

Sınıf Öğretmen Adaylarına Basit Elektrik Devreleri Konusunun Simülasyon ve Laboratuvar Uygulaması Teknikleriyle Öğretimi¹

Teaching the Topic of Simple Electric Circuits through Simulation and Laboratory Practice Techniques to Prospective Primary School Teachers

Mustafa Yılmaz²

Altay Eren³

Özet: Bu araştırmanın amacı, sınıf öğretmen adaylarına basit elektrik devreleri konusunun simülasyon ve laboratuvar uygulaması teknikleri aracılığıyla öğretiminin, konuyu anlama düzeyleri üzerindeki etkisinin karşılaştırmalı bir yaklaşımla incelemektir. Araştırma deneysel bir araştırma niteliğindedir ve statik grup ön-test son-test deseni kullanılmıştır. Çalışma gruplarını 2012-2013 Öğretim yılı güz döneminde Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sınıf Öğretmenliği bölümü 2. sınıflarında öğrenim gören 57 (Simülasyon grubu 28, laboratuvar grubu 29) öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının konuyu anlama düzeylerinin ölçülmesi amacıyla, 112 öğretmen adayını kapsayan pilot çalışma sonucu başarı testi geliştirilmiştir. Veriler madde analizi, bağımlı ve bağımsız örneklem t testleri ve kovaryans analizi teknikleriyle analiz edilmiştir. Araştırmanın bulguları her iki grubun başarı düzeylerinde uygulama öncesi ve sonrası anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir. Spesifik olarak, simülasyon tekniğinin kullanıldığı gruptaki öğretmen adaylarının aldıkları puanların, laboratuvar uygulaması tekniğinin kullanıldığı gruptaki öğretmen adaylarının puanlarından anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırmanın bulgularından hareketle, basit elektrik devrelerinin öğretmen adaylarına öğretiminde, simülasyon tekniğinin laboratuvar uygulamasına göre daha etkili olabileceği çıkarımında bulunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Öğretim, simülasyon, laboratuvar uygulaması, basit elektrik devresi

Abstract: The aim of this study is to investigate the effect of teaching the topic of simple electric circuits through simulation and laboratory practice techniques to prospective primary school teachers on their comprehension levels comparatively. The study is an experimental study and it is based on static group pre-test, post-test design. The sample of the study consists of 57 (simulation group 28, laboratory group 29) prospective teachers in the 2nd year of Primary School Teaching in the Faculty of Education at Abant İzzet Baysal University during 2012-2013 the academic year. With the aim of evaluating the levels of comprehension of prospective teachers, an achievement test was developed based on a pilot study, contained 112 prospective teachers. Item analysis, independent samples and dependent samples t tests, and a covariance analysis were conducted in order to analyze the data appropriately. The findings showed that there were significant differences between two groups' success levels before and after the practice. Specifically, it was found that prospective teachers in the group in which simulation technique was applied got higher achievement scores significantly than that of those who were in the group in which laboratory practices were applied. Based on the current findings, it was concluded that simulation technique might be more effective than laboratory practice for teaching simple electric circuits to prospective teachers.

Key Words: Teaching, simulation, laboratory practice, simple electric circuits

GİRİŞ

Sürekli artan bilimsel bilgi ve buna bağlı olarak giderek gelişen ve yaygınlaşan teknolojik uygulamaların öğretilmesi, yeni ve daha etkili öğretim yöntem, strateji ve tekniklerinin kullanımını gündeme getirmektedir (Alakoç, 2003; Bayram, Patlı ve Savcı, 1998; Duman, 2002; Flick ve Bell, 2000; Guzey ve Roehrig, 2009; Layton, 1993; Linn, 2003; Özmen, 2004). Bu durum, okullarda öğretilen bilginin yalnızca 'içerik' açısından güncellenmesine ve kapsamının genişletilmesine değil, 'nasıl öğretilmesi gerektiği' konusuna da odaklanılmasını gerektirmektedir. Öğretim sürecinin ana eksenlerinden birini oluşturan öğretmenlerin, 'nasıl öğretilim?' sorusunun doğrudan muhatabı oldukları ve genellikle öğrendikleri gibi öğretme eğiliminde oldukları düşünülmektedir (Barak, 2006; Grove, Strudler ve Odell, 2004; Ramey-Gassert, Shroyer ve Staver,

¹ Bu makale, 5-7 Eylül 2013 tarihleri arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nde düzenlenen "22.Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı"nda bildiri olarak sunulmuştur.

² Araş. Gör., Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, e-posta: mustafayilmaz@ibu.edu.tr

³ Doç. Dr., Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, e-posta: eren_a@ibu.edu.tr

1996). Buna göre, öğretmenlerin öğretim programlarında kapsanan hedefler doğrultusundaki alan bilgisini etkili ve yeterli bir biçimde öğretebilmelerinin, öğretmenlik mesleğinin en erken evresini oluşturan öğretmen eğitimi süresince oluşturdukları öğrenme yaşantılarıyla büyük oranda paralel olduğu söylenebilir. Nitekim Feiman-Nemser (2008) öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi sürecinde yalnızca konu alanıyla ilgili bilgiler öğrenmediklerini, aynı zamanda öğretmen gibi hissetmeyi, davranmayı ve öğretmeyi öğrendiklerini ifade etmiştir. Üstelik konuyla ilgili literatürde, öğretmen eğitim programlarının niteliğinin, öğretmen adaylarının öğretmenliklerinde gerçekleştirdikleri öğretim sürecinin niteliğiyle ilişkili olduğunu gösteren dikkate değer sayıda kanıt bulunmaktadır (Borko, 2004; Darling-Hammond, 2000; Lortie, 1975).

Bu noktada, özellikle fen bilimleri gibi bilimsel ve teknolojik gelişmelerin içeriğini sürekli bir biçimde etkilediği ve dönüştürdüğü derslerle ilgili konuların öğretiminde, söz konusu öğrenme yaşantılarının etkili biçimde oluşturulmasını sağlama potansiyeline sahip öğretim yöntem ve tekniklerinin öğrenme üzerindeki etkililiklerinin karşılaştırmalı bir yaklaşımla sorgulanmasının; (a) çağdaş eğitim paradigmasının temel vurgusunu oluşturan (örneğin öğrenen merkezli öğretim uygulamaları) ilkeler doğrultusunda öğretimin gerçekleştirilmesi; (b) okullardaki öğrenmenin hem niteliğinin, hem de niceliğinin artırılması; (c) öğrenmede kalıcılığın sağlanması açısından önemli olduğu ifade edilebilir (Gil-Perez, Guisasola, Moreno, Cachapuz, De Carvalho vd., 2002; Göktaş, Yıldırım ve Yıldırım, 2008; Memon, 2007; Özdemir ve Sezgin, 2002; Özmen, 2004; Yıldız, 2010). Bu önem, ilköğretim kademesi gibi öğrencilerin soyut düşünme becerilerinin henüz yeterince gelişmediği, doğal olgu ve olayları kavrama düzeylerinin ortaöğretim ve yükseköğretim kademesindeki öğrencilere göre daha düşük olduğu bir dönem açısından daha da belirgindir. Dolayısıyla, bu çalışmanın bağlamını sınıf öğretmen adayları oluşturmuştur.

