

FİZİK ÖĞRETİMİNDE SANAL LABORATUVAR DESTEKLİ UYGULAMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özden Karagöz- Mırçık
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Trabzon
ozdenkar@gmail.com

Prof. Dr. Ahmet Zeki Saka
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Trabzon
azsaka@gmail.com

Özet

Bu araştırmanın amacı, fizik öğretimine yönelik olarak hazırlanan Edison5 ve Crocodile Physics 401 sanal laboratuvar programlarının uygulanma sürecini ve uygulamada karşılaşılan sorunları öğrenci görüşlerine dayalı olarak değerlendirmektir. Araştırma, 2012-2013 eğitim-öğretim bahar yarıyılında İstanbul Küçükçekmece Orhan Cemal Fersoy Anadolu Lisesi'nde 9. sınıfta öğrenim gören 35 öğrenci ile aksiyon araştırma yöntemine dayalı olarak yürütülmüştür. Bu süreçte, farklı sanal laboratuvar programları kullanan örneklemdeki öğrencilerin uygulama sürecindeki etkinliklere katılımları gözlemlenerek görüşleri alınmıştır. Ayrıca, öğrencilerden istenen deney düzeneklerini oluşturup, bilgisayarlarına kaydetmeleri istenmiştir. Bu kapsamda, öğrenci görüşleri, oluşturulan deney dosyaları ve çalışma yapılarından elde edilen veriler incelenmiştir. Araştırma sonucunda, Crocodile Physics 401 sanal laboratuvar programı kullanılabilirlik açısından öğrenciler tarafından daha uygun bulunurken içerik ve tasarım açısından Edison5 programının gösteriminin daha etkili olduğu ön plana çıkmıştır. Fizik dersinde kullanılacak sanal laboratuvar programlarının okullardaki teknolojiye uygun, fare (mouse) kullanımında kolaylık sağlayan, gerçek hayattan grafikler içeren, eğlenceli ve farklı deney düzenekleri için sınır tanımayan özellikte olmaları gerektiği belirlenmiştir. Çalışma, öğretmenlere, öğrencilere ve bu tür programları tasarlayan firmalara yönelik rehber olabilecek öneriler sunulularak sonuçlandırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Fizik Öğretimi, Sanal Laboratuvar Programı, Edison5, Crocodile Physics 401.

EVALUATION OF VIRTUAL LABORATORY BASED APPLICATIONS IN PHYSICS TEACHING

Abstract

The aim of this study is to evaluate implementation process of the Edison5 and CrocodilePhysics401 virtual laboratory software programs prepared for teaching physics in the classroom and the problems encountered during application based on opinions of students about them. The study was conducted based on action research method with 35 9th-grade students studying at Istanbul Kucukcekmece Orhan Cemal Fersoy Anatolian High School, in the 2012-2013 school year. During the process, participation of the students in the sampling that used different virtual laboratory software programs was observed, and their opinions were taken. Furthermore, students were requested to create the required experimental setups and to save them on their computers. Observation of students, the experimental setup files and the data obtained from the worksheets were examined. At the end of the study, students found the CrocodilePhysics 401 virtual laboratory program more favorable in terms of usability, while the Edison5 software program was found to be more effective in terms of the contents and the design. It has been established that the virtual laboratory software programs to be used in Physics lessons should comply with the technology existing at schools, provide facilities in use of mouse, contain graphs from the real life, be entertaining, and have no limitations in terms of different experimental setups. The study was concluded by presenting recommendations, which could provide guidance to teachers, students, and companies designing such software programs.

Keywords: Physics Teaching, Virtual Labs, Edison5, Crocodile Physics 401.

GİRİŞ

Sanal laboratuvar programları, öğrencileri derse motive eden, araştırma yapmaya yönlendiren, yaratıcılığı geliştiren ve öğrenme merakını gideren üst düzey simülasyonlardır. Ayrıca, kavramsal öğrenmeyi arttırdığını vurgulanmaktadır (Sokoloff ve Thornton, 1997; Arvind ve Heard, 2010). Sanal laboratuvar programları, öğrencilerin alternatif kavramlarını bilimsel kavramlara dönüştürmek için de kullanıldığından (Tambade ve Wagh, 2011), akademik başarılarının arttığı görülmektedir (Hodge, 2000; Özden, 2005; Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Tanel ve Önder, 2010).

