamba ile pilin + kutbu arasında bağlantı kablosu olmadığı için elektrik iletilemez ve lamba yanmaz. Lambanın yanması için pilin her iki kutbunun da devreye bağlı olması gerekir. Ancak bu durumda devre kapalı olur ve pilin enerjisi lambaya iletilebileceği için lamba yanar.

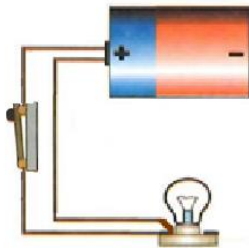


Basit elektrik devresini temsil eden PSM'de iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen plastik balon ile pompasının diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum olmayıp plastik balonun takıldığı bağlantı parçasının bir tarafı boş olduğu için plastik balon şişmez. Plastik balonun şişmesi için pompasının iki ucunun da plastik şeffaf hortumlarla plastik balona bağlanması gerekir. Ancak bu durumda sistem kapalı olur ve hava pompasının sağladığı hava plastik balona ulaşabildiği için plastik balon şişer.

Sekizinci aşama: Basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu + kutupta bağlı olup lamba ile pilin - kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumunun PSM ile öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında iki adet bağlantı kablosu + kutupta bağlı olup lamba ile pilin - kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin sekizinci aşaması için sistemde iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen plastik balon ile hava pompasının diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum olmadığı durum için plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu olmasına rağmen lamba ile pilin - kutbu arasında bağlantı kablosu olmadığı için elektrik enerjisi iletilemez ve lamba yanmaz. Lambanın yanması için pilin her iki kutbunun da devreye bağlı olması gerekir. Ancak bu durumda devre kapalı olur ve pilin elektrik enerjisi lambaya iletilebileceği için lamba yanar.

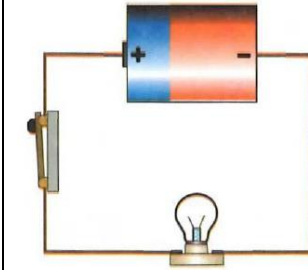


Basit elektrik devresini temsil eden PSM'de iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen plastik balon ile pompasının diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum olmayıp plastik balonun takıldığı bağlantı parçasının bir tarafı boş olduğu için plastik balon şişmez. Plastik balonun şişmesi için pompasının iki ucunun da plastik şeffaf hortumlarla plastik balona bağlanması gerekir. Ancak bu durumda sistem kapalı olur ve hava pompasının sağladığı hava plastik balona ulaşabildiği için balon şişer.

Dokuzuncu aşama: Basit elektrik devresinde yer alan lambanın içindeki tel kopuk iken lambanın ışık verme-vermeme durumunun PSM ile öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında lambanın içindeki tel kopuk iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin dokuzuncu aşaması için sistemde yer alan plastik balonun delik olma durumu için plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Lambanın içindeki filaman denilen tel üzerinden geçen elektrik akımı nedeni ile ısınır ve ışık verir. Şekilde verilen basit elektrik devresinde yer alan lambanın içindeki tel kopuk olduğu için lamba yanmaz.

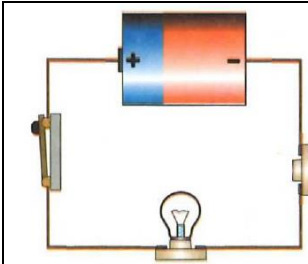


Basit elektrik devresini temsil eden PSM'de plastik balon delik olduğu için şişmez. Hava pompasının sisteme verdiği hava plastik balondaki delikten sistemin dışına çıkar, sistem kapalı olmadığı için plastik balon şişmez.

Onuncu aşama: Basit elektrik devresinde seri bağlı iki lambadan biri devreden çıkartıldığında kalan lambanın ışık verme-vermeme durumunun PSM ile öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında seri bağlı iki lambadan biri devreden çıkarıldığında lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin onuncu aşaması için sistemde seri bağlı iki plastik balondan biri çıkarıldığında plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde seri bağlı iki lambadan biri devreden çıkarıldığında devre kapalı devre olmayacağı ve pilin elektrik enerjisi lambaya iletelemeyeceği için kalan lamba yanmaz.



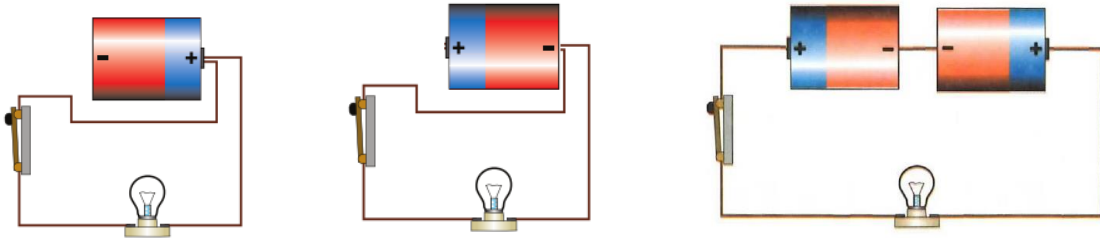
Basit elektrik devresini temsil eden PSM'de seri bağlı iki plastik balondan biri çıkarıldığında sistem kapalı bir sistem olmayıp hava sistemin dışına çıkarak plastik balona ulaşamayacağı için kalan plastik balon şişmez.