Konuyla ilgili literatürde, fen bilgisi öğretmen adaylarına ve sınıf öğretmen adaylarına öğretmen eğitim programlarının alan bilgisi boyutunda yer alan belirli konuların öğretiminde, çeşitli yöntem ve tekniklerin etkililiklerinin sorgulandığı çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Bilen, Köse ve Uşak, 2011; İlyasoğlu ve Aydın, 2014; Jimoyiannis ve Komis, 2001; Kaya, 2012; Tanel ve Önder, 2010; Yıldız ve Büyükkasap, 2011). Örneğin Karamustafaoğlu, Aydın ve Özmen (2005), 50 fen öğretmen adayına basit harmonik hareket konusunun öğretiminde geleneksel öğretim ve bilgisayar destekli öğretim yöntemlerinin etkililiğini inceledikleri çalışmalarında, dinamik sistemli simülasyon programıyla gerçekleştirilen öğretimin, geleneksel yöntemlerle (anlatım, soru-cevap) yürütülen öğretime kıyasla daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. 222 sınıf öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri ve yeryüzünde hareket konusunun öğretiminde simülasyon tekniği ve düz anlatım yönteminin öğrenme düzeyine etkisini araştırdıkları çalışmalarında Aycan, Arı, Türkoğuz, Sezer ve Kaynar (2002), bilgisayar destekli simülasyon tekniğinin düz anlatım yöntemine oranla akademik başarıyı artırmada daha etkili olduğunu saptamışlar ve simülasyon tekniğinin konuyu daha ilgi çekici ve akılda kalıcı hale getirdiğini ifade etmişlerdir. Morgil, Yavuz, Özyalçın Oskay ve Arda (2005) kimya öğretmenliği alanında öğrenim gören 84 öğretmen adayı ile gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, 20 soruluk asit-baz başarı testi sonuçlarına göre bilgisayar destekli öğretimin gerçekleştirildiği grubun akademik başarısının, geleneksel öğretim uygulamalarının gerçekleştirildiği gruba göre, anlamlı düzeyde yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bayram ve Koçak (2012) sınıf öğretmen adaylarının genel kimya konusundaki akademik başarılarına animasyonların etkisini araştırdıkları çalışmalarında, animasyon kullanılarak gerçekleştirilen yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretimin, yalnızca yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretime göre, öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerinde daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Tokur, Kaya ve Şahin (2012), 80 fen öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, “Tahmin-Gözlem-Açıklama” (TGA) stratejisine dayalı olarak hazırlanan etkinliklerin, geleneksel yöntemlere göre hazırlanan etkinliklere göre etkililiklerini araştırmıştır. Bulgular fen öğretmen adaylarının bitkilerde büyüme ve gelişme konusuna ilişkin konuları kavrama düzeylerine, hatırd tutmalarına, bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına yönelik etkilerinin, geleneksel yöntemlere dayalı olarak hazırlanan etkinliklerin etkililiğine göre, anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Özeken ve Yıldırım (2011) 95 fen öğretmen adayını kapsayan çalışmalarında, asit-baz konusunun öğretiminde probleme dayalı öğrenme yönteminin akademik başarı üzerindeki etkisini

incelemişlerdir. Araştırmada, asit-baz konusunun öğretiminde probleme dayalı öğrenme yönteminin kullanılmasının öğretmen adaylarının başarısını, geleneksel öğretim yönteminin (öğretmen merkezli eğitim) kullanılmasına göre anlamlı düzeyde daha fazla artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Harurluoğlu ve Kaya (2011), fen öğretmen adaylarının tohum-meyve-çiçek konularındaki akademik başarılarına ve hatırlama düzeyine yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğrenme halkası yönteminin etkisini araştırmışlardır. Dört hafta sonra uyguladıkları kalıcılık testi sonuçlarına göre, öğrenme halkası yönteminin öğretmen merkezli öğretime kıyasla, öğretmen adaylarının akademik başarıları ve hatırlama düzeyleri üzerinde daha etkili olduğunu saptamışlardır. Tay ve Yıldırım (2013), toplam 48 sınıf öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında bilgisayar destekli öğretimin gerçekleştirildiği grubun başarı puanı ile düz anlatım yoluyla öğretimin gerçekleştirildiği grubun başarı puanları arasında, bilgisayar destekli öğretimin yapıldığı grup lehine istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu sonucuna ulaşmışlardır. 80 sınıf öğretmen adayına “Maddenin Sınıflandırılması ve Karışımların Ayrılması” konularının bilgisayar destekli animasyonlarla öğretiminin öğrenme düzeyine etkisini inceleyen Bayram ve Koçak (2013), animasyonlarla desteklenmiş yapılandırmacı yaklaşımın, akademik başarıyı arttırmada ve akılda kalıcılığı sağlamada mevcut program dâhilinde uygulanan yapılandırmacı yaklaşım ile gerçekleştirilen öğretimden daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bu ve benzeri araştırmalar, öğretmen adaylarına fen konularıyla ilgili içeriğin öğretilmesinde yeni ve çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerinin, mevcut programlarda kullanılan öğretim yöntem ve tekniklerine göre (bu araştırmalarda sıklıkla adlandırıldığı şekliyle geleneksel öğretim yöntemleri) daha etkili oldukları konusunda bilgi vermektedirler. Buna karşın, öğrenmede etkili olduğu rapor edilen söz konusu yöntem ve tekniklerin birbirlerine göre ne oranda etkili oldukları konusunda bir bilgi vermemektedirler. Konuyla ilgili literatürde öğretmen adaylarına basit elektrik devreleri gibi temel fen konularının öğretiminde hem simülasyon, hem de laboratuvar uygulaması tekniklerinin kullanılmasının, geleneksel öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılmasına göre (düz anlatım, soru-cevap, tartışma vb.) daha etkili olduğunun saptandığı benzer araştırmalar bulunmaktadır. Örneğin, İlyasoğlu ve Aydın (2014) 60 fen öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, doğru akım devreleri konusunun öğretiminde 4 hafta boyunca deney grubuna bilgisayar destekli öğretim uygularken, kontrol grubunda dersleri geleneksel yöntemle işlemişler ve akademik başarı açısından bilgisayar destekli simülasyon grubu lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Benzer biçimde Kıyıcı ve Yumuşak (2005), 64 sınıf öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, “Chemlab” programı aracılığıyla simülasyon tekniği kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin, öğretmen adaylarının asit-baz kavramları ve titrasyon konusundaki akademik başarılarına anlamlı ve olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu araştırmalar, öğretmen adaylarına fen konularının öğretiminde simülasyon ve laboratuvar uygulaması tekniklerinin geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğuna ilişkin kanıt sağlamalarına rağmen, basit elektrik devreleri gibi temel fen konularının öğretiminde, simülasyon ve laboratuvar uygulaması tekniklerinden hangisinin öğretmen adaylarının öğrenmesini sağlamada daha etkili olduğuna ilişkin bir bulgu içermemektedir.

Nitekim konuyla ilgili literatürde sınıf öğretmen adaylarına basit elektrik devresi konusunun simülasyon ve laboratuvar uygulaması teknikleri aracılığıyla öğretiminin, konuyu anlama düzeyleri üzerindeki etkisinin karşılaştırmalı bir yaklaşımla incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Oysa bu konunun incelenmesi, soyut içerikleri nedeniyle zihinde canlandırılması ve/veya kavranması görece güç olan fen konularının öğretimi açısından büyük önem içermektedir. Fen konularının büyük çoğunluğunun, öğrencilerin somutlaştırmada güçlükler yaşadığı konular olduğu gerçeği dikkate alındığında (Yang, Andre, Greenbowe ve Tibell, 2003), bu konuların öğretiminde kullanılacak etkili stratejilerin, yöntemlerin ve tekniklerin seçimi ile uygulanmasının önemi daha iyi anlaşılabilir. Bu bağlamda çok sayıda strateji, yöntem ve teknikten söz edilebilmesine rağmen (örneğin TGA, drama, örnek olay, işbirlikli öğrenme, probleme dayalı öğrenme, istasyon, öğrenme halkası, animasyon vb.), simülasyon ve laboratuvar ortamında kullanılan deney teknikleri fen konularının öğretiminde etkililikleri sıklıkla rapor edilen teknikler arasında yer almaktadırlar. Konuyla ilgili literatürde, bu iki tekniğin farklı öğretim yöntem ve stratejileriyle birlikte incelendiği çalışmalar bulunmaktadır (Dorneles, Veit ve Moreira, 2010; Jaakkola ve Nurmi, 2008; Jaakkola, Nurmi ve

Veerms, 2011; Koyunlu, Ünlü ve Dökme, 2011). Buna karşılık, fen konularının öğretiminde, özellikle de sınıf öğretmen adaylarına, basit elektrik devreleri gibi ilköğretim kademesinde yer alan öğrencilerin öğrenmede güçlükler yaşadığı bir konunun öğretilmesindeki etkililiklerinin karşılaştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır.