Sanal ortamların, öğrenme sürecinde araç olarak kullanılmasına yönelik yapılan çalışmalarda, ilköğretimden yükseköğrenime kadar kullanım alanına sahip oldukları, akademik başarıyı ve kavram öğrenimini olumlu şekilde etkiledikleri vurgulanmaktadır. Ayrıca sanal ortamların keşfedici, yapıcı ve gerçek yaşamda yer alan olayların özelliklerini ayrıntılarıyla sunan bir yapıya sahip olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte öğrenciler, sanal ortamda tasarladıkları kendi düşünce ürünlerini paylaşabilme imkânına sahip olmaktadır (Moshell ve Hughes, 2002). Fizik öğretiminde simülasyon deneyleri sayesinde, öğrencilerin daha kısa sürede öğrenmelerinin yanında derse karşı ilgilerinin arttığına da dikkat çekilmektedir (Karagöz ve Özden, 2007; Bozkurt, 2008). Ayrıca ortaöğretim düzeyinde fizik öğretiminde, sanal laboratuvar programı kullanımının, öğrencilerin akademik başarılarını artmasına neden olduğu vurgulanmaktadır. Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak sanal laboratuvar programlarında tasarlanan öğretim ortamlarının geleneksel öğretim ortamlarından daha etkili olduğuna dikkat çekilmektedir (Tatlı ve Ayas, 2012). Bilgisayar simülasyonlarının 15-16 yaşlarındaki öğrencilerin, fizik konularını kavramaya yönelik sorunlarını gideren ve fonksiyonel anlamayı kolaylaştıran bir öğretim aracı olduğu ifade edilmektedir (Jimoyiannis ve Komis, 2001).

Türkiye’de fizik laboratuvar uygulamalarının etkin olarak yapılamadığı dikkate alındığında, öğrencilerin konuyu görselleştirmesi, anlaması ve uygulama yapabilmesine imkan tanınması nedeni ile sanal laboratuvar programlarına duyulan ihtiyaç ön plana çıkmaktadır. Fakat fizik derslerinde bu tür programların uygulanması konusunda liselerde görev yapan öğretmenlerin bilinçlendirilmesi ve daha fazla uygulamalara katılması gerekmektedir. Özellikle sanal laboratuvar programlarının seçilmesi, kullanılması, derste uygulanması, öğrencilerle birlikte çalışılmasında kullanılacak yöntemler ve durum analizlerinin önemi büyüktür. Günümüzde sanal laboratuvar programları, fizik eğitiminde gerçek laboratuvar uygulamalarından önce ve gerçek laboratuvar uygulamaların yerine kullanılmak üzere iki farklı şekilde uygulanmaktadır (Kukkonen, Martikainen ve Keinonen, 1997; Bayrak, Kanlı ve Kandil, 2007; Finkelstein ve diğerleri, 2005; Jaakkola ve Nurmi, 2008; Tanel ve Önder, 2010; Koyunlu-Ünlü Dökme, 2011; Christian, 2001; Karamustafaoğlu, 2005; Michelet vd., 2007). Bu bağlamda yürütülen çalışma kapsamında; hedef kitle, çalışma konusu ve araştırmanın hedefleri dikkate alınarak kullanılacak sanal laboratuvar programının seçiminde aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır:

- Ortaöğretim öğrencileri için (yaş, kültür, vb.) uygun olması,
- Uygulama yapılacak konunun hedeflerini, içeriğini ve deneylerini kapsamaması,
- Fiziksel donanımının kullanışlı olması,
- Tasarım özelliklerinin (sembol, buton, renk, şekil, vb.) öğretim programı ile uyumlu olması,
- Kullanışlılık açısından hedef kitleye uygun olması,
- Kullanıcının alışık olduğu standartlara bağlı kalması
- Uygun örnek ve dersler (tutoryaller) içermesi,
- Programın daha önceden benzer çalışmalarda kullanılmış ve tercih edilmiş olması,
- Uzmanlar ve öğretmenler tarafından önerilmesi. Daha önce benzer çalışmalarda kullanılıp faydası ispatlanmış olması.

