



The Effects of Computer-Assisted Instruction of Simple Circuits on Experimental Process Skills*

Şeyma ULUKÖK**

Harun ÇELİK***

Uğur SARI****

Received: 08 August 2012

Accepted: 29 November 2012

ABSTRACT: The experimental and control groups were composed of 30 sophomores majoring in Classroom Teaching for this study investigating the effects of computer-assisted instruction of simple circuits on the development of experimental process skills. The instruction includes experiments and studies about simple circuits and its elements (serial, parallel, and mixed connctions of resistors) covered in Science and Technology Laboratory II course curriculum. In this study where quantitative and qualitative methods were used together, the control list developed by the researchers was used to collect data. Results showed that experimental process skills of sophomores in experimental group were more developed than that of those in control group. Thus, it can be said that computer-assisted instruction has a positive impact on the development of experimental process skills of students.

Keywords: science laboratory, circuit, experimental process skills, computer-assisted instruction.

Extended Abstract

Purpose and Significance: Some problems such as lack of equipments in the laboratory, overcrowded classrooms, cost and danger of experiments, and ineffectiveness of demonstrations in explaining the topic to be covered reduce the productiveness of the laboratory applications in education. In addition to this, there have been studies in the literature suggesting use of computer simulations in classrooms and laboratories that is effective in increasing success and developing scientific process skills of the students (Bozkurt, 2007; Wieman & Perkins, 2006; Yiğit & Akdeniz, 2003). From this point of view, the purpose of this study is to investigate the effects the effects of computer-assisted instruction of simple circuits via simulations on the development of experimental process skills of pre-service teachers. For this reason, research questions addressed in this study were as follows: (1) Are there any differences between experimental process skills post-test scores of students in the experimental and control group? (2) What are the possible reasons behind the problems encountered by students while forming and schematizing electric circuits? (3) Does computer-assisted instruction of electric circuits via simulations influence students' forming and schematizing electric circuits?

*This study is an extended version of a paper presented at the 28th International Congress of Physics held on September 6-9, 2011.

**Res. Assist., Artvin Çoruh University, sulukok@hotmail.com

*** Assist. Prof. Dr., Kırıkkale University, haruncelik@kku.edu.tr

**** Corresponding author: Assoc. Prof. Dr., Kırıkkale University, Kırıkkale, Turkey, usari05@yahoo.com

Methods: This study was conducted with 30 sophomores majoring in Classroom Teaching and taking Science and Technology Laboratory II course in the Faculty of Education, Kırıkkale University in the 2010-11 academic year. In the study, criterion sampling, one of purposeful sampling methods was employed. A worksheet on simple electric circuit experiment (connecting resistors serial, parallel or mixed) was prepared to determine the participants of the study. Depending on the worksheet, pre-service teachers were asked to schematize circuits, and those who were good at that were included in the study. The experimental group was exposed to simulations while the control group was not. In this experimental study, post-test control group design was used. Data were collected through the control list developed by the researchers and interview schedule consisting of open-ended questions developed by the researchers after expert review. Independent-samples t test was used to determine whether there is a significant difference between experimental process skills scores of experimental and control groups. Moreover, the data obtained from interviews were content analyzed (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Results: A significant difference was found ($t(28)=2.39$, $p<0.05$) between the experimental group who was exposed to simulations and the control group who was not. Post-test mean scores of students in the experimental group ($\bar{x}=29.46$) were higher than those of students in the control group ($\bar{x}=24.93$). Students were also asked about possible reasons behind the problems encountered while forming and schematizing electric circuits. Problems mentioned were as follows: lack of field knowledge related to electricity, lack of knowledge on devices, ineffective use of devices, lack of interest in electricity, and inability to think circuit schemata tridimensionally.

Discussion and Conclusions: In this study in which the effects of computer-assisted instruction of simple circuits on the development of experimental process skills were investigated, it was found out that experimental process skills of pre-service teachers in the experiment group exposed to simulations were more developed than that of those in the control group that was not exposed to simulations. Results showed that laboratory applications supported with computer are more effective in developing experimental process skills of students when compared to traditional laboratory applications (Geban, 1990; Huppert, Lomask, & Lazarowitz, 2002; Jaakkola, Nurmi, & Veermans, 2011; Lazarowitz & Huppert, 1993; Mintz, 1993; Tavukcu, 2008). Students were also asked about possible reasons behind problems encountered while forming and schematizing electric circuits, and the effects of simulations on eliminating those problems. Problems mentioned were as follows: lack of field knowledge related to electricity, lack of knowledge on devices, ineffective use of devices, lack of interest in electricity, and inability to think circuit schemata tridimensionally. In light of the findings, it was concluded that use of simulations has positive impact on eliminating those problems.

Basit Elektrik Devreleriyle İlgili Bilgisayar Destekli Uygulamaların Deneysel Süreç Becerilerinin Gelişimine Etkisi*

Şeyma ULUKÖK**

Harun ÇELİK***

Uğur SARI****

Makale Gönderme Tarihi: 08 Ağustos 2012

Makale Kabul Tarihi: 29 Kasım 2012

ÖZET: Simülasyon ile desteklenen fen ve teknoloji laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin deneysel süreç becerilerine etkisinin incelendiği bu araştırma için Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı ikinci sınıfta öğrenim gören 30 öğrenciden deney ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Öğretim etkinlikleri, Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları II dersi içeriğinde yer alan deneyleri, basit elektrik devreleri kurma ve devre elemanlarının kullanımı (dirençlerin seri, paralel ve karışık bağlanması) ile ilgili çalışmaları kapsamaktadır. Nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bu çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen “Kontrol Listesi” ve yarı-yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Uygulama sonrası elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, deney grubundaki öğrencilerin deneysel süreç beceri düzeylerinin kontrol grubundaki öğrencilerinkinden anlamlı düzeyde yüksek olduğunu göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: fen laboratuvarı, elektrik devreleri, deneysel süreç becerileri, bilgisayar destekli eğitim.

Giriş

Türkiye’de fen ve teknoloji dersi öğretim programının vizyonu, bireysel farklılıkları ne olursa olsun, bütün öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetişmesidir. Fen okuryazarlığı, araştıran, sorgulayan ve karşılaştığı sorunları çözebilen bireylerin yetişmesi için gerekli bilgi, beceri, tutum ve değerlere sahip olmayı gerektirir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005). Bireyler araştırmalar yaparak karşılaştıkları problemleri çözmeye çalışırken bilimsel süreç becerilerinden yararlanır (Bağcı-Kılıç, 2003).

Tan ve Temiz (2003), bilimsel süreç becerilerini, bilimsel metodu kullanarak bilgiye ulaşma ve bilgi üretme becerileri olarak tanımlamaktadır. Çepni (2005) ise, bilimsel süreç becerilerini, fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yol ve yöntemleri kazandıran, öğrencilerin öğrenmede aktif olmasını sağlayan, kendi öğrenmelerinden sorumlu olmalarını sağlayan ve öğrenmenin kalıcılığını artıran temel beceriler olarak ifade etmektedir. Bilimsel süreç becerileri; temel beceriler (gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, sayı ve uzay ilişkileri kurma), deneysel süreç becerileri (hipotez kurma, model oluşturma, deney yapma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, karar verme) ve nedensel süreç becerileri (önceden kestirme, değişkenleri belirleme, sonuç çıkarma) olmak üzere üç grupta toplanır (Çepni, 2005). Bu beceriler, sadece bilim adamlarının çalışmaları sırasında kullandıkları beceriler değil, aynı zamanda her bireyin kişisel, toplumsal ve küresel yaşamında etkisini gösteren becerilerdir. İnsanların bu becerileri günlük yaşamda kullanıp uygulaması

*Bu çalışma, 28. Uluslararası Fizik Kongresinde (6-9 Eylül 2011) sunulan bildirinin genişletilmiş hâlidir.

**Araş. Gör., Artvin Çoruh Üniversitesi, sulukok@hotmail.com

***Yrd. Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, haruncelik@kku.edu.tr

**** Sorumlu Yazar: Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, usari05@yahoo.com

beklenir (Huppert, Lomask, & Lazarowitz, 2002). Bilimsel süreç becerileri, bilimi öğrenme ve bilimsel çalışmaları anlama için bir araç olmanın yanı sıra, eğitimin de önemli bir amacıdır (Anagün & Yaşar, 2009). Yaşam boyu devam eden öğrenme sürecinde bireylerin farklı şartlarda karşılaştıkları olayları öğrenmesi, yorumlaması ve yargılaması gerektiğinden bilimsel süreç becerileri, anlamlı öğrenme için çok önemlidir (Bilgin, 2006).