Gerek fen öğretim programlarının içeriğinin yoğunluğu, gerekse sahip olunan fiziksel olanaklar her iki tekniğin okullarda birlikte kullanılma olasılığını oldukça azaltmaktadır. Bunun anlamı, söz konusu iki tekniğin fen konularının öğretimindeki etkililiklerinin karşılaştırmalı bir yaklaşımla sorgulanmasının pratikte önemli sonuçları olabileceğidir. Nitekim bu çalışmadan elde edilecek olan bulgular, basit elektrik devreleri gibi temel bir konunun öğretiminde hangi tekniğin etkili olduğuna yönelik kapsamlı bulgular ortaya koyarak, bu alanda yapılabilecek program geliştirme çalışmalarına katkıda bulunabilir. Ayrıca, söz konusu tekniklerin hangisinin etkili olduğuna yönelik olarak bu araştırmadan elde edilecek olan bulgular, öğretmen adaylarının basit elektrik devrelerinin öğretiminde hangi tekniklerin, neden ve nasıl kullanılması gerektiği gibi konularda farkındalık oluşturmalarını sağlayarak, gelecekteki öğretmenlik uygulamalarını olumlu yönde etkileyebilir. Öğretmenlerin öğrendikleri gibi öğretme eğilimleri oldukları düşünüldüğünde (Grove, Strudler ve Odell, 2004), söz konusu farkındalığı oluşturmanın önemi anlaşılabilir. Dolayısıyla bu araştırmanın amacı, sınıf öğretmen adaylarına basit elektrik devresi konusunun simülasyon ve laboratuvar uygulaması teknikleri aracılığıyla öğretiminin, konuyu anlama düzeyleri üzerindeki etkisinin karşılaştırmalı bir yaklaşımla incelenmesi olarak belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

1. Çalışma gruplarındaki öğretmen adaylarının uygulama öncesi basit elektrik devresi başarı testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Simülasyon uygulamalarının yapıldığı çalışma grubunun uygulama öncesindeki basit elektrik devresi başarı testi puanları ve uygulama sonrasındaki basit elektrik devresi başarı testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Laboratuvar uygulamalarının yapıldığı çalışma grubunun uygulama öncesindeki basit elektrik devresi başarı testi puanları ve uygulama sonrasındaki basit elektrik devresi başarı testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Çalışma gruplarındaki öğretmen adaylarının uygulama sonrasındaki basit elektrik devresi başarı testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1.1. Fen Öğretimi ve Laboratuvar Uygulamaları

Fen öğretiminin deneylerle birlikte gerçekleştirilmesi, öğrencilerin fen derslerine yönelik başarılarına ve derse karşı olan tutumlarına olumlu katkı sağlamaktadır (Güzel, 2000). Öğrenciler laboratuvarlarda deneyler aracılığıyla hem konuyu anlamlı bir şekilde zihinlerinde yapılandırmakta, hem de bilimsel süreç becerilerini geliştirmektedirler (Hesapçıoğlu, 1994). Yapılan araştırmalarda, öğrencilerin aktif şekilde sürece dâhil olduğu deneylerin, fen derslerindeki öğrenme düzeylerini büyük ölçüde arttırdığı görülmüştür (Freedman, 1997; Güven ve Gürdal, 2002; Hofstein ve Lunetta, 2004). Bu noktada, öğrencinin doğru kabul edeceği bir olgu ve/veya olayın ancak kendi deneyimlemesi ve gözlemlemesi ile tam ve anlaşılır hale geleceği gerçeği göz ardı edilmemelidir (Çorlu, 1994). Bu nedenle, dersin ve sınıf ortamının şartlarına uygun, yaparak-yaşayarak öğrenmeyi sağlayacak yöntem, strateji ve tekniklerin kullanılması gerekmektedir (Gürdal ve Yavru, 1998).

Nitekim laboratuvar uygulamaları tekniğinin muhakeme yapabilme, eleştirel düşünme, çıkarımda bulunma, bilimi anlama, işlem yeteneği ve el becerileri gibi bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine katkı sağladığını ifade eden Algan (1999), laboratuvar uygulamalarının fen bilimleri eğitiminin odak noktalarından biri olduğunu vurgulamıştır. Gürdal ve Türkmen (1997), yapmış oldukları çalışmada laboratuvar uygulamalarının, yalnızca dersin herhangi bir bölümü için değil, gerçek yaşamla bilimsel olgu ve olaylar arasında yer alan bir köprü görevi gördüğünü, deneylerin ispattan öte, yeni buluşlara açılan pencere olduğuna değinmişlerdir. Diğer taraftan, Akdeniz, Çepni ve Azar (1998) fen öğretmen adaylarının laboratuvar kullanım becerilerini inceledikleri

çalışmalarında ortam, zaman ve araç-gereç bakımından yetersiz olan laboratuvarlarda, öğretmenlerin deneyleri yapmama veya yalnızca gösteri deneyi olarak gerçekleştirme eğiliminde oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Bunun anlamı, laboratuvar uygulamalarının söz konusu teori ve kavramların öğretilmesindeki etkililiklerinin, nasıl gerçekleştirildiklerine bağlı olduğudur. Dolayısıyla, laboratuvar uygulamalarının etkili biçimde gerçekleştirildikleri takdirde, fen öğretiminin son derece önemli bir boyutunu oluşturduğu ve öğrencilerin fen kavramlarıyla gerçek yaşam arasında bağ kurmalarına yardımcı olduğu sonucu çıkarılabilir.

1.2. Fen Öğretiminde Simülasyon Uygulamalarının Kullanımı

Fen derslerinde öğrenciler özellikle teorik içeriği yoğun olan kavramları zihinlerinde yapılandırırken zorluk çekmektedirler (Yeung, 2004). Esasen öğrencilerin mikro boyutlarda gerçekleşen ve gözlemlenmesi olanaksız ya da güç olan olayları anlamalarını sağlamak için bu olayları deneyimlemeleri gerekmektedir. Ancak çeşitli nedenlerden dolayı (zaman yetersizliği, güvenlik, malzeme eksikliği, maliyet vb.), fen derslerinin içeriğini oluşturan her fiziksel ve doğal olay veya olgu laboratuvar ortamında gerçekleştirilememektedir. Ancak, söz konusu olaylar ve olgular uygun maliyetlerle ve güvenli biçimde, simülasyon tekniği kullanılarak ve bilgisayarlar aracılığıyla öğrenme ortamına aktarılabilir. Simülasyon tekniğinin tekrar edilebilirlik, güvenlik, gözlemlenebilirlik ve denenebilirlik açısından fen öğretiminde sıklıkla tercih edilen oldukça etkili ve kullanışlı bir teknik olduğunu ifade eden birçok çalışma vardır (De Jong ve Van Joolingen, 1998; Hakerem, Dobrynina ve Shore, 1993; Russell, Kozma, Jones, Wykoff, Marx ve Davis, 1997). Bu araştırmalardan elde edilen bulgular, simülasyon destekli öğretimin, öğrencilerin öğretim sürecinin odağını oluşturan temel fikirleri ve kavramları etkili ve doğru biçimde zihinlerinde yapılandırmalarını sağlayarak öğrenmenin niteliğini artırdığı yönünde kanıt sağlamaktadırlar.