Liselerde sanal programları uygulayıcı konumdaki öğretmenlerin; uygulama aşamaları, karşılaştıkları problemler, öğrenciler üzerindeki gerçek etkilerini önceki ve sonraki durum ile kıyaslayabilme imkânı, kendini değerlendirme ve yeniliklere uyum sağlama konusundaki gelişimleri yetersiz kalmıştır (Andrews ve Schwarz, 2002; Jensen, Voight, Nejd ve Olbrich, 2004). Eğitim araştırmacıları ile eğitim uygulayıcıları olan öğretmenlerin algıları arasındaki farklar, eğitim araştırmalarının pratikte karşılık bulmasını zorlaştırmaktadır (Çepni, 2009). Ayrıca öğretmenlerin birçoğu araştırmaları uzmanlaşmak için gerekli görünürken, yeni çalışmalardan habersiz, ilgisiz ve uygulamalardan uzak konumda kalmaktadırlar. Fakat, eğitim-öğretimde kaliteyi arttırmak için

öğretmenlerin uygulamaya dönük çalışmaların gerçek ortamlarına aktif katılımı büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda, Türkiye’de farklı fiziksel ve sosyal koşullara sahip okullarda çalışan öğretmenlerin eğitim çalışmalarına katılabilmelerini sağlamak için gerekli şartların ve imkânların sağlanması gerekmektedir.

Amaç

Bu araştırmanın amacı, fizik öğretimine yönelik olarak hazırlanan Edison5 ve Crocodile Physics 401 sanal laboratuvar programlarının uygulanma sürecini ve uygulamada karşılaşılan sorunları öğrenci görüşlerine dayalı olarak değerlendirmektir.

YÖNTEM

Bu çalışmada, araştırmacının rolünün daha çok önem kazandığı, araştırmacının bizzat yürüttüğü, araştırmanın parçası haline geldiği uygulamalı araştırma yöntemlerinden biri olan aksiyon araştırması uygulanmıştır. Bu kapsamda, araştırmanın esası, sanal laboratuvar kullanılarak yapılan çalışmaların değerlendirilmesine dayandığından “Uygulamanın Araştırılması” olan aksiyon modeli kullanılmıştır. Bu yöntem, birbirini tamamlayan 4 basamaktan oluşmaktadır (Çepni, 2009): 1- Planlama, 2- Uygulama, 3- Gözleme, 4- Yansıtma. Çalışmada dikkate alınan 4 basamak ve yapılan uygulamalar aşağıda sunulmaktadır:

- 1- **Planlama:** Fizik öğretim programında farklı sanal laboratuvar programı kullanımına uygun konu seçilmiştir. Uygulamanın yürütüleceği okulun Bilişim Teknolojileri sınıfındaki bilgisayarlara “Elektrik Devreleri” ile ilgili programlar kurulmuştur.
- 2- **Uygulama:** Uygulamaya katılan 35 öğrenciden farklı sanal laboratuvar programları kullanarak ikişer saatlik uygulama yapmaları istenmiştir. Her iki uygulama için de benzer etkinlikler düzenlenmiş ve 20 adet bilgisayar yardımıyla farklı şekillerde elektrik devreleri kurarak, akım ve potansiyel farkını ölçmeleri istenmiştir. Öğrencilerin birçoğu ikişerli gruplar halinde çalışma yaparak, bilgisayar ortamında yaptıkları deney dosyalarını kaydetmişlerdir. Yürütülen uygulama, öğrencilerin kaydettiği dosyalar, kullanılan çalışma kâğıtları ve öğrenciler ile yapılan mülakatlardan elde edilen verilere dayalı olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 1: Sanal laboratuvar uygulamalarının yürütüldüğü sınıf ortamının görüntüsü

- 3- **Gözlemlene:** Araştırma kapsamında farklı sanal laboratuvar programı kullanan öğrenciler, okulun bilgisayar öğretmenleri tarafından kameraya alınmıştır. Bu süreçte elde edilen veriler, çalışmanın değerlendirilmesinde dikkate alınmıştır.
- 4- **Yansıtma:** Yapılan çalışma sonucu elde edilen veriler, analiz edilerek raporlanmış, gerekli düzeltmeler yapılarak daha sonraki benzer çalışmalarda kullanılmak üzere dosyalanmıştır.