Türkiye’de yapılan çalışmalar incelendiğinde ilköğretim öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin düşük düzeyde olduğu görülmektedir (Aydoğdu & Ergin, 2009). Ayrıca, Uluslararası Fen ve Matematik Çalışması sonuçlarına göre Türkiye 1999 yılında 38 ülke arasında 33. sırada, 2007 yılında ise 59 ülke arasında 31. sırada yer almıştır (Bayraktar, 2010). Bu sonuçlar da öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki yetersizliğinin bir göstergesidir. Bu sorunun nedenleri arasında bilimsel süreç becerilerine daha az vurgu yapan eski fen bilgisi programı, öğretmenlerin bilimsel süreçlerle ilgili bilgilerinin ve laboratuvar uygulamalarının neredeyse yok denecek kadar az olması ve öğretim yöntemlerindeki yetersizlikler gösterilmiştir (Olçay & Uşak, 2011; Pekmez, 2001; Taşar, Temiz, & Tan, 2002).

Bir eğitim sisteminin en önemli unsuru şüphesiz öğretmendir çünkü öğretmenin öğrenci ve eğitim programlarını etkileme gücünün diğer öğelere oranla daha yüksek olduğu bilinmektedir (Çetin, 2006). Bu denli eğitime katkısı olan öğretmenlerin yetiştirildiği eğitim fakültelerinin ve yine öğrenimlerine devam eden öğretmen adaylarının niteliklerinin geliştirilmesi önemlidir (Akpınar, 2003). Özellikle fen içerikli derslerde laboratuvar yönteminin kullanılması ile öğretmen adaylarının, hizmet öncesi süreçlerinde fen bilimlerine yönelik tutum, beceri ve isteklerinin artırılması sağlanabilir.

Laboratuvar yöntemi, öğrencilerin öğretim konularını laboratuvar veya özel donanımlı dersliklerde bireysel veya gruplar hâlinde gözlem, deney, yaparak-yaşayarak öğrenme ve gösteri gibi tekniklerle araştırarak öğrenmelerinde izledikleri yoldur (Ergün & Özdaş, 1997). Yapılan araştırmalara göre fen bilimleri eğitiminde en etkili ve kalıcı öğrenme, laboratuvar yöntemi ile gerçekleşmektedir (Bağcı & Şimşek, 1999; Gürdal, 1997; Güven & Gürdal, 2002). Laboratuvar çalışmaları, bir yandan öğrencilerin fenle ilgili etkinliklere katılmalarına ve bilimsel yöntemi tanıyarak takdir etmelerine olanak sağlarken, öte yandan öğrencilerin gözlem yapmalarına, fikir üretmelerine ve yorum yapma yeteneklerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Ayas, Çepni, & Akdeniz 1994; Kaptan, 1998). Bu yöntem, ayrıca, öğrencilerde akıl yürütme, eleştirel düşünme, bilimsel bakış açısı geliştirme, problem çözme gibi becerileri geliştirmektedir (Serin, 2002).

Bilindiği üzere fen derslerinde öğrenciler varlığı bilinen ancak gözle tam olarak görülemeyen atom, elektron, elektrik akımı vb. soyut kavramları anlamakta zorluk çekmektedirler. Chambers ve Andre (1997) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin elektrik ve doğru akımla ilgili ön bilgilerini, ilgilerini ve deneyimlerini incelemişlerdir ve kavramsal değişim metinlerinin elektrik ve doğru akım konularını öğrenmelerine etkisinin olabileceğini ifade etmişlerdir. Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz (2001) ve Yıldırım, Yalçın, Şensoy ve Akçay (2008) yaptıkları çalışmalarda, öğrencilerin fen

bilimleri konularından biri olan elektrik konusunda güçlüklerle karşılaştıklarını, kavram yanılgılarına düştüklerini ve soyut durumları analiz etmede problem yaşadıklarını ifade etmektedirler. Bu problemlerin giderilmesinde kullanılabilecek çeşitli öğrenci merkezli, aktif öğrenmeyi esas alan, günümüzde de uygulaması gerçekleştirilen yapılandırmacı öğrenmeye uygun yöntem ve teknikler bulunmaktadır. Bu tekniklerden biri de bilgisayar destekli öğretim (BDÖ) yöntemidir. BDÖ yöntemi, bilgisayarın öğretimde öğrenmenin meydana geldiği bir ortam olarak kullanıldığı, öğretim sürecini ve öğrenci motivasyonunu güçlendiren, öğrencinin kendi öğrenme hızına göre yararlanabileceği, kendi kendine öğrenme ilkelerinin bilgisayar teknolojisiyle birleşmesinden oluşmuş bir öğretim yöntemidir (Uşun, 2004). Bu yöntemin öğrenme-öğretme sürecindeki başarısı, çeşitli değişkenlere bağlı olmakla birlikte yöntemin başarısında öğretim hedef ve davranışlarına uygun ders yazılımlarının sağlanması da oldukça önemlidir. Özellikle fen derslerinde BDÖ yöntemi, uygulanması açısından oldukça elverişlidir. Bunun sebebi de bilimsel kavram ve prensiplerin fen derslerinde oldukça çok olması ve bunların ders yazılımları hazırlanırken uygun öğretim teknikleri kullanılarak öğrenciye görsel olarak aktarılabilmesidir (Geban & Demircioğlu, 1996). BDÖ yönteminde, bilgisayar teknolojisi öğretim sürecine değil de, geleneksel öğretim yöntemlerine bir seçenek olarak karşımıza çıkmakta, nitelik ve nicelik açısından eğitimde verimi yükseltmede önemli bir rol oynamaktadır (Yenilmez & Gökmen, 2007).

Fizik eğitiminde yapılan araştırmalar incelendiğinde bilgisayar destekli eğitim açısından üzerinde en çok durulan ve araştırılan alanın simülasyonların kullanımı ile ilgili olduğu görülmektedir (Azar & Aydın-Şengüleç, 2011; Bozkurt & Sarıkoç, 2008; Jaakkola & Nurmi, 2008; Jaakkola, Nurmi, & Veermans, 2011; Jimioyiannis & Komis, 2001; Katırcı & Satici, 2010; Richards, Barowy, & Levin, 1992; Rutten, Joolingen, & Van der Veen, 2012). Fiziksel kanunlara uygun olarak anlatılmak istenen olayların veya deneylerin, bilgisayar ortamında çeşitli programlar yardımıyla simülasyonlarını oluşturmak mümkündür. Simülasyonlar, anlatılması ve gözlenmesi zor, hatta imkânsız olan bazı kavram ve olguları öğrenciye aktarmamızda bize önemli imkânlar sunar. Simülasyonlarla oluşturulacak sanal laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin denemeyanılma yoluyla öğrenmelerini sağlamaktadır. Bu da öğrencileri problem karşısında mevcut çözüm yolları aramaları için cesaretlendirir. Aynı zamanda istedikleri kadar tekrar yapabilme imkânına sahip olurlar. Ayrıca, zamandan ve mekândan bağımsız olarak, her zaman inceleme olanağına sahip olurlar (Bozkurt, 2007).

Kısaca bilimsel düşüncenin geliştirilmesinde, uygulanmasında ve böylece fen öğretiminin kolaylaştırılmasında, bilgisayar ile diğer bilgi ve iletişim teknolojileri oldukça önemli fırsatlar sağlar. Bu nedenle, öğrenme ve öğretme sürecinde mümkün olduğu kadar bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılmalıdır (MEB, 2004).

Bu bilgiler ışığında, bu araştırmanın amacı, simülasyon ile desteklenen fen ve teknoloji laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin deneysel süreç becerilerine etkisini incelemektir. Bu amaçla aşağıdaki sorulara cevaplar aranmıştır:

1. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin son test deneysel süreç beceri puanları arasında farklılık var mıdır?

2. Öğrencilerin elektrik devrelerinin kurulmasında ve şematize edilmesinde karşılaştıkları sorunların olası nedenleri nelerdir?

3. Öğrencilerin elektrik devrelerini kurmada ve şematize etmelerinde bilgisayar destekli öğretimin nasıl bir etkisi vardır?