Pnömatik Sistem Modeli Kaynak-Hedef Kavram Arasındaki Farklılıklar

Analojik modelde kaynak-hedef kavram arasında benzerlikler ve farklılıklar vardır. Kavram yanılışı oluşumunu engellemek için farklılıkların ifade edilmesi gereklidir (Duit, 1991; Kesercioğlu vd., 2004). Bu nedenle PSM' de kaynak-hedef kavram arasındaki farklılıklar aşağıda ifade edilmiştir:

Basit elektrik devresinde elektrik akımı pile geri dönerken PSM' de hava pompaya geri dönmez. Basit elektrik devresinde lambanın yanması için pil devreden ayrılmaz. PSM' de ise sistemi sabitlemek için hava pompası durdurulur. Basit elektrik devresinde lambanın yanması için anahtar kapalı, PSM' de plastik balonun şişmesi için vana açık olmalıdır. Hava pompasından yayılan hava tek bir yol izleyerek plastik balona ulaşır ve plastik balonlar arasında hava akışı olmaz. Bir plastik balondan diğerine hava geçişi olmaz. Fakat devrede lambalar arasında akım akışı olur. Bir lambadan diğerine akım geçer (Harman ve Çökelez, 2015).

Ayrıca PSM aşağıda şekli verilen hatalı devrelerin öğretimi için uygun değildir. PSM' de hava pompasının tek kutbundan çıkan iki plastik şeffaf hortum plastik balonun takıldığı bağlantı parçasının iki ucuna da bağlandığında plastik balon şişer. Basit elektrik devresinde ise pilin + ya da - kutbundan çıkan bağlantı kabloları lambanın takıldığı duyun her iki tarafına temas etse bile pilin diğer kutbu boşta olduğu için lamba yanmaz. PSM pilin kutuplarının bağlanma şeklinin öğretimi için de uygun değildir. İki hava pompasını yan yana bağladığımızda plastik balon şişer. Ancak iki pili aynı kutupları yan yana gelecek şekilde bağladığımızda lamba yanmaz. PSM seri bağlı devreler için uygun bir modeldir.



SONUÇ

Deneyssel temelli Pnömatik Sistem Modeli ile öğrenciler basit bir elektrik devresinde lambanın hangi durumlarda ışık verip hangi durumlarda ışık vermeyeceğini, hatalı bir elektrik devresinin düzeltilmesi için neler yapılması gerektiğini model üzerinde yapacakları farklı denemelerle öğrenebileceklerdir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen model basit elektrik devresinde lambanın ışık verme-vermeme ve hatalı elektrik devresinin düzeltilmesi öncesinde ya da beraberinde bu konunun öğretiminde alternatif bir etkinlik olarak kullanılabilir. Ayrıca Pnömatik Sistem Modelinin son zamanlarda birçok ülkenin öğretim programının temeli olan rehberli araştırma-sorgulama yaklaşımına uygun ve öğrencilerin sorgulama becerilerinin gelişmesi için iyi bir örnek olacağı düşünülmektedir.

Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU'na* Pnömatik Sitem Modeli (PSM) ile ilgili değerli yorumları için teşekkür ederiz. (*Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi)