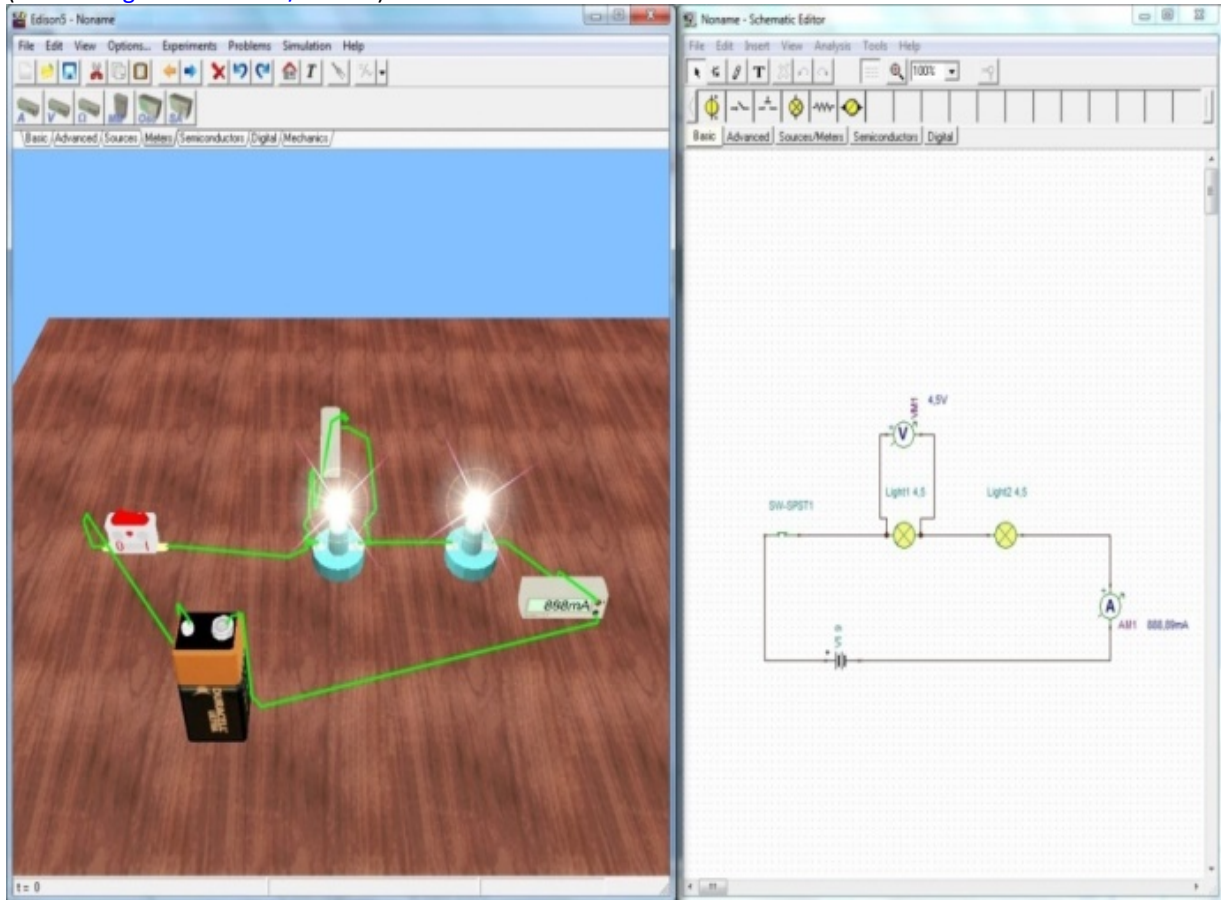
Evren ve Örneklem

Araştırmanın örneklemini, 2012-2013 eğitim-öğretim bahar yarıyılında İstanbul Küçükçekmece Orhan Cemal Fersoy Anadolu Lisesi'nde 9. sınıfta öğrenim gören 35 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma kapsamındaki uygulamalar, belirtilen okulda görev yapan fizik öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Mülakatlar, uygulamaya katılan 5 istekli öğrenci ile yürütülmüş ve öğrenciler Ö1, Ö2, Ö3, Ö4 ve Ö5 olarak kodlanmıştır.

Araştırmada Kullanılan Sanal Laboratuvar Programları

Araştırmada kullanılan sanal laboratuvar programları ile ilgili temel bilgiler ve ekran görüntüleri aşağıda sunulmaktadır:

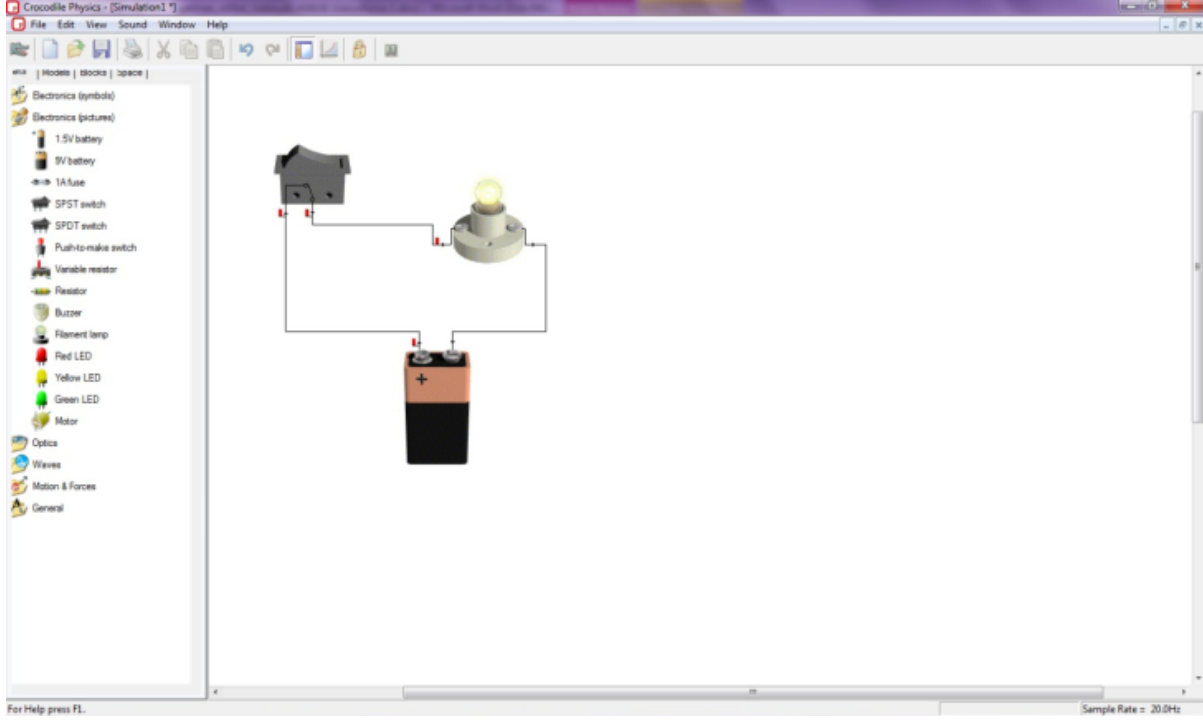
Edison5: Designsoft firması tarafından üretilen, ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyindeki fizik programlarındaki "Elektrik-Elektronik" konuları için laboratuvar ortamı sağlayan ücretli bir programdır. Program, bir bilgisayar ağı üzerinde aynı anda çoklu kullanıcıyla çalışma imkânı sağlamaktadır. Ayrıca kullanıcıya, deneyleri nasıl oluşturacağına yönelik animasyonlar sunmakta, örnek deney ve problem setleri ile çalışabilme imkânı da tanımaktadır. Bu program, gelişen teknolojiye uygun olarak 3-boyutlu görüntü efektine de sahiptir. Oluşturulan devrelerin grafiksel ve gerçek fiziki ortamla olan benzerlikleri gözlemlenebilmektedir (www.designwareinc.com/edison).



Şekil 2: Edison5'e ait ekran görüntüsü

Crocodile Physics 401: İngiliz Crocodile Clips Ltd. firması tarafından oluşturulan fizik konuları (kuvvet, hareket, elektrik, dalga ve optik) için çalışma imkânı sunan ücretli bir sanal laboratuvar programıdır. Kullanıcıya üç

boyutlu nesnelere istediği devreyi kurabilme, kaydetme, grafiğini oluşturma ve matematiksel analiz imkânı sunmaktadır. Ayrıca örnek ders içerikleri, deney setleri sunması boyutunda da öğretmenler ve öğrenciler için kullanımı kolaydır (<http://www.crocodile-clips.com/>).



Şekil 3: Crocodile Physics 401'e ait ekran görüntüsü

BULGULAR

Araştırmada kullanılan yöntem ve materyallerden elde edilen bulgular ayrı ayrı başlıklar halinde incelenmiştir.

Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Araştırmacı tarafından uygulamalar boyunca yürütülen gözlemlerden elde edilen bulgular aşağıda sunulmaktadır:

- Sınıflar kalabalık olduğundan bilgisayarda gruplar halinde çalışma yapılmak zorunda kalındı,
- Öğrencilere gösterilen örnek devreler dışında, program aracılığıyla istedikleri deney düzeneklerini hazırladılar,
- Program, öğrencilerin yaratıcılıklarını arttırıp, dersi eğlenceli kıldı,
- Edison5 programında elektrik devresi oluştururken kablo bağlantılarında sorun yaşandığı görüldü,
- Crocodile Physics 401'de devre elemanlarını kablo ile birleştirirken grafik kâğıdı özelliği olan bir zemin kullanılması işlemi kolaylaştırdı,
- Deney düzeneği oluştururken, nesnelere değer atamada problem oluştu,
- Öğrenciler, programda oluşturdukları deney düzeneklerini Edison5'de tornavida ile tamir etmek yerine Crocodile Physics 401'de timsah ile yok etmeyi tercih ettiler,
- Programlar, konuyu görselleştirerek gerçek hayatla bütünleştirdiği için öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını arttırdı,
- Kullanılan programlar, elektrik konusunun daha iyi anlaşılmasına katkı sağladı,
- Programların nesnelere onarma, ses efekti, nesne menüleri imkânları sunmaları kullanılabilirlik açısından kolaylık sağladığı tespit edildi,
- Crocodile Physics 401'deki elektrik konusu ile ilgili grafikler yetersiz kaldı, Edison5 üzerinde ampermetre, voltmetre gibi aletler ile konu ile ilgili daha fazla deney malzemesi sunduğu için beğeni topladı,

- Edison5 programı, kullanışlılığındaki zorluk ve örnek sayısındaki yetersizlik nedeniyle öğrencilerde isteksizlik oluşturdu,
- Crocodile Physics 401 ile yürütülen uygulamalardaki öğrencilerin, derse katılımı ve uygulamalardaki başarıları, Edison4 kullanan gruba göre daha üst düzeyde gerçekleşti,
- Crocodile Physics 401 ile yürütülen uygulamalardaki öğrencilerin, oluşturdukları elektrik devrelerinde düzeltme yapmak için timsah resmini kullanmaları, Edison5'deki tornavida kullanmaktan daha keyifli geldi,
- Öğrenciler, verilen boş zamanlarda farklı deney düzenekleri oluşturdu.

Öğrenci Mülakatlarından Elde Edilen Bulgular

Araştırmaya katılan öğrenciler ile yürütülen mülakatlardan elde edilen veriler aşağıda sunulmaktadır:

- Sanal laboratuvar ortamında yürüttükleri uygulamalarda öğrendikleri bilgilerini gerçek hayata uyarlayabildiklerini (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5),
- Eğlenceli ses efektlerinin kullanımından hoşlandıklarını (Ö2, Ö3),
- Sanal laboratuvar ortamında yürüttükleri uygulamalar ile konunun daha anlaşılır kılındığını (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5),
- Edison5'de nesneleri birleştirmede problem yaşadıklarını (Ö1, Ö2, Ö3, Ö5),
- Sınıfın kalabalık olması ve bilgisayar yetersizliğinden dolayı gruplar halinde uygulama yapmak zorunda kalmalarının, bazı öğrencilerin tam olarak etkinlikleri yapamamalarına neden olduğunu (Ö1, Ö2),
- Edison5 programının uygulanma sürecinde mouse (fare)yi rahat kullanamadıklarını (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5) ifade etmişlerdir.
- Bazı öğrenciler (Ö2, Ö3) elektrik devresinde düzeltme yapmak için timsah resmi kullanmanın daha iyi olduğunu belirtse de, diğerleri Edison5'deki gibi tornavida kullanmayı daha gerçekçi bulmuşlardır.

Öğrenci Çalışmalarından Elde Edilen Bulgular

Öğrencilere dağıtılan çalışma yapıları ve bilgisayarlara kayıt edilen dosyalardan elde edilen veriler ile ilgili bulgular aşağıda sunulmaktadır:

- Oluşturulan deney sayısı ve çeşitliliği beklenenden daha fazladır.
- Oluşturulan deney düzenekleri, öğrencilerin neler düşündüklerinin hatta sahip oldukları zihinsel modellerinin bir göstergesidir. Böylelikle öğrencilerin bilişsel yeteneklerinin gelişimi hakkında değerlendirme fırsatı sunmuştur. Vosniadou(1994), Ünal ve Ergin (2006), Jabot ve Henry (2004) tarafından yapılan çalışmalar da bu bulguyu destekler niteliktedir. Öğrencilerin oluşturdukları deney düzenekleri, sahip oldukları kavramları anlama ve bunların zamanla nasıl değiştiğini takip ederek açıklama imkânı sunma açısından değerlendirme imkânı sağlamaktadır.
- Edison5 programı kullanılarak oluşturulan elektrik devresinde kablo karışıklığı dikkat çekmektedir. Mouse (fare) kullanımında problem yaşandığı görülmektedir.
- Edison5 programı ile hazırlanan dosya sayısı, Crocodile Physics 401 ile hazırlanandan daha az sayıdadır.
- Crocodile Physics 401 ile oluşturulan elektrik devreleri, diğer programa göre daha kısıtlayıcı (düğüm noktasına 2'den fazla bağlantıya izin vermemesi gibi) bir ortam sunduğundan paralel devre oluşturmada da sınırlamalar getirmiştir. İki koldan daha fazla paralel devre oluşturamadıkları belirlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, fizik öğretiminde sanal laboratuvar programlarının kullanım sürecinde dikkate alınması gereken özellikler aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