Yöntem

Bu araştırmada, özel durum yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, araştırmada nitel ve nicel tekniklerin kullanılmasına imkân vermektedir. Bu yaklaşımın en önemli avantajlarından biri, veri toplama sürecinde bütün yöntemlerin kullanılmasına imkân sağlamasıdır (Azar, 2003; Çepni, 2009). Durum çalışmalarında bir grup içindeki tüm katılımcılara odaklanmak yerine, daha geniş ve derinlemesine bilgi toplayabilmek için bu grup içinden bilgi toplanabilecek anahtar kişilerin seçimi söz konusudur. Nitel araştırmalarda amaç, betimlemelerin ve anlamların derinliğini ortaya çıkarmaktır. Dolayısıyla derinlemesine çalışabilmek için, grubun küçük seçilmesinin büyük gruplarla yüzeysel olarak çalışmaktan daha iyi olduğu ifade edilmektedir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2008). Bu noktada odak grup görüşmesi ile öğrencilerin, elektrik devrelerinin kurulmasında ve şematize edilmesinde karşılaştıkları sorunlar ve bu sorunların giderilmesinde simülasyonların etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın nicel boyutunda ise, deneysel desenlerden “son test kontrol gruplu model” kullanılmıştır. Simülasyon ile desteklenen fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları öğretimi alan öğrenci grubu ile bu tür bir öğretim almayan öğrenci grubunun deneysel süreç becerileri puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığına bakılmıştır. Simülasyon desteği alan öğrenciler deney grubunu, destek almayanlar ise kontrol grubunu oluşturmuştur.

Çalışma Grubu

Bu araştırmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme yöntemindeki temel anlayış, önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumların çalışılmasıdır. Sözü edilen ölçüt ya da ölçütler, araştırmacı tarafından oluşturulabilir ya da daha önceden hazırlanmış bir ölçüt listesi kullanılabilir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu araştırmaya katılacak öğretmen adaylarının seçiminde uygulama öncesinde ders içeriğinde yer alan elektrik deneylerinden basit elektrik devreleri (dirençlerin seri, paralel ve karışık bağlanması) ile ilgili bir çalışma yaprağı hazırlanmıştır (Ek-1). Bu çalışma yaprağında yer alan amaçlardan ve malzemelerden yola çıkılarak adaylardan devreler şematize etmeleri istenmiş ve adayların başarılı olması çalışma grubu oluşturmada temel ölçüt olarak belirlenmiştir.

Bu araştırmada çalışma grubunun seçiminde, öğrencilerin “Fen ve Teknoloji Laboratuvarı II” dersini alıyor olmaları, Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı ikinci sınıf öğrencisi olmaları temel ölçüt olarak belirlenmiştir. Bu temel ölçüt uyarınca, 2010-2011 eğitim-öğretim yılında Kırıkkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı ikinci sınıfta öğrenim görmekte olan, bu dersi alan normal ve ikinci

öğretim gören 60 öğrenci içerisinde 30'u (8 erkek, 24 kız) ile gönüllülük esasına göre çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, öğrenciler arası etkileşim unsurunu dikkate alarak, normal öğretim öğrencilerini kontrol grubu (15 öğrenci), ikinci öğretim öğrencilerini ise deney grubu (15 öğrenci) olarak atamışlardır.

Veri Toplama Araçları ve Uygulanması

Özel durum yöntemi kapsamında bu çalışmada nicel veriler toplamak için Basit Elektrik Devresi Kontrol Listesi (BED-KL) ve nitel verilerle sonuçları derinlemesine analiz edebilmek için Basit Elektrik Devresi Karşılaşılan Sorunlar Görüşme Formu (BED-GF) geliştirilmiştir. Verilerin toplanması için öğrencilere uygulanmak üzere etkinlikler planlanmıştır. Bu etkinlikleri kontrol edebilmek için araştırmacılar tarafından geliştirilen “*Basit Elektrik Devresi Kontrol Listesi*” kullanılmıştır (Ek-3). Kontrol listesi hazırlanırken, öncelikle basit bir elektrik devresinin oluşturulmasındaki basamaklar ve deneysel süreç becerileri ortaya konulmuştur. Bu amaçla yapılan çalışmalar da incelenerek mevcut kontrol listesi oluşturulmuştur. Ayrıca, hazırlanan kontrol listesinin kapsam ve görünüş geçerliğine ilişkin üç uzmandan görüş alınmıştır. Bu uzmanlardan ikisi, Sınıf Öğretmenliği ve Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programlarındaki laboratuvar derslerini yürüten ve uzmanlık alanı fen eğitimi olan iki öğretim üyesi olup diğeri ise görevi laboratuvar çalışmaları ile sınırlı kısmi zamanlı bir çalışandır. Kontrol listesi oluşturulurken içerik analizi, kodlar ve buna bağlı olarak oluşturulan temalar aşağıda verilmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Verilerin kodlanması. Araştırmanın temelini oluşturan bir kuram ya da kavramsal çerçeve olduğunda veriler toplanmadan önce bir kod listesi çıkarmak mümkündür. Bu kod listesi hem temalar, hem de temalar altında yer alabilecek kavramlar düzeyinde olabilir. Böyle durumlarda toplanan verilerin kodlanması daha kolay olur çünkü verilerin analizi için hâlihazırda bir yapı oluşturulmuştur. Araştırmacılar tarafından oluşturulmuş kodlama listesi Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1

Kodlama Listesi

Temalar	Kodlar
Dirençlerin Bağlanması	Seri Bağlı Devre Paralel Bağlı Devre Karışık Bağlı Devre
Diğer Devre Elemanlarının Bağlanması	Üretecin Bağlanması Anahtarın Bağlanması Ampermetrenin Bağlanması Voltmetrenin Bağlanması
Şematize Edilmiş Devreyi Çizme	
Çizilmiş Devreyi Şematize Etme	
En Parlak Yanan Lamba	Problemi Tanıma Hipotez Kurma Devreyi Tasarlama

Kontrol listesinde, “Şekil olarak verilen devreleri uygulamalı olarak oluşturma”, “Hazır olarak verilen bir devreyi şematize etme” ve “En parlak yanan lambayı bulmaya yönelik problemin çözümüne ilişkin devre kurma, şematize etme ve devreyi çalıştırma” olmak üzere üç temadan oluşmuş toplam 38 soru bulunmaktadır. Temaların bulunması aşamasında önemli olan iç ve dış tutarlıktır. Deneysel süreç becerileri için verilerin kodlanması aşamasında oluşturulan boyutlar, alt maddelerle bütünlük sağlanacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca, oluşturulan bu boyutların öğrencilerin deneysel süreç becerilerini kapsamaları önemsenmiştir. Sırasıyla iç ve dış tutarlılığı göz önünde bulundurularak yapılan tematik kodlamanın tüm etkinlik planını anlamlı bir biçimde yansıtabilmesi ve geçerli olabilmesi için araştırmacılar tarafından geliştirilen etkinlik planının oluşturulması sürecinde alan uzmanı görüşüne başvurulmuş ve içerik, bu görüşler doğrultusunda düzenlenmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Öğretmen adaylarının deneysel süreç becerilerini ne derece kullanabildiklerini değerlendirmek için geliştirilen kontrol listesinin güvenilirliği, hakemler arası uyuşma ve iç tutarlık analizi ile sınanmıştır. Hakemler arası uyuşma analizleri için araştırmacılar, denel işlem öncesi Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı ikinci sınıfta öğrenim görmekte olan 60 öğrenci içerisinde 20 öğrenci ile gönüllülük esasına göre pilot uygulama yapmıştır. Uygulama öncesinde yapılan pilot çalışma sonucunda hakemlerin aynı öğrencilere verdikleri puanlar, Kappa testi yapılarak karşılaştırılmış ve bu karşılaştırma sonucunda Kappa katsayısı 0.66 olarak bulunmuştur. Siegel ve Castellen (1988), değerlendiriciler arasındaki güvenilirliği hesaplamak için aşağıdaki eşitliği önermiştir:

$$K = \frac{\text{Gözlenen uyuşma oranı} - \text{Beklenen uyuşma oranı}}{\text{Beklenen uyuşma oranı}} \quad (\text{K: Kappa katsayısı})$$

Dawson-Saunders ve Trapp Robert (1994)'e göre Kappa katsayısı 0-1 aralığında değer alır ve buna göre, 0.93-1 mükemmel; 0.81-0.92 çok iyi; 0.61-0.80, iyi; 0.41-0.60, orta; 0.21-0.40, ortanın altı; 0.01-0.20, zayıf uyumdur (aktaran, Boyacıoğlu & Güneri, 2006, s. 81). Bu bağlamda Kappa katsayısı, puanlama araçlarının hakemler arası tutarlık güvenilirliğinin iyi düzeyde olduğunu göstermektedir. Güvenirlik çalışmalarının diğer parçası olan iç tutarlık analizi, güvenilirlik katsayısının hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Hakemlerin kriterlere göre verdikleri ortalama puanlar dikkate alınarak elde edilen güvenilirlik katsayısı 0.86 olarak hesaplanmıştır.