NOT: Bu makale Gonca HARMAN'ın, Doç. Dr. Aytakin ÇÖKELEZ danışmanlığında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda hazırladığı Doktora Tezinden üretilmiştir. Çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi tarafından (PYO.EGF.1904.13.006) desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Aykutlu, I. ve Şen, A. İ. (2011). Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesinde ve Giderilmesinde Analojilerin Kullanılması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 5 (2), 221-250.
- Aykutlu, I. ve Şen, A. İ. (2012). Üç Aşamalı Test, Kavram Haritası ve Analoji Kullanılarak Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37 (166), 275-288.
- Bakırcı, H., Subay, S., Midyatlı, F. ve Ünsal, N. (2010). İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Bazı Fen Kavramlarıyla İlgili Düşüncelerinin Sınıf Seviyesine göre İncelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 10 (1), 31-48.
- Brown, D. E. (1993). Refocusing Core Intuitions: A Concretizing Role for Analogy in Conceptual Change. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1273-1290.
- 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.
- 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.
- Çepni, S. & Keleş, E. (2006). Turkish Students' Conceptions about the Simple Electric Circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4 (2), 269-291.
- Demirezen, S. ve Yağbasan, R. (2013). 7 E Modelinin Basit Elektrik Devreleri Konusundaki Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 28 (2), 132-151.
- Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75 (6), 649-672.
- Duit, R. & Rhöneck, C. V. (1997). Learning and Understanding Key Concepts of Electricity. [Online]: Retrieved on 09-March-2015, at URL: <http://pluslucis.univie.ac.at/Archiv/ICPE/C2.html>
- 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.
- Engelhardt, P. V. & Beichner, R. J. (2004). Students' Understanding of Direct Current Resistive Electrical Circuits. *American Journal of Physics*, 72 (1), 98-115.
- Fleer, M. (1994). Determining Children's Understanding of Electricity. *The Journal of Educational Research*, 87 (4), 248-253.
- Gilbert, J. K. (1993). *Models and Modelling in Science Education*. Hatfield, UK: Association for Science Education.
- Glynn, S. M. (2008). Making science concepts meaningful to students: *Teaching with analogies*. S. Mikelskis-Seifert, U. Reingelband and M. Brückman (Eds.) Four decades of research in science education: From curriculum development to quality improvement. 113-125. Münster, Germany: Waxmann.
- 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.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). A Typology of School Science Models. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1011- 1026.
- Harrison, A. G. (2001). How do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students? *Research in Science Education*, 31 (3), 401-536.
- 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.
- İpek, H. & Çalık, M. (2008). Combining Different Conceptual Change Methods within Four-Step Constructivist Teaching Model: A Sample Teaching of Series and Parallel Circuits. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3 (3), 143-153.
- Keser, Ö. F. ve Başak, M. H. (2013). Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesine Yönelik Öğrenci Kazanım Düzeylerinin İncelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10 (2), 116-137.
- Kesercioğlu, T., Yılmaz, H., Huyugüzel-Çavaş, P. & Çavaş, B. (2004). The Usage of Analogies in Teaching Primary Science Education: Examples. *Journal of Ege Education*, 5, 35-44.
- Küçüközer, H. & Kocakulah, S. (2007). Secondary School Students' Misconceptions about Simple Electric Circuits. *Journal of Turkish Science Education*, 4 (1), 101-115.
- Lee, Y. & Law, N. (2001). Explorations in Promoting Conceptual Change in electrical Concepts Via Ontological Category Shift. *International Journal of Science Education*, 23 (2), 111-149.

- McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (1992). Research as a Guide for Curriculum Development: An Example from Introductory Electricity, Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60 (11), 994-1003.
- MEB. (2014). *İlköğretim 4. Sınıf Fen ve Teknoloji Ders ve Çalışma Kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Millar, R. & King, T. (1993). Students' Understanding of Voltage in Simple Series Electric Circuits. *International Journal of Science Education*, 15 (3), 339-349.
- National Research Council. (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- 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.
- Psillos, D., Tiberghien, A. & Koumaras, P. (1988). Voltage Presented as a Primary Concept in an Introductory Teaching Sequence on DC Circuits. *International Journal of Science Education*, 10 (1), 29-43.
- Sencar, S., Yılmaz, E. E. ve Eryılmaz, A. (2001). Lise Öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri ile İlgili Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 113-120.
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C. V., Jung, W., Karrqvist, C., Dupin, J-J., Johsua, S. & Licht, P. (1988). A Study of Students' Understanding of Electricity in Five European Countries. *International Journal of Science Education*, 10 (3), 303-316.
- Taşlıdere, E. & Eryılmaz, A. (2009). Alternative to Traditional Physics Instruction: Effectiveness of Conceptual Physics Approach. *Eurasian Journal of Educational Research*, 35, 109-128.
- Treagust D. F., Chittleborough, G. & Mamiala, T. L. (2002). Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science. *International Journal of Science Education*, 24 (4), 357-368.
- Türkoğuz, S. ve Cin, M. (2013). Argümantasyona Dayalı Kavram Karikatürü Etkinliklerinin Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 155-173.
- Yeşilyurt, M. (2006). İlköğretim ve Lise Öğrencilerinin Elektrik Kavramı ile İlgili Düşünceleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (17), 41-59.
- Yıldırım, H. İ., Yalçın, N., Şensoy, Ö. ve Akçay, S. (2008). İlköğretim 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16 (1), 67-82.
- Yılmaz, H. ve Huyugüzel-Çavaş, P. (2006). 4-E Öğrenme Döngüsü Yönteminin Öğrencilerin Elektrik Konusunu Anlamalarına Olan Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3 (1), 2-18.
- Yiğit, N. & Özmen, H. (2006). Examining the Models Prepared for the Science Teaching in Terms of Educational Objectives Aimed. *Journal of Ondokuz Mayıs University Faculty of Education*, 21, 1-14.