Buna göre, simülasyon tekniğinin özellikle atomik ve moleküler düzeyde gerçekleşen ve öğrencilerin doğrudan algılamasının güç olduğu, soyut içeriğe sahip olayların kavranması açısından etkili bir teknik olduğu ifade edilebilir (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1997). Nitekim simülasyonların gerçek hayatta gözlenmesi veya uygulanması zor olan fiziksel olayları uygulanabilir ve gözlemlenebilir hale getireceğini ifade eden Steinberg (2000), öğrencilerin yerçekimini simülasyon uygulamalarıyla değiştirerek sürtünme kuvvetinde meydana gelecek olan değişimi ya da cismin ağırlığının nasıl değişeceğini hesaplayabildiklerini, gazlardaki taneciklerin hareketlerini ve sıcaklık veya basınç değiştiğinde atomlarda meydana gelebilecek değişimleri gözlemleyebildiklerini, basit sarkaçta periyodu hesaplayabildiklerini, elektrik devresinde devreden geçen akımı ölçebildiklerini, elektronların hareket yönünü fark edebildiklerini ifade etmiştir. Benzer biçimde Pekdağ (2010), fen öğretiminde simülasyon tekniğini kullanmanın, öğrencilerin parametreleri değiştirmesine ve değişimlerin sonuçlarını eş zamanlı görmesine olanak tanıyarak, öğretim programının içeriğinde yer alan konulardaki mikro dünyayı özgürce keşfedebilmesine olanak sağlayabileceğini ve böylece öğrencilerin, öğretim programının içerdiği bilimsel bilgileri yorumlayabileceklerini, bu bilimsel bilgilerle kendi bilgilerini karşılaştırabileceklerini vurgulamıştır.

Hakerem, Dobrynina ve Shore (1993), 10 lise öğrencisini kapsayan çalışmalarında, öğrencilerin çeşitli değişkenleri (sıcaklık, basınç vb.) değiştirerek, su moleküllerinin mikroskobik özellikleri ile ilgili tahminlerde bulunabildiklerini, tahminlerini deneyimleyebildiklerini, kimyasal sistemin sıcaklığını artırabildiklerini ve “moleküllerin daha hızlı hareket ettiklerini” fark edebildiklerini saptamışlardır. Jimoyiannis ve Komis (2001), toplam 90 lise öğrencisi ile gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı öğrenme ortamlarında yer alan öğrencilerin, geleneksel öğretime ek olarak simülasyon ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerine kıyasla, başarı düzeylerinin düşük olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar ayrıca, atış hareketi içerisinde hız ve ivme kavramlarının fonksiyonel olarak anlaşılması amacıyla geliştirilen bilgisayar simülasyonlarının, öğrencilerin fizik konularını kavramalarını kolaylaştırdığını da saptamışlardır.

Yukarıda yapılan açıklamalar ışığında, fen kavramları ile fen öğretimine konu olan temel olay ve olguların öğretiminde hem laboratuvar uygulamalarının, hem de simülasyon tekniğinin etkili olduğu söylenebilir. Ancak daha önce değinildiği gibi, söz konusu tekniklerin hangisinin fen

konularının öğretiminde daha etkili olduğunun deneysel bir desenden hareketle ve karşılaştırmalı bir yaklaşımla bugüne kadar sorgulanmamış olması, hangi tekniğin görece soyut içeriğe sahip bir konunun (örneğin basit elektrik devreleri gibi temel bir konunun) öğretiminde daha etkili olduğuna ilişkin bir çıkarımda bulunmayı olanaksız hale getirmektedir. Bunun anlamı, söz konusu tekniklerin karşılaştırmalı bir yaklaşımla incelenmesinin yalnızca önemli olmadığı, aynı zamanda gerekli ve mantıklı olduğudur.

YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Bu çalışma deneysel bir çalışma niteliğindedir ve desenini statik grup ön-test, son-test deseni oluşturmuştur. Söz konusu desen, incelenmesi hedeflenen özelliklerin mevcut gruplardan hareketle karşılaştırılmasına olanak sağlayan bir desendir (Büyüköztürk, Kılıç, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2012-2013 akademik yılında, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Programının 2. sınıflarında öğrenim gören toplam 57 öğretmen adayı oluşturmuştur. Tablo 1’de görüldüğü gibi simülasyon grubu 28 (17 kız, 11 erkek), laboratuvar grubu 29 (20 kız, 9 erkek) katılımcıdan oluşmaktadır.

Tablo 1: Öğrencilerin Çalışma Gruplarına Göre Dağılımları

		K	E	n	%
Grup	Simülasyon	17	11	28	49
	Laboratuvar	20	9	29	51
Toplam		37	20	57	100

2.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada sınıf öğretmen adaylarının basit elektrik devresi konusunu öğrenme düzeylerinin saptanması amacıyla 19 sorudan oluşan “Basit Elektrik Devresi Başarı Testi” (BEDBT) geliştirilmiştir. Söz konusu test ön-test ve son-test olarak katılımcılara uygulanmıştır. Testin geliştirilme sürecine ilişkin açıklamalara aşağıda yer verilmiştir.

2.3.1. Basit Elektrik Devresi Başarı Testi: Basit elektrik devresi başarı testinin geliştirilmesinin ilk aşamasında, araştırmanın konusu ile ilgili literatür taraması yapılmış ve test planı hazırlanmıştır. Testin geliştirileceği konuya ait kazanımlarla ilgili toplam 35 soru çeşitli kaynaklardan toplanmış (Aksoy, Aslan, Balıkcı, Güner, Çoban vd., 2005; Serway ve Beichner, 2011) ve gözden geçirilmiştir. Sorular, Ohm kanunu, ampul parlaklığını etkileyen faktörler, basit elektrik devresi elemanları konuları ile birlikte grafik okuma, değişkenleri belirleme gibi bilimsel süreç becerilerini içermektedir. Söz konusu sorular, bir ölçme değerlendirme uzmanının ve 4 fen eğitimcisinin görüşüne sunulmuş ve kapsam geçerliği açısından incelenmiştir. Sorular ayrıca, fen eğitimi alanında öğrenim gören 10 yüksek lisans öğrencisine okutulmuş ve anlaşılabilirlikleri açısından da incelenmiştir. Bu aşamalardan sonra, toplam 23 sorunun yer aldığı deneme amaçlı bir başarı testi oluşturulmuş ve bu test basit elektrik devresi konusunun yer aldığı dersi daha önce almış olan toplam 112 sınıf öğretmen adayına gerekli açıklamaların yer aldığı birer yönergeyle dağıtılarak, bir pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma aracılığıyla elde edilen verilerden hareketle, maddelerin ayırt edicilik indeksleri ile güçlük indeksleri hesaplanmıştır. Analizler sonucunda ayırt edicilik indekslerinin küçük olduğu saptanan dört soru testten çıkarılmıştır ($d < .20$). Kalan 19 sorunun ise gerek ayırt edicilik indekslerinin büyüklüğü açısından, gerekse güçlük düzeyleri açısından kabul edilebilir oldukları saptanmıştır. Nitekim Tablo 2’de görüldüğü gibi test maddelerinin güçlük indeksleri .20 ile .96 arasında değişmektedir. Testin ortalama güçlük indeksi ise .42 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, testin güçlüğünün orta düzeyde olduğu ifade edilebilir. Ayrıca,

Tablo 3’de görüldüğü gibi test maddelerinin ayırt edicilik indeksleri de .25 ile .66 arasında değişmektedir. Testin ortalama ayırt ediciliği ise .50 olarak hesaplanmıştır. Bunun anlamı, BEDBT’nin ayırt edicilik geçerliğine sahip bir test olduğudur. Test maddelerine verilen cevapların doğru-yanlış ya da evet-hayır şeklinde olduğu başarı testlerinde KR-20, likert tipi ölçeklerde ise Cronbach Alpha güvenirlik katsayısının kullanılması daha uygundur (Büyüköztürk, 2011). Bu nedenle, BEDBT’nin iç tutarlılık güvenirliğinin saptanması amacıyla KR-20 güvenirlik katsayısı hesaplanmış ve yeterli bulunmuştur (KR-20 = .84). Değerilen analiz sonuçlarından hareketle, BEDBT’nin öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilişkin başarılarının saptanmasında kullanılabilir geçerli ve güvenilir bir test olduğu çıkarımında bulunulabilir.