Kontrol listesinde, birinci bölümde, “Şekil olarak verilen devreleri uygulamalı olarak oluşturabilme süreci” yer almaktadır. Bu bölüm kendi içerisinde, seri bağlı devre, paralel bağlı devre ve karışık bağlı devre olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır ve bu bölümde toplam 20 soru bulunmaktadır. Tasarlanan bu etkinlik, öğrencilerin şekil yardımıyla uygulamalı olarak devreyi oluşturabilme becerilerini test etmeye yöneliktir. İkinci bölümde, “Hazır olarak verilen bir devreyi şematize edebilme süreci” yer almaktadır ve bu bölümde toplam beş soru bulunmaktadır. Bu etkinlik, öğrencilerin hazır bir elektrik devresini çizme becerilerini test etmeye yönelik hazırlanmıştır. Üçüncü bölümde ise “En parlak yanan lambayı bulmaya yönelik problemin çözümüne ilişkin devre kurma, şematize etme ve devreyi çalıştırma süreci” yer almaktadır ve bu bölümde toplam 13 soru bulunmaktadır. Etkinlik, öğrencilerin üst düzey becerilerini test etmeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Kontrol listesinin değerlendirilmesi aşamasında, öğrenciler gözlemlenerek her bir sorunun karşısında yer alan “Evet”, “Hayır” seçenekleri araştırmacılar tarafından işaretlenmiştir. Son olarak, öğrencilere açık uçlu sorulardan oluşan “Basit Elektrik Devresi Karşılaşılan Sorunlar Görüşme Formu” (BED-GF) uygulanmıştır. Açık uçlu sorular, literatür taraması ve konu alanı uzmanlarıyla görüşmeler sonucu araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur. Odak grup görüşmesi ile öğrencilerin, elektrik devrelerinin kurulmasında ve şematize edilmesinde karşılaştıkları sorunlar ve bu sorunların giderilmesinde simülasyonların etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada nicel ve nitel araştırma yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Nicel araştırma verilerinin analizinde SPSS 16.0 programından yararlanılmıştır. Deneysel süreç becerileri aritmetik ortalamaları arasındaki farkın test edilmesinden önce, Shapiro-Wilk testi ile iki dağılımın varyanslarının homojen olup olmadığı hipotezi sınanmış, varyanslar homojen olduğu için de parametrik teknikler kullanılmıştır. Bu işlemlerin ardından ortalamalar arasındaki farkın test edilmesine geçilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının deneysel süreç becerileri puanları arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek için bağımsız gruplar *t* testi analizleri uygulanmıştır.

Araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan kontrol listesi, çalışma grubunun yapacağı etkinlikleri çalışma sürecinde kontrol edip değerlendirebilir nitelikte hazırlanmıştır. Kontrol listesinde her bir sorunun karşısında bulunan “Evet” seçeneği 1

(bir) puan, “Hayır” seçeneği ise 0 (sıfır) puan olarak değerlendirilmiştir. Kontrol listesi yardımıyla, öğrencilerin etkinlikleri yapabilme durumlarına bakılmış ve genel bir değerlendirmeye varılmıştır. Her öğretmen adayının kontrol listesinden alabileceği en yüksek puan 38, en düşük puan ise sıfırdır. Puanların yükselmesi, öğretmen adaylarının deneysel süreç becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Ayrıca çalışmada, araştırmacılar tarafından geliştirilen açık uçlu sorulardan oluşan görüşme formundan elde edilen veriler, nitel verilerin analizinde kullanılan içerik analizi ile çözümlenmiştir. İçerik analizi, metin veya metinlerden oluşan bir kümenin içindeki belli kelimeleri veya kavramların varlığını belirlemek için yapılır. Araştırmacılar bu kelime ve kavramların varlığını, anlamlarını ve ilişkilerini belirler ve analiz ederek metinlerdeki mesaja ilişkin çıkarımlarda bulunurlar (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2008). İçerik analizi, öğrencilerin elektrik devrelerini kurmada ve şematize etmede karşılaştıkları sorunların derinlemesine incelenmesini sağlamak, bu sorunların kaynaklarının neler olduğunu belirlemek ve bu sorunların giderilmesinde simülasyonların etkisini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

Bilindiği gibi içerik analizinde çeşitli veri kodlama teknikleri mevcuttur. Bu araştırmada “verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılan kodlama” tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte; araştırmacı, verileri satır satır okur ve araştırmanın amacı çerçevesinde önemli olan boyutları saptamaya çalışır. Ortaya çıkan anlama göre araştırmacı, belirli kodlar ortaya koyar ya da direkt verilerden hareket ederek kodlar oluşturur (Yıldırım & Şimşek, 2011). Araştırmada deney grubu öğrencilerinin açık uçlu sorulara verdiği cevaplardan elde edilen veriler bağımsız iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı kodlanarak belirli kavramlar çerçevesinde bir araya getirilmiştir. Sonraki aşamada bu kodların frekansları, bazı öğrencilerin ifadeleri, okuyucuya kolaylık sağlamak ve araştırmayı görselleştirmek amacıyla tablolar hâlinde verilmiştir. Görüşülen 15 öğrencinin kimlikleri saklı tutulmuş ve her birine numara (Kız öğrenci: K1, K2..., Erkek öğrenci: E1, E2...) verilmiştir.

Uygulamanın Yapılması

Araştırma, 2 hafta 4 ders saati süresince Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları II dersinde “Pilleri Seri Bağlayalım”, “Pilleri Paralel Bağlayalım”, “Ampulleri Seri Bağlayalım”, “Ampulleri Paralel Bağlayalım”, “Ampulleri Karışık Bağlayalım”, “Ampulün Parlaklığının Pil ve Ampul Sayısı İle İlişkisi” deneyleri yaptırılarak yürütülmüştür. Uygulamada, deney grubu öğrencileri hem deneylere ilişkin simülasyon kullanmış hem de deneyleri laboratuvarında bulunan araç-gereçlerle gerçekleştirmişlerdir. Kontrol grubu öğrencileri ise sadece laboratuvarında bulunan araç-gereçlerle çalışmışlardır. Birinci hafta Ek-2’de verilen Deney 1, Deney 2 ve Deney 3, ikinci hafta ise Deney 4 ve Deney 5 etkinlikleri her bir öğrenciye etkinlik başına 10 dakika süre verilerek yaptırılmış ve iki araştırmacı tarafından kontrol listesi çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Deney grubunda, Colorado Üniversitesi Fizik Eğitim Teknolojisi (PhET) projesi kapsamında geliştirilen doğru akım kiti simülasyon yazılımı (Wieman & Perkins, 2006) kullanılmıştır. Bu yazılım, öğrencilerin ilgili devreleri kendilerinin

oluşturabileceği niteliktedir. Deney için gerekli olan araç-gereçler, araçlar menüsünden seçilerek bir görüntüleme ekranı üzerinde istenilen şekilde bağlanabilmektedir ve istenildiğinde araç-gereçlerin tip ve değerleri değiştirilebilmektedir. Program, devre kurumu tamamlandığında anahtar yardımıyla çalışır hâle gelmekte ve gerekli ölçüm değerleri, devredeki ölçü araçları tarafından verilmektedir (Şekil 1). Bu programı kullanacak deney grubu öğrencilerine çalışma öncesinde yazılımı nasıl kullanacakları araştırmacılar tarafından bir ders boyunca öğretilmiştir.

Deney ve kontrol gruplarına ön hazırlıklarını gerçekleştirmek amacıyla deneylerin amaçlarını ve kullanılacak malzemeleri içeren laboratuvar deney yönergeleri (Ek-2) verilmiştir. Deney grubu öğrencilerinden fen ve teknoloji laboratuvarına gelmeden önce bilgisayar laboratuvarında devreleri kurmaları ve gerekli ölçümleri almaları istenmiştir. Daha sonra deney grubu laboratuvara geldiğinde ise aynı deneyleri bu sefer gerçek araç-gereçleri kullanarak gerçekleştirmeleri istenmiştir. Kontrol grubu ise doğrudan fen ve teknoloji laboratuvarına alınmış ve gerekli devre elemanları ile ön hazırlık yaptıkları yönergeleri kullanarak deneyleri gerçekleştirmeleri istenmiştir. Öğrenciler ilgili devreleri kendileri oluşturmuşlardır. Araştırmacılar sadece öğrencilerin güçlük çektiği yerlerde rehberlik etmişlerdir.