- Öğretmenlerin, eğitim araştırmalarına daha fazla katılması sağlanarak doğal ortamda ölçme-değerlendirme yapılmalıdır.
- Sanal laboratuvarlar, teorik konu ile gerçek olaylar arasındaki ilişkiyi anlamalarında birer köprü görevini görmektedir. Öğrencilerin derse ilgi ve merakını arttıran etkileşimli bilgisayar programları olduğundan öğretim sürecindeki kullanımı arttırılmalıdır. Bu sonuç, Arvind ve Heard (2010)'ün çalışmalarını destekler niteliktedir.
- Elektrik konusuyla ilgili olarak kullanılması planlanan sanal laboratuvar programlarının matematiksel formüller ve analizler içermesi gerekmektedir. Böylelikle öğrenci kendi modelini hem görsel olarak oluşturabilmekte ve sonuçlandırmakta hem de matematiksel sonuçlarını görerek analiz edebilmektedir. Bu

durum, öğrenciler için kavram yanlışlarını düzeltmede, öğretmenler için de öğrenciyi değerlendirmede faydalı olmaktadır. Elde edilen bu sonuç, Michelet, Adam ve Luengo (2007)'nin yaptıkları çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir.

- Kullanıcıya belirli kalıplar doğrultusunda uygulama yapma imkânı sunması yerine, açık kaynak kodlu olup kullanıcıya özgürce çalışma imkânı sunması gerekmektedir. Bu sonuç, Baser (2006) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile de uyum içindedir.
- Uygulamalar sırasında teknik sorunlar ile karşılaşıldığından dolayı, öğretmen ve öğrencilerin sanal laboratuvar programlarını kullanım sürecinde sorun yaşamamaları için gerekli teknolojik alt yapının düzenlenmesi gerekmektedir.
- Farenin rahatça kullanılmadığı ve menülere ulaşılamayan çalışmalarda, uygulama sayısında azalma ve öğrencilerde isteksizlik oluşmaktadır. Bu durumda, kullanılacak sanal laboratuvar programı, öğrencilerin aşına olduğu standartlara (teknik alt yapı ve tasarım özellikleri) uygun olmalıdır.
- Öğrencilerin sanal laboratuvar programlarını kullanırken kendi başlarına istedikleri deneyleri yapabilmeleri ve programı serbestçe kullanabilmeleri için süre verilmelidir.
- Teknik alt yapı yetersizliğinin yürütülen uygulamaların veriminin düşmesine neden olduğu dikkate alınarak, farklı sanal laboratuvar programları kullanılarak teknik alt yapısı yeterli düzeydeki sınıflarda yürütülen çalışmaya benzer nitelikteki çalışmalar yapılmalıdır.
- Öğrenciler, sanal laboratuvar uygulamaları öncesinde dersin hedefleri, yapılacak etkinlikler ve işleniş biçimi hakkında bilgilendirilmelidirler. Ayrıca, öğretmen ve öğrencilere sanal laboratuvar programının kullanılabilirlik eğitimi verilmelidir.
- Öğrencilere sanal laboratuvar programında gördükleri ve tasarladıkları ortamların, gerçeğin daha basite indirgenmiş biçiminde olduğu belirtilmelidir. Olaylarda geçen zamanın gerçek hayattaki zamanla eşdeğer olmadığı ifade edilmelidir.
- Sanal laboratuvar programlarının tamamıyla gerçek fizik laboratuvar programlarının yerini almaktan ziyade, gerçek fizik laboratuvar programına bir destek olarak kullanılması gerekmektedir. Bu sonuç, Kukkonen, Martikainen ve Keinonen, (1997), Tanel ve Önder (2010), Koyunlu-Ünlü Dökme (2011) tarafından da desteklenmektedir.
- Öğretim sürecine yönelik ölçme ve değerlendirmede kullanılacak en önemli yardımcı materyaller yazılı kaynaklardır. Bilgisayar ortamında tasarlanan ve kullanıcının serbestçe hareket edebileceği bu bilgisayar programlarında gerçek bir ölçme değerlendirme yapmak zordur. Fakat bu tür programlar ile oluşturulan uygulama dosyaları ile öğrencilerin zihinsel modellerini belirleyerek değerlendirme yapmak mümkün olabileceği görülmüştür. Teodoro (1998)'nin yapmış olduğu çalışmada, bu görüşü destekler niteliktedir.
- Öğretmenler, sanal laboratuvar programlarının kullanımı, ders ile bütünleştirilmesi ve öğrencilerin programı kullanarak yaptıkları çalışmalar hakkında bilinçli olmalıdır.