Tablo 2: Test Maddelerinin Güçlük Düzeyleri

Soru Numaraları	Güçlük (P)	Soru Numaraları	Güçlük (P)
Soru 1	0.60	Soru 11	0.21
Soru 2	0.30	Soru 12	0.20
Soru 3	0.48	Soru 13	0.56
Soru 4	0.96	Soru 14	0.36
Soru 5	0.80	Soru 15	0.56
Soru 6	0.20	Soru 16	0.40
Soru 7	0.62	Soru 17	0.39
Soru 8	0.48	Soru 18	0.20
Soru 9	0.20	Soru 19	0.20
Soru 10	0.33	Ortalama Güçlük	0.42

Tablo 3: Test Maddelerinin Ayırt Edicilik Düzeyleri

Soru Numaraları	Ayırt Edicilik (d)	Soru Numaraları	Ayırt Edicilik (d)
Soru 1	0.64	Soru 11	0.51
Soru 2	0.47	Soru 12	0.41
Soru 3	0.66	Soru 13	0.51
Soru 4	0.25	Soru 14	0.55
Soru 5	0.38	Soru 15	0.27
Soru 6	0.48	Soru 16	0.57
Soru 7	0.59	Soru 17	0.58
Soru 8	0.37	Soru 18	0.48
Soru 9	0.55	Soru 19	0.54
Soru 10	0.61	Ortalama Ayırt Edicilik	0.50

2.4. İşlem yolu

Bu çalışma 2012-2013 akademik yılının güz döneminde gerçekleştirilmiştir. BEDBT her iki grupta yer alan öğretmen adaylarına da ön-test olarak uygulanmıştır. Simülasyon tekniğinin kullanıldığı grupta basit elektrik devreleri konusu, bilgisayar ortamında bütün soruların cevaplarını uygulayabilecekleri ve gözlemleyebilecekleri basit elektrik devresi simülasyonu aracılığıyla ve dersin öğretim elemanının rehberliğinde işlenmiştir. Çalışmada, “Interactive Simulations” adlı proje kapsamında Colorado Üniversitesinde geliştirilen ve erişime açık olan “Basit Elektrik Devresi” simülasyonu kullanılmıştır (<http://www.phet.colorado.edu>). Bilgisayarlar aracılığıyla gerçekleştirilen simülasyon uygulamaları, kazanımların tamamını kapsayacak, kavram yanlışlarına neden olmayacak ve öğrenciler tarafından bütün parametrelerin değiştirilebilmesine olanak sağlayacak şekilde uygulanmıştır. Simülasyon aracılığıyla öğrenciler, tüm değişkenleri kendileri belirleyebilmenin yanında, tasarladıkları deneyleri de gerçekleştirebilme ve gözlemleyebilme imkânına sahip olmuşlardır. Simülasyon, elektronların hareketi ve ampullerin parlaklık miktarlarını gözlemleyebilme, ampermetre ve voltmetrede ölçüm yapabilme, devre elemanlarının tamamını kullanabilme, değişkenleri belirleyebilme ve sayısını değiştirebilme açısından gerekli donanımları içerecek şekilde tasarlanmıştır. Laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği grupta ise, basit elektrik devreleri konusu üç kişiden oluşan çalışma grupları oluşturularak, öğretim elemanının

rehberliğinde işlenmiştir. Öğrencilere laboratuvar ortamında konuyla ilgili tüm deney malzemeleri verilmiş, sorularına cevap bulmaları ve ilgili kazanımlara ulaşmaları için gerekli imkânlar sağlanmıştır. Çalışma gruplarındaki öğrencilere öğrenmeyi güçleştirecek herhangi bir kısıtlama yapılmamış; aksine, gerekli gördükleri takdirde konuyla ilgili olarak zihinlerindeki her türlü olasılığı deneme imkânı verilmiştir. Uygulamalar süresince her iki grupta yer alan öğrencilerin kendi gruplarındaki öğrencilerle etkileşimde bulunmaları sağlanmış ve BEDBT’de kapsanan tüm sorulara cevap bulabilecekleri deneyleri gerçekleştirmiş olmalarına dikkat edilmiştir. Her iki gruba yönelik uygulama da bir hafta sürmüştür (toplam dört ders saati; bir ders saati yaklaşık 50 dakikadır). Uygulamanın bitiminden bir hafta sonra BEDBT her iki gruba da son-test olarak uygulanmıştır. Dört ders saatinin basit elektrik devreleri konusunun her iki grupta da kapsamlı biçimde işlenmesi açısından yeterli olduğu gözlenmiştir.

2.5. Veri analizi

Araştırma sorularının cevaplanmasına geçilmeden önce, BEDBT aracılığıyla elde edilen verilerin çalışma gruplarında normal dağılım gösterip göstermediğinin incelenmesi amacıyla Shapiro-Wilks normallik analizi yapılmıştır (Büyüköztürk, 2011). Sonuç olarak, hem simülasyon, hem de laboratuvar gruplarında BEDBT aracılığıyla elde edilen verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığı saptanmıştır (bkz. Tablo 4). Bu nedenle, araştırma sorularının cevaplanması amacıyla gerçekleştirilen analizlerde, normal dağılım varsayımına dayalı olarak hesaplanan ortalamalar dikkate alınmıştır. Tüm analizler bilgisayar ortamında ve IBM SPSS 20 programından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4: Ön-test Ölçümlerinin Normallik Analizleri

Ölçüm	Grup	N	\bar{X}	SS	Shapiro-Wilks	p
BEDBT	Simülasyon	28	3.82	2.02	.928	.054
	Laboratuvar	29	5.93	3.06	.998	.087

BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine ilişkin çözümlenmeler sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

3.1. Alt Problemlere İlişkin Bulgular ve Yorumlar

3.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışma gruplarında yer alan öğretmen adaylarının basit elektrik devresi başarı testinden uygulama öncesinde aldıkları puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı, bağımsız örneklem için *t* testi ile analiz edilmiştir. Ayrıca, *p* değerine göre örneklem büyüklüğüne çok daha az hassas bir ölçü olması (Ferguson, 2009) ve bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini güvenilir biçimde yansıtması nedeniyle, Cohen’in (1988) *d* katsayısı da hesaplanmıştır. Buna göre, .30’den küçük olan katsayılar zayıf, .30 ve .60 arasındaki yer alan katsayılar orta ve .60’dan büyük olan katsayılar ise güçlü etki olarak yorumlanmıştır (Cohen, 1988). Bu bağlamda elde edilen sonuçlar Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5: Ön-test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	SS	t	Sd	p	d
Simülasyon	28	3.82	2.02	-3.062	55	.003	.81
Laboratuvar	29	5.93	3.06				

Çalışma gruplarının ön-test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını anlaşılması için yapılan *t* testi sonucuna göre, iki grubun puan ortalamaları arasında laboratuvar grubu lehine anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır [$t(55) = -3.062$; $p < .01$, $d = .81$]. Üstelik söz konusu farklılık güçlü bir etki büyüklüğüyle temsil edilmektedir ($d = .81$). Bu bulgu, laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirileceği grubun ön-test başarı puan ortalaması ile simülasyon tekniğinin kullanılacağı grubun ön-test başarı puan ortalamasının birbirlerinden önemli düzeyde farklılaştığının bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Bu nedenle, araştırmanın dördüncü sorusunun güvenilir bir yaklaşımla cevaplanması amacıyla kovaryans analizi gerçekleştirilmiş ve grupların ön-test başarı puan ortalamaları analize ortak değişkenler olarak dâhil edilmiştir. Bunun amacı, ön-test başarı puan ortalamaları arasında saptanan farklılığın son-test puan ortalamaları üzerindeki olası etkisinin kontrol edilmesidir (Field, 2009).

3.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumları

Simülasyon uygulamalarının yapıldığı çalışma grubunun uygulama öncesindeki basit elektrik devresi başarı testi puan ortalaması ve uygulama sonrasındaki basit elektrik devresi başarı testi puan ortalaması arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ilişkili ölçümler için *t* testi kullanılarak analiz edilmiş ve bulgular Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 6: Simülasyon Grubuna İlişkin İlişkili Örneklem t-Testi Sonuçları

Test ölçüm	N	\bar{X}	SS	t	Sd	p	d
Ön-test	28	3.82	2.02	-14.851	27	.000	.89
Son-test	28	11.5	2.49				

Tablo 6'da görüldüğü gibi, simülasyon grubundaki öğretmen adaylarının başarılarında anlamlı düzeyde bir artış meydana gelmiştir [$t(27) = -14.851$, $p < .001$, $d = .89$]. Spesifik olarak, öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilişkin son-test başarı puan ortalaması ($\bar{X} = 11.52$), ön-test başarı puan ortalamasına göre ($\bar{X} = 3.82$) anlamlı düzeyde daha büyüktür. Buna göre, simülasyon grubunun başarı düzeyinde önemli bir artıştan söz edilebilir. Üstelik bu artış önemli bir etki büyüklüğüyle temsil edilmektedir ($d = .89$). Bu bulgu, basit elektrik devreleri konusunun öğretmen adaylarına simülasyon tekniği aracılığıyla öğretilmesinin, konuya ilişkin öğrenme düzeylerini anlamlı düzeyde ve olumlu yönde etkilediğine işaret etmektedir.