Şekil 1. Ampulün Parlaklığının Pil Sayısı İle İlişkisi Örneği



Çalışmanın verileri, örneklemdaki deney ve kontrol gruplarına ait son-test sonuçlarına ait bulgular ve uygulamaya ilişkin deney grubu öğrencilerinin görüşleri sırasıyla 3 alt başlıkta sunulmuştur.

Bulgular

Son Test Deneysel Süreç Beceri Puanları Arasında Farklılıklar

Deney ve kontrol gruplarında yer alan katılımcıların ölçümlerinden elde edilen puanların ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için öncelikle normallik analizi yapılmıştır. Katılımcıların sayısının 50'den az olması nedeniyle verilerin dağılımını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır (Shapiro & Wilk, 1965). Yapılan normallik analizi sonucunda deney (Shapiro-Wilk = 0.05, $p > 0.05$) ve kontrol (Shapiro-Wilk = 0.54, $p > 0.05$) grubunda yer alan katılımcıların

kontrol listesi son-test puan ortalamalarının normal dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 2

Deney ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Basit Elektrik Devresi Kontrol Listesinin Tamamını Kapsayan Son-Test Deneysel Süreç Becerileri Puanlarına İlişkin Bağımsız Gruplar t Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{x}	Ss	Sd	t	p
Deney	15	29.46	3.96	28	2.39	0.024*
Kontrol	15	24.93	6.16			

* $p < 0.05$

Tablo 2 incelendiğinde, simülasyon ile desteklenen fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları ile öğretim alan deney grubu ile bu tür bir öğretim almayan kontrol grubunun son-test deneysel süreç becerileri puanları arasında anlamlı bir fark görülmektedir, $t(28) = 2.39$, $p < 0.05$. Aritmetik ortalamaları dikkate alındığında, deney grubu öğrencilerinin son-test deneysel süreç becerileri puanlarının ($\bar{x} = 29.46$) kontrol grubu öğrencilerinin son-test deneysel süreç becerileri puanlarından ($\bar{x} = 24.93$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, deneysel süreç becerilerinin en karmaşığı ve diğer süreçlerin çoğunu kapsar nitelikte olan (Çepni, 2005) deney yapma basamağı için t testi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Burada görüldüğü gibi simülasyon destekli laboratuvar uygulaması gerçekleştirilen deney grubu öğrencilerinin son-test puanları, kontrol grubu öğrencilerinin puanlarından anlamlı şekilde daha yüksektir.

Tablo 3

Deney ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Son-Test Deney Yapma Puanlarına İlişkin Bağımsız Gruplar t Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{x}	Ss	Sd	t	p
Deney	15	16.53	2.53	28	2.48	0.019*
Kontrol	15	13.46	4.05			

* $p < 0.05$

Bu bulgular, deney grubunda uygulamasına yer verilen simülasyon destekli laboratuvar etkinliklerinin geleneksel olarak ele alınan laboratuvar etkinliklerine göre öğrencilerin deneysel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği şeklinde değerlendirilebilir.

Elektrik Devrelerinin Kurulmasında Ve Şematize Edilmesinde Karşılaşılan Sorunların Olası Nedenleri

Tablo 4

Elektrik Devrelerinin Kurulmasında ve Şematize Edilmesinde Karşılaştıkları Sorunların Olası Nedenlerine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Öğrenci Görüşleri	f	Bazı Öğrenci İfadeleri
Elektrikle ilgili alan bilgisi problem	11	“İlköğretimden beri fen derslerine karşı ilgim az olmuştur. Bu yüzden sözel bölümde okuyup mezun oldum. Özellikle elektrik konusu çok soyut olduğundan dersi anlamakta zorluk çekiyorum.” (K7)
Araç-gereçleri yeterince tanımama ve etkili bir şekilde kullanamama problem	8	“İlköğretim ve lisede laboratuvar dersi almadığımdan deneyde verilen malzemelerin nasıl kullanacağımı bilmiyorum. Bu da fen derslerine karşı olumsuz bir tutum sergilememe neden oluyor.” (K3)
Verilen devre şemalarını üç boyutlu düşünememe problem	9	“Elimdeki malzemelerin amaçlarının farkında olmamam nedeniyle nasıl kullanılacağını bilemedim. Daha önce uygulama dersi almadığım içinde laboratuvar da sıkıntı çekiyorum.” (K5)
Elektrik deneylerine karşı ilgi ve kaygı problem	7	“Kablo sayısı artıka kafam karıştırdı. Deney her ne kadar gözümün önünde olsa da, görüntünün karışıklığı kafamı karıştırdığı için tam odaklanamıyorum.” (E1)
		“Pil, anahtar, ampul denildiğinde ve devre kurulduğunda (şematik olarak) algılamakta ve hafızamda canlandırmakta zorluk çekiyorum.” (K18)
		“Elektrik deneylerini yaparken içimde hep bir çarpılma korkusu oluyor. Bu yüzden konu elektrik deneyleri olunca laboratuvara gelme isteğim kayboluyor.” (K6)

Tablo 4 genel olarak incelendiğinde, öğrenciler hem ilköğretimde hem de lisede laboratuvar deneyimi yaşamadıklarını, elektrik konularının soyut ve karmaşık olduğunu, bu yüzden elektrik deneylerini yapmada sıkıntı yaşadıklarını, sözel ve eşit ağırlıklı bölümlerden mezun oldukları için deney araç-gereçlerini yeterince tanıma imkânı bulamadıklarını, verilen devreleri kurma ve kurulu devreleri çizme konusunda problem yaşadıklarını, elektrikten korktukları (örneğin, çarpılma korkusu) için bir kaygı yaşadıklarını ve bu yüzden elektrik deneylerine ilgisiz kaldıklarını belirtmişlerdir.

Elektrik Devrelerini Kurmada Ve Şematize Etmede Bilgisayar Destekli Öğretimin Etkisi

Elektrik devrelerini kurmada ve şematize etmede karşılaştıkları sorunları gidermede bilgisayar destekli öğretimin etkisine yönelik öğrenci görüşleri tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5

Elektrik Devrelerini Kurmada ve Şematize Etmede Karşılaştıkları Sorunları Gidermede Bilgisayar Destekli Öğretimin Etkisine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Öğrenci Görüşleri	f	Bazı Öğrenci İfadeleri
Çok boyutlu düşünme imkânı	6	“Simülasyonlarla devreleri şematik olarak da görebildiğimiz için verilen devreleri kurmada veya kurulan devreleri çizmemde kolaylık sağladı.” (K13)
Deney araç gereçlerini tanıma	9	“Simülasyonlarla deney araç ve gereçlerini daha iyi tanıdığım için laboratuvarda deney yapmamı kolaylaştırdı.” (K2)
Fen konularını öğrenmede daha etkili ve kalıcı olma	12	“Elektrik konularının soyut olmasından dolayı kafamda canlandıramadığım olayları deneyerek görmek bilgilerimin somutlaşmasını ve daha kalıcı olmasını sağladı.” (E8)
Soyut konuları somutlaştırma	8	“Laboratuvarda öğrendiğim bilgileri pekiştirme ve tekrar olanağı sağladığı için derse olan ilgimi artırdı.” (K9)
Tekrar olanağı sunma	6	“Laboratuvarda eskiden deney yapmak bana çok sıkıcı gelirdi. Simülasyonla deney yapma imkanım olduktan sonra deney yapmak benim için daha zevkli ve eğlenceli bir hâl aldı.” (K7)
Deneyleri daha zevkli ve eğlenceli hâle getirme	8	“Bilgisayarla yapılan deneylerin hiçbir tehlikesinin olmaması ve kendi hızıma göre çalışma imkânı sağlamasından dolayı fen derslerine ilgimin artmasını sağladı.” (K2)
Tehlike ve korku hissi uyandırmama	7	“Önceden laboratuvar derslerinden çok korkar ve kaygılanırdım. Simülasyonla deneyleri yapma imkânım olduktan sonra fene ilgim arttı ve fen dersinin aslında o kadar zor olmadığını anladım.” (K11)
Derse olan ilgiyi artırma	13	“Simülasyonlarla deney araç ve gereçlerini daha iyi tanıdığım için laboratuvarda deney yapmamı kolaylaştırdı.” (K2)

Tablo 5 genel olarak incelendiğinde, öğrenciler bilgisayar destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamalarının adayların kendi hızına göre çalışma imkânı sağladığını, tekrar olanağı sunduğunu, soyut konuları somutlaştırdığını, çok boyutlu düşünme imkânı sağladığını, fen konularını öğrenmede daha etkili ve kalıcı olduğunu, deneyleri daha zevkli ve eğlenceli hâle getirdiğini, tehlike riski ve korku hissi uyandırmadığından daha güvenli olduğunu ve derse olan ilgilerini artırdığını belirtmişlerdir.