KAYNAKÇA

Andrews, T. and Schwarz, G. (2002). Preparing Students for the Virtual Organization: An Evaluation of Learning With Virtual Learning Technologies. *Educational Technology&Society*, 5(3) ISSN 1436-4522.

Arvind, V.R. and Heard, J.W. (2010). Physics by simulation: Teaching circular motion using applets. *Latin American Journal of Physics Education*, 4(1), 35-39.

Baser, M. (2006). Effects of Conceptual Change and Traditional Confirmatory Simulations on Pre-Service Teachers' Understanding of Direct Current Circuits, *Journal of Science Education and Technology*.15, 367-381 [doi:10.1007/s10956-006-9025-3].

Baser, M. (2006). Effects of Conceptual Change and Traditional Confirmatory Simulations on Pre-Service Teachers' Understanding of Direct Current Circuits, *Journal of Science Education and Technology*.15, 367-381 [doi:10.1007/s10956-006-9025-3].

Bozkurt, E. (2008). Fizik Eğitiminde Hazırlanan Bir Sanal Laboratuvar Uygulamasının Öğrenci Başarısına Etkisi, Yayınlanmış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Bozkurt, E. ve Sarıkoç, A. (2008). Fizik Eğitiminde Sanal Laboratuvar, Geleneksel Laboratuvarın Yerini Tutabilir mi?. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89 -100.

Çepni, S. (2009). Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş (4. Baskı). Trabzon: Üçyol Kültür Merkezi.

Finkelstein, N., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S. and Reid, S. (2005) When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment, *Physics Education Research* 1 010103. Retrieved on January 15, 2007 from <http://prstper.aps.org/abstract/PRSTPER/v1/i1/e010103>

Jabot, M. and Henry, D. (2007). Mental models of elementary and middle school students in analyzing simple battery and bulb circuits. *School Science and Mathematics*, 107(1), 371-381 // g6, P, E, CIRC.

Jensen, N., Voight, G., Nejd, W. and Olbrich, S. (2004). "Development of a Virtual Laboratory System for Science Education", <http://imej.wfu.edu/articles/2004/2/03/index.asp>.

Jimoyiannis, A. and Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computer and Education*, 36, 183-204.

Karagöz, Ö. and Özden, N. (2007). *Effect of Virtual Lab Software Used in Physics Courses on Students' Success in Case of Their use With Different Teaching Methods*. 7th International Education Technology Conference: Educational Technology for Innovation and Change in Education. Nicosia, North Cyprus.

Koyunlu-Ünlü, Z. and Dökme, İ. (October 2011). The Effect of Combining Analogy-Based Simulation and Laboratory Activities on Turkish Elementary School Students' Understanding of Simple Electric Circuits, *The Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET* 10(4)p.320-329.

Kukkonen, J., Martikainen, T. and Keinonen, T. (1997). Simulation of Electrical Circuit in Instruction by Fifth Graders, VccSse-Virtual Community Collaborating Space for Science Education, Socrates.

Michelet S., Adam J.M. and Luengo V. (2007). *Adaptive learning scenarios for detection of misconceptions about electricity and remediation*. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 2(1), EBSCO.

Tanel, Z. ve Önder, F., Diyot Konularına İlişkin Bilgisayar Simülasyonları Kullanımının Öğrencilerin Laboratuvar Başarısına Etkisi. *IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi, 23-25 Eylül (2010), p. 2010.

Teodoro, V. D. (1998). From formulae to conceptual experiments: interactive modelling in the physical sciences and in mathematics. In: *International Colos Conference New Network-Based Media In Education*, 1998, Maribor, Eslovênia. [S.l.: s.n.], p. 13-22.

Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen Eğitimi ve Modeller, *Milli Eğitim dergisi*, 171, 188-196.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change, *Learning and Instruction*, 4, 45-69.