3.1.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Laboratuvar uygulamalarının yapıldığı çalışma grubunun uygulama öncesindeki basit elektrik devresi başarı testi puan ortalaması ve uygulama sonrasındaki puan ortalaması arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ilişkili ölçümler için *t* testi ile analiz edilmiş ve bulgular Tablo 7'de özetlenmiştir.

Tablo 7: Laboratuvar Uygulamaları Grubuna İlişkin İlişkili Örneklem t-Testi Sonuçları

Test ölçüm	N	\bar{X}	SS	t	Sd	p	d
Ön-test	29	5.93	3.06	-10.547	28	.000	.80
Son-test	29	10.69	2.95				

Tablo 7'de görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının başarılarında, laboratuvar uygulamaları sonrasında da anlamlı düzeyde bir artış meydana gelmiştir [$t(28) = -10.547$, $p < .001$, $d = .80$].

Spesifik olarak, öğretmen adaylarının son-test başarı puan ortalaması ($\bar{X} = 10.69$), ön-test başarı puan ortalamasına göre ($\bar{X} = 5.93$) anlamlı düzeyde daha büyüktür. Buna göre, laboratuvar uygulamaları grubunun başarı düzeyinde önemli bir artıştan söz edilebilir. Üstelik bu artış, simülasyon grubunda meydana gelen artışa benzer biçimde, dikkate değer bir etki büyüklüğüyle temsil edilmektedir ($d = .80$). Bu bulgu, basit elektrik devreleri konusunun öğretmen adaylarına laboratuvar uygulamaları aracılığıyla öğretilmesinin, konuya ilişkin öğrenme düzeylerini anlamlı düzeyde ve olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

3.1.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışma gruplarındaki öğretmen adaylarının, basit elektrik devresi başarı testinden uygulama sonrasında aldıkları puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı, ön-test başarı puan ortalamasının ortak değişken olarak belirlendiği kovaryans analizi aracılığıyla incelenmiştir. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar Tablo 8’de özetlenmiştir.

Tablo 8: Son-test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Kovaryans Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	η^2_P
Ön test	116.176	1	116.176	21.264	.000	
Grup	48.166	1	48.166	8.816	.004*	.14
Hata	295.031	54	5.464			
Toplam	420.561	56				

* $p < .01$

Tablo 8’de görüldüğü gibi, simülasyon grubundaki öğretmen adaylarının basit elektrik devresi son-test başarı puan ortalaması ($\bar{X} = 11.52$), laboratuvar uygulamaları grubundaki öğretmen adaylarının basit elektrik devresi son-test başarı puan ortalamasından ($\bar{X} = 10.69$) anlamlı düzeyde daha büyüktür [$F(1, 54) = 8.82, p < .01, \eta^2_P = .14$]. Üstelik bu fark, dikkate değer bir etki büyüklüğüyle temsil edilmektedir. Nitekim bu bağlamda hesaplanan kısmi eta-kare katsayısı .14’tür ($\eta^2_P > .06$, Richardson, 2011). Bununla birlikte, araştırmanın odağında yer almamasına rağmen, kovaryans analizi, olası etkisinin kontrol edilmesi amacıyla cinsiyet değişkeni de dâhil edilerek yeniden gerçekleştirilmiş ve cinsiyet değişkeninin, elde edilen sonuçları etkilemediği saptanmıştır. Benzer biçimde, cinsiyet değişkeninin grupların son-test puan ortalamaları üzerindeki bağımsız etkisi de dikkate değer bulunmamıştır ($d = .28$).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmanın birinci alt probleminin yanıtlanması amacıyla yapılan analiz sonuçları, laboratuvar uygulamaları grubunda yer alan öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilişkin ön-test puanlarının, simülasyon grubunda yer alan öğretmen adaylarının ön-test puanlarından anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu durum, laboratuvar uygulaması grubunda yer alan öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilişkin önbilgi düzeyleri arasındaki farklılıktan kaynaklanabilir. Nitekim herhangi bir konuya ilişkin ön bilgi düzeyinin, aynı konu ya da konulara ilişkin sonraki öğrenme düzeyini güçlü düzeyde ve olumlu yönde etkilediği uzun zamandan bu yana bilinen bir olgudur (Martinez, 2010; Woolfolk, 2010).

Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin olarak yapılan analizler aracılığıyla elde edilen sonuçlar, simülasyon grubunda yer alan öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilişkin başarı düzeylerinin, uygulama öncesine kıyasla önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Bu bulgu, bundan önce gerçekleştirilen bazı araştırmalardan elde edilen bulgularla tutarlıdır. Örneğin, Civelek (2008) “Bilgisayar Destekli Fizik Deney Simülasyonlarının Öğrenme Üzerindeki Etkileri” isimli 230 öğrenciyi kapsayan deneysel çalışmasında, fizik dersinin bir ay süreyle bilgisayar destekli simülasyon tekniğiyle işlenmesinin, geleneksel öğretim yöntemlerine dayalı olarak işlenmesine göre,

öğrencilerin öğrenme ve motivasyon düzeyleri üzerinde anlamlı etkileri olduğunu saptamıştır. Benzer biçimde, basit elektrik devresi konusunun öğretiminde geleneksel yöntem ile simülasyona dayalı deneyleri içeren bilgisayar aktivitelerinin etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalarında Dorneles, Veit ve Moreira (2010), simülasyon grubunun akademik başarı düzeyinin geleneksel grubun akademik başarı düzeyinden anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Benzer sonuçların elde edildiği birçok çalışma mevcuttur (İlyasoğlu ve Aydın, 2014; Jimoyiannis ve Komis, 2001; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005). Bu araştırmalardan elde edilen bulgular ışığında, simülasyon grubunda yer alan öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilişkin başarı düzeylerinde gözlemlenen anlamlı düzeydeki artışın şaşırtıcı olmadığı, aksine, beklenebilecek bir bulgu olduğu söylenebilir. Simülasyon tekniğinin öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilişkin başarı düzeyleri üzerindeki olumlu ve anlamlı etkisi, gerçek yaşamda gözlenmesi mümkün olmayan soyut konuların somutlaştırılmasını sağlayarak öğrenmeyi kolaylaştırma (Steinberg, 2000) ve bilişsel odaklanma düzeyini artırma (Winberg ve Berg, 2007) gibi özellikleri dikkate alındığında daha iyi anlaşılabilir.

Diğer taraftan, araştırmanın üçüncü alt problemi kapsamında yapılan analiz sonuçları, laboratuvar grubunda yer alan öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilişkin başarı düzeylerinin de uygulama öncesine kıyasla önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Araştırmanın bu bulgusu, bundan önce gerçekleştirilen araştırmalardan elde edilen bulgularla paraleldir. Örneğin, Koyunlu Ünlü ve Dökme (2011), 66 öğrenci ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, basit elektrik devreleri konusunun laboratuvar uygulamalarına dayalı olarak öğretilmesinin, öğrencilerin ders başarısını anlamlı düzeyde ve olumlu yönde etkilediğini saptamışlardır. Konuyla ilgili literatürde, laboratuvar uygulamalarının geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla, akademik başarıyı daha fazla artırdığını rapor eden çalışmalar da mevcuttur (Cardak, Onder ve Dikmenli, 2007; Freedman, 1997, 2001; Hofstein ve Lunetta, 1982; McRobbie ve Fraser, 1993). Bu ve benzeri araştırmalardan elde edilen bulgular, laboratuvar uygulamalarının söz konusu etkisinin, kavranması görece güç olan soyut konuların somutlaştırılmasına yardımcı olmasından ve olası neden sonuç ilişkilerinin laboratuvar ortamında gözlenmesine olanak sağlamasından kaynaklandığına işaret etmektedir. Dolayısıyla, laboratuvar grubunda yer alan öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna yönelik başarı düzeylerinde olumlu yönde bir artış gözlemlenmesi beklenebilir. Araştırmanın bu bulgusu, daha önce değinildiği gibi, laboratuvar uygulamaları grubunda yer alan öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilgili ön bilgi düzeylerinin yüksek olmasından da kaynaklanmış olabilir. Daha açık bir ifadeyle, öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna ilişkin ön bilgi düzeylerinin yüksek olması, konuyu daha kolay öğrenmelerini sağlayarak, başarı düzeylerini olumlu yönde etkilemiş olabilir.