Sonuç ve Tartışma

Bilgisayar destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin deneysel süreç becerilerine etkisinin incelendiği bu çalışmada, bilgisayar destekli laboratuvar uygulamalarının deney grubundaki öğretmen adaylarının deneysel süreç becerilerini, geleneksel laboratuvar uygulamalarına maruz bırakılan kontrol grubu

öğretmen adaylarının deneysel süreç becerilerine göre daha fazla geliştirdiği görülmüştür (Tablo 2). Özellikle deneysel süreç becerilerinin bir alt basamağı olan deney yapma becerisi dikkate alındığında deney grubu öğrencilerinin son-test deney yapma beceri puanları ile kontrol grubu öğrencilerinin son-test deney yapma beceri puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Bu çalışmada, deney yapma alt basamağının devre elemanlarını doğru kullanabilme ve deney düzeneği kurabilme becerilerinden oluştuğu düşünüldüğünde simülasyonların laboratuvar çalışmaları öncesinde devre elemanlarını tanıma-kullanma aşamasında etkili olduğu, deney benzetimlerini pekiştiren bir öğrencinin gerçek laboratuvar ortamında daha az zorlandığı söylenebilir. Araştırmada elde edilen bu bulgular, literatürde yer alan bulgularla benzerlik göstermektedir. Rutten, Joolingen ve Van der Veen (2012) yapmış oldukları çalışmalarında ERIC, Scopus ve ISI Web of Knowledge’de taranan 2001-2010 yılları arasında yayımlanmış toplam 510 makaleyi inceleyerek simülasyonların fen eğitimindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırmada, ister geleneksel yöntemi geliştirmek için olsun isterse geleneksel yöntemle kıyaslamak için olsun incelenen tüm makalelerde simülasyonların kullanımının olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Laboratuvar etkinlikleri ile simülasyonları yer değiştirmek ya da laboratuvar etkinliklerine bir hazırlık olarak simülasyonları kullanmak, bunun özel bir durumu olarak belirtilmiştir. Ayrıca, simülasyonların gerçek laboratuvar ortamlarına hazırlık aşamasında kullanıldıklarında laboratuvardaki görevleri kavramada olumlu etkileri olduğu ifade edilmiştir. Huppert, Lomask ve Lazarowitz (2002) ise çalışmalarında simülasyonların onuncu sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkilerini araştırmış ve özellikle ölçme, sınıflandırma, grafik yorumlama, veri yorumlama, değişkenleri kontrol etme ve model tasarlama becerilerinde olumlu yönde gelişmeler tespit etmişlerdir. Bell, Urhahne, Schanze ve Ploetzner (2010) ise öğrencilerin simülasyonların verdiği destekle kendilerine güvenerek hipotezler geliştirebildiklerini, bu hipotezleri daha kolay, daha hızlı ve daha açık şekilde test edebildiklerini, ayrıca, simülasyon yazılımlarının deneyler veya modellemeler için tablolar, grafikler, diyagramlar gibi veri analizini destekleyen imkânlar sunabildiklerini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde BDÖ yönteminin öğrencilerin akademik başarılarını ve bilimsel süreç becerilerini anlamlı düzeyde artırdığını gösteren farklı çalışmalar mevcuttur (Geban, 1990; Lazarowitz & Huppert, 1993; Mintz, 1993; Tavukcu, 2008). Sonuç olarak, bu çalışma ve literatür bulguları dikkate alındığında, simülasyonların laboratuvar etkinliklerinin gerçekleştirilmesinde verimli ve öğrencilerin deneysel süreç becerilerinin geliştirilmesinde etkili olduğu söylenebilir.

Öğrencilere elektrik devrelerinin kurulmasında ve şematize edilmesinde karşılaştıkları sorunların olası nedenleri sorulmuş ve öğrencilerin verdikleri cevaplardan yola çıkılarak problem grupları oluşturulmuştur. Bunlar, elektrikle ilgili alan bilgisi problemi, araç-gereçleri yeterince tanımama ve etkili bir şekilde kullanamama problemi, elektrik deneylerine karşı ilgi ve kaygı problemi, verilen devre şemalarını üç boyutlu düşünememe problemi olarak tespit edilmiştir. Deneysel etkinliklerin araştırma konusu edildiği çalışmalarda da, fen bilimleri alan öğretmenlerinin, laboratuvar araç-gereçlerini kullanma konusunda bilgi ve beceri eksikliklerinin olduğu ve derslerinde laboratuvar

yöntemini kullanmadıkları tespit edilmiştir (Akdeniz, 1997; Çelik, Pektaş, & Demirbaş, 2012; Çepni, Akdeniz, & Ayas, 1995; Çepni & Kaya, 2002; Değirmençay, 1999; Ekici, Ekici, & Taşkın, 2002; Karamustafaoğlu, 2000).

Araştırma sonucunda ayrıca, Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı ikinci sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri kurmada ve şematize etmede karşılaştıkları sorunları gidermede BDÖ'nün etkisi sorulmuş ve öğrencilerin görüşlerinden elde edilen bulgular, BDÖ'nün mevcut sıkıntıları gidermede olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Öğrenciler, bilgiyi somutlaştırma, bilginin kalıcılığını sağlama, derste doyuma ulaşma, deney araç-gereçlerini tanıma ve farkındalık oluşturma, korku ve kaygılarını yenme gibi konularda simülasyonların etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Bilgisayar destekli etkinliklerin ve sanal laboratuvar uygulamalarının, öğrencilerin fizik dersine karşı ilgilerini ve cesaretlerini artırdığını, fizik kavramlarını daha iyi öğrendiklerini, anlatılmak istenen fiziksel olayları daha kolay kavradıklarını, gerçek deneylerle dahi göremeyecekleri durumları kolaylıkla öğrenebildiklerini, motivasyonlarını artırdığını, eğitime katkı sağladığını, malzeme ve öğrenci performansı açısından bakıldığında birçok avantaja sahip olduğunu işaret eden çalışmalar mevcuttur (Adams, Perkins, Podolefsky, Dubson, Finkelstein, & Wieman, 2006; Bozkurt, 2007; Özden, 2005; Wieman & Perkins, 2006; Yiğit & Akdeniz, 2003).

Öneriler

Araştırma sonuçları ve literatür incelemeleri göz önüne alınarak şu önerilere yer verilebilir:

30 öğrenciden elde edilen verilerle ve iki haftalık bir süreç ile sınırlı olan bu çalışmanın bulguları daha uzun süreli ve daha büyük örneklem üzerinde yapılacak araştırma bulguları ile desteklenebilir.

Mevcut çalışma, sadece basit elektrik devreleri kurma ve devre elemanlarının kullanımı (dirençlerin seri, paralel ve karışık bağlanması) ilgili uygulamaları kapsamaktadır. Bu çalışma fizik, kimya, biyoloji derslerinin diğer konuları için de geliştirilebilir.

Gerçek laboratuvar ortamında öğrencilerin deney yapmalarının önemi şüphesiz tartışılmazdır fakat mevcut durumun ortaya koyduğu gerçekleri de göz ardı etmememiz gerekir. Laboratuvarlarda bulunan malzemelerin yetersiz kalması, laboratuvar sayısının yetersiz olması, sınıf mevcutlarının kalabalık olması gibi sebeplerden ötürü yapılamayan deneyler bilgisayar ortamında yapılabilir.

Bilgisayar destekli farklı deney tekniklerinin öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, bilimsel işlem becerileri gibi üst düzey düşünme becerilerine olan etkisi de incelenebilir. Elektrik gibi soyut kavramların bulunduğu konularda kavramları somutlaştırmak, öğrencilerin motivasyonunu sağlamak, öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını gidermek ve başarıyı artırmak için öğrenme-öğretme sürecinde bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılmalıdır.

Yenilenen ve değişen öğretim programlarında ve buna bağlı olarak öğrenme ortamlarının teknolojik alt yapısında meydana getirilen değişimler dikkate alındığında

(FATİH projesi, vb.) bilişim teknolojilerinin gerek programlarda gerek deneysel etkinliklerin planlanması sürecinde simülasyonlara yer verecek şekilde planlanmasının, yapılan çalışmada öne çıkan unsurların yaygınlaşmasında önemli olacağı söylenebilir.