Araştırmanın yukarıda özetlenen ve konuyla ilgili literatüre atıfla tartışılan bulguları, sınıf öğretmen adaylarının eğitimi açısından en az bir nedenden dolayı son derece önemlidir. Giriş bölümünde değinildiği gibi, öğretmenler genellikle öğrendikleri gibi öğretme eğilimindedirler (Grove, Strudler ve Odell, 2004). Üstelik öğretmen eğitimi yalnızca alan bilgisinin değil, öğretmen gibi hissetmenin, davranmanın ve düşünmenin öğrenildiği bir süreçtir (Feiman-Nemser, 2008). Buna göre, öğretmen adaylarının alan bilgisinin içeriğinde yer alan basit elektrik devreleri gibi konuları, öğretmen eğitimleri sürecinde nasıl öğrendiklerinin ve öğrenme sürecinde kullanılan yöntem ve tekniklerin etkililiğine ilişkin deneyimlerine dayalı olarak oluşturdukları görüşlerinin, gelecekte gerçekleştirecekleri öğretim süreçleri açısından önemli sonuçları olacağı söylenebilir. Bu araştırmanın yukarıda değinilen bulguları, sınıf öğretmen adaylarının ilköğretimin erken evrelerinde yer alan öğrencilerin basit elektrik devrelerinin, günlük yaşamda kullanımını gözlemledikleri aydınlatma vb. fiziksel olguların ardında yatan temel işleyişteki rollerinin ve bunlarla ilgili ilkelerin kavranmasını sağlamada kullanabilecekleri teknikler konusunda, kendi deneyimlerine dayalı olarak bir farkındalık oluşturmalarına katkı sağlayabileceğine işaret etmektedir. Nitekim bu araştırmada basit elektrik devreleri konusunu hem laboratuvar uygulamalarına, hem de simülasyona dayalı olarak öğrenen öğretmen adaylarının başarı düzeylerinin anlamlı düzeyde arttığı saptanmıştır. Bunun anlamı, öğretmen adaylarının mevcut deneyimlerine dayalı olarak, gelecekte her iki tekniği de kullanma konusunda bir eğilim göstermelerinin mümkün olabileceğidir. Hem simülasyon tekniğinin, hem de laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin temel fen kavramlarını öğrenmelerini anlamlı düzeyde ve olumlu yönde etkilediğini ortaya koyan çalışmalar (Akkağıt ve Tekin, 2012; Aycan, Arı,

Türkoğuz, Sezer ve Kaynar, 2002; Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Civelek, 2008; Karamustafaoğlu, Aydın ve Özmen, 2005; Morgil, Yavuz, Özyalçın Oskay ve Arda, 2005), bu araştırmanın ikinci ve üçüncü alt problemleri bağlamında elde edilen bulgularla birlikte değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının gelecekteki öğretmenlik uygulamalarında bu tekniklerden herhangi birisini ya da ikisini bir arada kullanabilecekleri söylenebilir.

Ancak, araştırmanın dördüncü alt problemi kapsamında gerçekleştirilen analizler aracılığıyla elde edilen sonuçlar, basit elektrik devreleri konusunun sınıf öğretmeni adaylarına simülasyon tekniği aracılığıyla öğretilmesinin, laboratuvar uygulamaları aracılığıyla öğretilmesine göre, konuya ilişkin ön bilgi düzeyleri arasında gözlemlenen farklılık düzeyleri ve cinsiyet farklılıkları kontrol edildiğinde bile anlamlı düzeyde daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda elde edilen ilk bulgu olması, araştırmanın bu bulgusunun bundan önce gerçekleştirilen araştırmalara dayalı olarak yorumlanmasını güçleştirmektedir. Buna rağmen, araştırmanın bu bulgusu simülasyon tekniğinin laboratuvar uygulamalarından farklı olarak, yalnızca uygulamaya değil, aynı zamanda uygulamaya konu olan adımları zihinde canlandırmaya da olanak sağlamasıyla açıklanabilir. Nitekim simülasyonlar aracılığıyla gerçekleştirilen zihinsel canlandırmaların öğrenme düzeyini artırıcı etkisi uzun zamandan bu yana bilinmektedir (Fredericksen, Pickett, Shea, Pelz ve Swan, 2000; Wasson, 1997; Yakıncı, Almiş, ve Kavruk, 2012; Yeung, 2004). Dolayısıyla, araştırmanın bu bulgusu, öğretmen adaylarının gelecekte gerçekleştirecekleri öğretim sürecinde basit elektrik devrelerinin öğretiminde laboratuvar uygulamalarından çok, simülasyon tekniğini kullanmalarının daha etkili olabileceğine işaret ederek, öğretmen adaylarının eğitimine ilişkin olarak yukarıda yapılan önerinin içeriğini de genişletmiştir.

Araştırmanın bu bulgusundan hareketle, öğretmen eğitimcilerinin basit elektrik devreleri konusunun öğretiminde laboratuvar uygulamalarından çok, simülasyon tekniğini kullanmalarının öğretmen adaylarının öğrenme ve başarı düzeylerini arttırmaları açısından da önemli olacağı söylenebilir. Ancak bu öneri, bir tekniğin diğerine, her durumda ve mutlak biçimde tercih edilmesine yönelik olmaktan çok, imkanların elverişli olmadığı öğretim ortamlarında basit elektrik devreleri gibi konuların öğretiminde simülasyon tekniğinin tercih edilmesinin daha doğru bir yaklaşım olabileceğine ilişkin bir öneri olarak algılanmalıdır. Esasen temel fen konularının öğretiminde laboratuvar uygulamalarının simülasyon tekniğiyle bir arada kullanılması, yalnızca bir tanesinin kullanılmasına göre daha etkili olabilir. Üstelik böyle bir yaklaşım, öğretmen adaylarının söz konusu teknikleri bir arada kullanmaları konusunda önemli deneyimler oluşturmalarına ve bu bağlamdaki deneyimlerini gelecekteki öğretim süreçlerine yansıtma olanağına olanak sağlayabilir. Söz konusu yansıtmanın özellikle ilköğretim kademesinde bulunan öğrencilerin temel fen konularını öğrenmeleri açısından içerdiği önem açıktır. Nitekim ilköğretim kademesindeki öğrencileri kapsayan çalışmalardan elde edilen bulgular, basit elektrik devreleri konusunun öğretiminde simülasyon ve laboratuvar uygulamalarının bir arada kullanılmasının, ayrı ayrı kullanılmalarına göre, öğrenmeyi sağlamada daha etkili olduğunu göstermiştir (Jaakkola ve Nurmi, 2008; Jaakkola, Nurmi ve Veermans, 2011; Koyunlu, Ünlü ve Dökme, 2011).

Özetle, bu araştırmadan elde edilen bulgular iki önemli sonuç ortaya koymuştur. Birincisi, hem laboratuvar uygulamalarının, hem de simülasyon uygulamalarının sınıf öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusuna yönelik başarı düzeylerini artırdığıdır. İkincisi ve daha önemlisi, basit elektrik devreleri konusunu simülasyon tekniği aracılığıyla öğrenen sınıf öğretmen adaylarının başarı düzeylerinin, aynı konuyu laboratuvar uygulamaları aracılığıyla öğrenen sınıf öğretmen adaylarının başarı düzeylerine göre, ön bilgi ve cinsiyet değişkenlerinin etkileri kontrol edildiğinde bile anlamlı düzeyde daha yüksek olduğudur.