Kaynakça

- Adams, W. K., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Dubson, M., Finkelstein, N. D., & Wieman, C. E. (2006). A new instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: the Colorado Learning Attitudes about Science Survey. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 2(1), 1-14. doi: 10.1103/PhysRevSTPER.2.010101
- Akdeniz, A. R. (1997). Ders geçme ve kredi sisteminde fizik müfredatlarının uygulanmasının değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 79-85.
- Akpınar, Y. (2003). Öğretmenlerin yeni bilgi teknolojileri kullanımında yükseköğretimin etkisi: İstanbul okulları örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(11), 79-96.
- Anagün, Ş. S., & Yaşar, Ş. (2009). İlköğretim beşinci sınıf fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 8(3), 843-865. <http://www.ilkogretim-online.org.tr/vol8say3/v8s3m17.doc> adresinden alınmıştır.
- Ayas, A., Çepni, S., & Akdeniz, A. R. (1994). Fen bilimleri eğitiminde laboratuvarın yeri ve önemi: Tarihsel bir bakış. *Çağdaş Eğitim*, 204, 22-23.
- Aydoğdu, B., & Ergin, Ö. (2009). Fen ve teknoloji dersi "Yaşamımızdaki Elektrik" ünitesine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi. *New World Sciences Academy*, 4(2), 296-316.
- Azar, A. (2003). Okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması derslerine ilişkin görüşlerinin yansımaları. *Milli Eğitim Dergisi*, 159. <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/159/azar.htm> adresinden alınmıştır.
- Azar, A., & Aydın-Şengüleç, Ö. (2011). Computer-assisted and laboratory-assisted teaching methods in physics teaching: the effect on student physics achievement and attitude towards physics [Special Issue]. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 43-50.
- Bağcı, N., & Şimşek, S. (1999). Fizik konularının öğretiminde farklı öğretim metotlarının öğrenci başarısına etkisi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 79-88.
- Bağcı-Kılıç, G. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim Online*, 2(1), 42-51. <http://www.ilkogretim-online.org.tr/vol2say1/v02s01f.pdf> adresinden alınmıştır.
- Bayraktar, Ş. (2010). Uluslararası fen ve matematik çalışması (TIMSS 2007) sonuçlarına göre Türkiye'de fen eğitiminin durumu: Fen başarısını etkileyen faktörler. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 249-270.

- Bell, T., Urhahne D., Schanze S., & Ploetzner R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377.
- Bilgin, İ. (2006). The effects of hands-on activities incorporating a cooperative learning approach on eight grade students' science process skills and attitudes toward science. *Journal of Baltic Science Education*, 1(9), 27-37.
- Boyacıoğlu, H., & Güneri, P.(2006). Sağlık araştırmalarında kullanılan temel istatistik yöntemler. *Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 30(3), 33-39.
- Bozkurt, E. (2007). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının geleneksel laboratuvara göre öğrenci başarısına etkisi: Doğru akımda RC devresi örneği*.<http://pietc2008.home.anadolu.edu.trietc200860.doc> adresinden alınmıştır.
- Bozkurt, E., & Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Chambers, K. S., & 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.
- Çelik H., Pektaş H. M., & Demirbaş M. (2012). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin elektrik devrelerini kurma ve şematize etme durumlarının incelenmesi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 35, 85-103.
- Çepni, S., Akdeniz, A. R., & Ayas, A. (1995). Fen bilimlerinde laboratuvarın yeri ve önemi (III): Ülkemizde laboratuvar kullanımı ve bazı öneriler. *Çağdaş Eğitim*, 206, 24-28.
- Çepni, S., & Kaya, A. (2002). *ÖSS sınavının liselerdeki fizik eğitim-öğretimine etkileri*. V. Eğitim Bilimleri Sempozyumunda sunulmuş sözlü bildiri, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Çepni, S. (2005). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çepni, S.(2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çetin, Ş. (2006). Öğretmenlik mesleği tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 28-37.
- Değirmençay, Ş. A. (1999). *Fizik öğretmenlerinin laboratuvar becerileri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ekici, F. T., Ekici, E., & Taşkın, S. (2002). *Fen laboratuvarlarının içinde bulunduğu durum*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuş sözlü bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Ergün, M., & Özdaş, A. (1997). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. İstanbul: Kaya Matbaacılık.

- Geban, Ö. (1990). *Effects of two different instructional treatments on the students, chemistry achievement, science process skills, and attitudes towards chemistry at the high school level* (Unpublished doctoral dissertation). Middle East Technical University, Ankara.
- Geban, Ö., & Demircioğlu, H. (1996). Fen bilgisi öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ve geleneksel problem çözme etkinliklerinin ders başarısı bakımından karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 183-185.
- Gürdal, A. (1997). Fen eğitiminde laboratuvarın başarıya etkisi. *Yaşadıkça Eğitim*, 55, 14-19.
- Güven, L., & Gürdal, A. (2002). *Ortaöğretim fizik derslerinde deneylerin öğrenme üzerindeki etkileri*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuş sözlü bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Huppert, J., Lomask, S. M., & Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: Students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821.
- Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(4), 271-283. doi: 10.1111/j.1365-2729.2007.00259.x
- Jaakkola, T., Nurmi, S., & Veermans, K. (2011). A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 71-93. doi: 10.1002/tea.20386
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computer & Education*, 36, 183-204.
- Kaptan, F. (1998). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Karamustafaoğlu, O. (2000). *Fizik öğretiminde laboratuvar uygulamalarının yürütülmesinde karşılaşılan güçlükler*. 19. TFD Fizik Kongresinde sunulmuş sözlü bildiri, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye.
- Katırcı, E., & Satıcı, A. F. (2010). Interactive physics programında simülasyon ve portfolyo uygulamalarının akademik benlik ve yaratıcılık üzerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(4), 46-59.
- Lazarowitz, R., & Huppert, J. (1993). Science process skills of 10th-grade biology students in a computer-assisted learning setting. *Journal of Computing In Education*, 25, 366-382.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2004). *İlköğretim fen ve teknoloji programı*. Ankara: MEB Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005). *Fen ve teknoloji programı*. <http://ttkb.meb.gov.tr> adresinden alınmıştır.

- Mintz, R. (1993). Computerized simulation as an inquiry tool. *School Science and Mathematics*, 93(2), 76-80.
- Olçay, S., & Uşak, M. (2011). Biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 333-348.
- Özdener, N. (2005). Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetişim (simulation) kullanımı. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 93-98. <http://www.tojet.net/articles/4413.pdf> adresinden alınmıştır.
- Pekmez, E. Ş. (2001). Fen öğretmenlerinin bilimsel süreçler hakkındaki bilgilerinin saptanması. *Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 543-549.
- Richards, J., Barowy, W., & Levin, D. (1992). Computer simulations in the science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 1(1), 67-79.
- Rutten, N., Joolingen, W. R., & Van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58, 136-153.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611.
- Sencar, S., Yılmaz, E. E., & Eryılmaz, A. (2001). High school students’ misconceptions about simple electric circuits. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 113-120.
- Serin, G. (2002). Fen eğitiminde laboratuvar. *Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 403-406.
- Siegel, S., & Castellan, N. J. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Tan, M., & Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 89-101.
- Taşar, M. F., Temiz, B. K., & Tan, M. (2002). *İlköğretim fen öğretim programının bilimsel süreç becerilerini geliştirmede hedefler, içerik ve eğitim durumları bakımından incelenmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuş sözlü bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Tavukcu, F. (2008). *Fen eğitiminde bilgisayar destekli öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayar kullanmaya yönelik tutuma etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Uşun, S. (2004). *Bilgisayar destekli öğretimin temelleri*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2006). A powerful tool for teaching science. *Nature Physics*, 2, 290-292.

- Yenilmez, K., & Gökmen, R. (2007). Öğretmen adaylarının bilgisayar destekli matematik öğretimine ilişkin düşünceleri. *Proceedings of the 7th International Educational Technology Conference*, 375-381.
- 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(11), 67-82.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yiğit, N., & Akdeniz, A. (2003). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: Elektrik devreleri örneği. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 99-113.

Ek-1**Çalışma Yaprağı**

Amaç: Devre Şeması Çizebilme

Malzemeler: 3 adet pil (1.5V), Ampul (3 adet), Bağlantı kablosu, Pil yatağı, Anahtar

Soru 1: Verilen deney malzemelerinin tamamını kullanarak şekilde seri bağlı bir deney düzeneğini şematize ediniz?

Soru 2: Verilen deney malzemelerinin tamamını kullanarak şekilde paralel bağlı bir deney düzeneğini şematize ediniz?

Soru 3: Verilen deney malzemelerinin tamamını kullanarak şekilde karışık bağlı bir deney düzeneğini şematize ediniz?

Soru 4: Verilen deney malzemelerine ek olarak ampermetre ve voltmetre kullanarak seri bağlı bir devreden geçen akımı ve bir ampulün uçları arasındaki gerilimi ölçecek şekilde bir devre şematize ediniz?

Ek-2**Deney Yönergeleri****DENEY 1**

Amaç: Seri bağlı devrenin şematize edilmesi ve kurulmasını kavrayabilme-uygulayabilme

Malzemeler: 3 adet pil (1.5V), Voltmetre, Ampul (3 adet), Anahtar, Bağlantı kabloları, Ampermetre, Pil yatağı (Güç Kaynağı)

Soru: Verilen deney malzemelerinin tamamını kullanarak şekilde seri bağlı bir deney düzeneğini şematize ediniz ve şematize ettiğiniz deney düzeneğini kurunuz?

DENEY 2

Amaç: Paralel bağlı devrenin şematize edilmesi ve kurulmasını kavrayabilme-uygulayabilme

Malzemeler: 3 adet pil (1.5V), Voltmetre, Ampul (3 adet), Anahtar, Bağlantı kabloları, Ampermetre, Pil yatağı (Güç Kaynağı)

Soru: Verilen deney malzemelerinin tamamını kullanarak şekilde paralel bağlı bir deney düzeneğini şematize ediniz ve şematize ettiğiniz deney düzeneğini kurunuz?

DENEY 3

Amaç: Karışık bağlı devrenin şematize edilmesi ve kurulmasını kavrayabilme-uygulayabilme

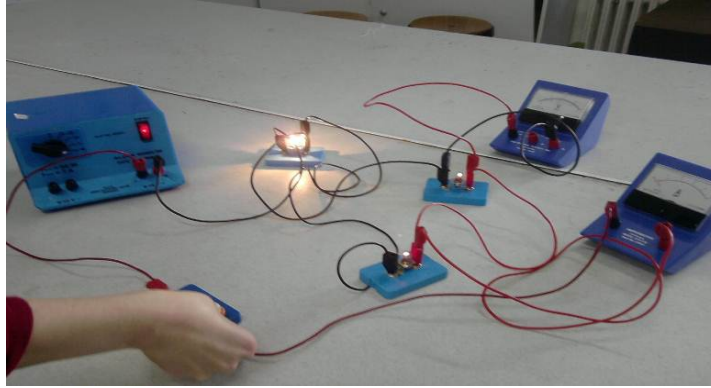
Malzemeler: 4 adet pil (1.5V), Voltmetre, Ampul (3 adet), Anahtar, Bağlantı kabloları, Ampermetre, Pil yatağı (Güç Kaynağı)

Soru: Verilen deney malzemelerinin tamamını kullanarak ikisi birbirine seri, diğeri onlara paralel olacak şekilde bir deney düzeneğini şematize ediniz ve şematize ettiğiniz deney düzeneğini kurunuz?

DENEY 4

Amaç: Devre şemasını çizebilme

Soru: İncelenen deney düzeneğinden yola çıkarak doğru devre şeması çiziniz?

**DENEY 5**

Amaç: Basit bir elektrik devresinde ampulün parlaklığının ampul sayısına ve pil sayısına bağlı olarak nasıl değiştiğini kavrayabilme-uygulayabilme

Malzemeler: 5 adet pil (1.5V), Voltmetre, Ampul (5 adet), Anahtar, Bağlantı kabloları, Ampermetre, Pil yatağı (Güç Kaynağı)

Soru: Verilen deney malzemelerinin tamamını kullanarak, pil sayısı ve ampul sayısını artırmak şartıyla lambanın parlaklığına yönelik bir hipotez geliştiriniz?

Soru: Verilen özdeş K,L, M ampulleri için devrede en parlak yanan ampülü gösteren bir hipotez geliştiriniz?

Ek-3**Basit Elektrik Devresi Kontrol Listesi**

Elektrik devrelerini uygulamalı olarak yapma, hipotez kurma ve şematize etme sürecine yönelik öğrenci soruları

1) Şekil Olarak Verilen Devreleri Uygulamalı Olarak Oluşturabilme Süreci			
		Evet	Hayır
Seri Bağlı Devre	1. Verilen deney malzemelerinden yola çıkarak seri bağlı bir deney düzeneğini şematize edebildi mi?		
	2. Verilen deney malzemelerinden yola çıkarak seri bağlı bir deney düzeneği kurabildi mi?		
	3. Pillerin seri bağlantısını gerçekleştirebildi mi?		
	4. Üretici devreye doğru bir şekilde bağlayabildi mi?		
	5. Anahtarın devreye bağlantısını gerçekleştirebildi mi?		
	6. Ampermetrenin devreye seri bağlantısını gerçekleştirebildi mi?		
	7. Voltmetrenin devreye paralel bağlantısını gerçekleştirebildi mi?		
Paralel Bağlı Devre	8. Verilen deney malzemelerinden yola çıkarak seri bağlı bir deney düzeneğini şematize edebildi mi?		
	9. Verilen deney malzemelerinden yola çıkarak seri bağlı bir deney düzeneği kurabildi mi?		
	10. Pillerin seri bağlantısını gerçekleştirebildi mi?		
	11. Üretici devreye doğru bir şekilde bağlayabildi mi?		
	12. Anahtarın devreye bağlantısını gerçekleştirebildi mi?		
	13. Ampermetrenin devreye seri bağlantısını gerçekleştirebildi mi?		
Karışık Bağlı Devre	14. Voltmetrenin devreye paralel bağlantısını gerçekleştirebildi mi?		
	15. Verilen deney malzemelerinden yola çıkarak karışık bağlı bir deney düzeneğini şematize edebildi mi?		
	16. Verilen deney malzemelerinden yola çıkarak karışık bağlı bir deney düzeneğini kurabildi mi?		
	17. Her bir direnç üzerinden ölçüm almak üzere ampermetreyi seri olarak bağlayabiliyor mu?		
	18. Her bir direnç üzerinden ölçüm almak üzere voltmetreyi paralel olarak bağlayabiliyor mu?		
	19. Üretici devreye doğru bir şekilde bağlayabildi mi?		
20. Anahtarın devreye bağlantısını gerçekleştirebildi mi?			

2) Hazır Olarak Verilen Bir Devreyi Şematize Etme Süreci	Evet	Hayır
21. Ampermetre sembolünün devrede verildiği gibi bağlantısını gösterebildi mi?		
22. Voltmetre sembolünün devrede verildiği gibi bağlantısını gösterebildi mi?		
23. Üreteç sembolünün devrede verildiği gibi bağlantısını gösterebildi mi?		
24. Anahtar sembolünün devrede verildiği gibi bağlantısını gösterebildi mi?		
25. Ampul sembolünün devrede verildiği gibi bağlantısını gösterebildi mi?		
3) En Parlak Yanan Lambayı Bulmaya Yönelik Problemin Çözümüne İlişkin Uygulama ve Şematize Etme Süreci	Evet	Hayır
26. Verilen problemle ilgili olarak bir sonuca ulaştı mı?		
27. Pil sayısı artırıldığında lambanın parlaklığına yönelik bir hipotez geliştirebildi mi?		
28. Ampul sayısı artırıldığında lambaların parlaklığına yönelik bir hipotez geliştirebildi mi?		
29. En parlak yanan ampülü gösteren bir hipotez geliştirebildi mi?		
30. Ampul parlaklığının pil sayısı ile ilişkisine yönelik olarak geliştirdiği hipoteze uygun değişkenleri belirleyebildi mi?		
31. Ampul parlaklığının ampul sayısı ile ilişkisine yönelik olarak geliştirdiği hipoteze uygun değişkenleri belirleyebildi mi?		
32. Devrede en parlak yanan ampülü göstermek amacıyla geliştirdiği hipoteze uygun değişkenleri belirleyebildi mi?		
33. Çözüm için uygun bir devre tasarımı gerçekleştirebildi mi?		
34. Lamba parlaklığını sıralayabildi mi?		
35. Şematize ettiği devreyi uygulamalı olarak gösterebildi mi?		
36. En parlak lambayı seçmek için devre üzerindeki akım değerlerini tespit edebildi mi?		
37. Devreyi besleyen ve her bir direnç üzerindeki gerilimi ölçebildi mi?		
38. Teorik olarak ve deneysel olarak lamba parlaklıklarını doğru tespit edebildi mi?		

DeneySEL Süreç Becerisi Basamakları	Kontrol Listesindeki Soru Numaraları
Hipotez kurma	27, 28, 29
Verileri kullanma ve model oluşturma	1, 8, 15, 21, 22, 23, 24,25
Deney yapma	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 33, 35, 37
Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme	30, 31, 32
Karar verme	26, 28, 34, 36, 38