Araştırmanın sonuçları, basit elektrik devreleri konusunun öğretimi açısından yukarıda detaylı biçimde değinilen önemli doğurguları içermektedir. Ancak bu sonuçlar, görece az sayıda öğretmen adayından oluşan çalışma gruplarından hareketle gerçekleştirilmiş olması, bir kontrol grubu içermemesi, yalnızca sınıf öğretmen adaylarını kapsamaması ve basit elektrik devreleri konusuna yönelik başarıyı yansıtması gibi sınırlılıklar nedeniyle gelecekte yapılacak araştırmalarda dikkatle yorumlanmalıdır. Dolayısıyla, farklı öğretmen eğitim programlarında öğrenim gören ve daha fazla sayıda öğretmen adayını içeren çalışmalar aracılığıyla elde edilecek olan bulgular, bu konuya ilişkin daha kapsamlı ve önemli katkılar sağlayabilirler. Ayrıca, gelecekte yapılacak olan çalışmalarda simülasyon ve laboratuvar uygulamaları tekniklerine ek olarak, drama ve proje tabanlı öğrenme gibi

yöntem ve tekniklerin etkililiklerinin de karşılaştırmalı bir bakış açısıyla sorgulanması önemlidir. Nitekim bu ve benzeri araştırmalardan elde edilecek olan bulgular, ilköğretim gibi fen konularının öğretimi açısından hassas ve önemli bir kademede benimsenebilecek etkili öğretim yöntem ve tekniklerin neler olabileceğine ve nasıl kullanılabilmesine yönelik dikkate değer katkılar sağlayabilir. Bu araştırmadan elde edilen bulguların, gelecekte yapılabilecek araştırmalar için sağlam bir basamak oluşturacağı ümit edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akdeniz, A. R., Çepni, S. ve Azar, A. (1998). Fizik öğretmen adaylarının laboratuvar kullanım becerilerini geliştirmek için bir yaklaşım. *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 118-125.
- Akkağıt, Ş. F. ve Tekin, A. (2012). Simülasyon tabanlı öğrenmenin ortaöğretim öğrencilerinin temel elektronik ve ölçme dersindeki başarılarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 13(2), 1-12.
- Aksoy, M., Aslan, M., Balıkcı, C., Güner, U., Çoban, H. H., İlter, C. vd. (2005). ÖSS fen bilimleri 1 (Fizik-kimya-biyoloji). İzmir: Güvender Yayınları.
- Alakoç, Z. (2003). Matematik öğretiminde teknolojik modern öğretim yaklaşımları. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(1), 43-49.
- Algan, Ş. (1999). *Laboratuvar destekli fizik öğretiminin öğrenci başarısına etkisi ve 1962-1985 yılları arasında türkiye’de uygulanan modern matematik ve fen programları*. (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aycan, Ş., Arı, E., Türkoğuz, S., Sezer H. ve Kaynar, Ü. (2002). Fen ve fizik öğretiminde bilgisayar destekli simülasyon tekniğinin öğrenci başarısına etkisi: yeryüzünde hareket örneği. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15, 57-70.
- Barak, M. (2006). Instructional principles for fostering learning with ict: teachers’ perspectives as learners and instructors. *Education and Information Technologies*, 11, 121-135.
- Bayram, H., Pathı, H. U. ve Savcı, H. (1998). Fen öğretiminde öğrenme halkası modeli. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10, 31-40.
- Bayram, K. ve Koçak, N. (2013). Öğretmen adaylarının genel kimya dersindeki erişilerine ve kalıcılık düzeylerine animasyon uygulamalarının etkisi. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(12), 167-177.
- Bayram, K. ve Koçak, N. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının genel kimya dersindeki akademik başarılarına animasyonların etkisinin incelenmesi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Niğde Üniversitesi, 27-30 Haziran, Niğde, Türkiye.
- Bilen, K., Köse, S. ve Uşak, M. (2011). Tahmin et-gözle-açıkla (TGA) stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının osmoz ve difüzyon konusunu anlamalarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, 115-127.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15.
- 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.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (14.Baskı)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri (16.baskı)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Cardak, O., Onder, K. ve Dikmenli, M. (2007). Effect of the usage of laboratory method in primary school education for the achievement of the students’ learning. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(2), 1-11.
- Civelek, T. (2008). *Bilgisayar destekli fizik deney simülasyonlarının öğrenme üzerindeki etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd. Edition)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, F. M. (1997). *Fizik öğretimi*. Ankara: YÖK/ Dünya Bankası Yayınları.
- Çorlu, M.A. (1994). *Bilgisayar destekli fen ve fizik öğretimi*. İstanbul: Derya Yayınları.
- Darling-Hammond, L. (2000). How teacher education matters. *Journal of teacher education*, 51(3), 166-173.

- De Jong, T. ve Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
- Dorneles, P. F. T., Veit, E. A. ve Moreira, M. A. (2010). A study about the learning of students who worked with computational modeling and simulation in the study of simple electric circuits. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 569-595.
- Duman, B. (2002). Küreselleşme sürecinde öğrenme-öğretme nasıl yapılmalıdır?. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 9(9), 40-55.
- Feiman-Nemser, S. (2008). Teacher learning: how do teachers learn to teach? In M. Cochran-Smith, S. Feiman-Nemser, D. J. McIntyre, & K. E. Demers (Eds.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 697-705), New York, NY: Co-published by Routledge/Taylor & Francis Group.
- Ferguson, C. J. (2009). An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*, 40(5), 532-538.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Sage Publications.
- Flick, L. ve Bell, R. (2000). Preparing tomorrow's science teachers to use technology: Guidelines for science educators. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 1(1), 39-60.
- Fredericksen, E., Pickett, A., Shea, P., Pelz, W. ve Swan, K. (2000). Student satisfaction and perceived learning with on-line courses: Principles and examples from the SUNY learning network. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 4(2), 7-41.
- Freedman, M.P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 343-357.
- Freedman, M. P. (2001). The influence of laboratory instruction on science achievement and attitude toward science among ninth grade students across gender differences (ERIC Document Reproduction Service No: ED454070).
- Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., De Carvalho, A. M. P., Torregrosa, J. M., vd. (2002). Defending constructivism in science education. *Science & Education*, 11(6), 557-571.
- Göktaş, Y., Yıldırım, Z. ve Yıldırım, S. (2008). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin eğitim fakültelerindeki durumu: dekanların görüşleri. *Eğitim ve Bilim*, 33 (149), 31-50.
- Grove, K., Strudler, N. ve Odell, S. (2004). Mentoring toward technology use: Cooperating teacher practice in supporting student teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 7 (1), 85-109.
- Guzey, S. S. ve Roehrig, G. H. (2009). Teaching science with technology: Case studies of science teachers' development of technology, pedagogy, and content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9 (1), 25-45.
- Gürdal, A. ve Türkmen, A. (1997). İlköğretim okullarında grup çalışmasının fen öğretimine etkisi. *Türk Cumhuriyetleri ve Asya Pasifik Ülkeleri Uluslar Arası Sempozyumu*, Elazığ, 255-261.
- Gürdal, A. ve Yavru, Ö. (1998). İlköğretim okullarının 4. ve 5. sınıflarında laboratuvar deneylerinin öğrencilerin mekanik konusundaki başarısına ve kavramları kazanmasına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10, 330.
- Güven, İ. ve Gürdal, A. (2002). Ortaöğretim fizik derslerinde deneylerin öğrenme üzerindeki etkileri. *V. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 16-18 Ekim, Ankara Türkiye.
- Güzel, H. (2000). İlköğretim okulları I. ve II. kademedeki fen bilgisi derslerinde laboratuvar etkinlikleri ve araç kullanımının düzeyi. *Hacettepe Üniversitesi IV. Fen Bilimleri Kongresi*, 181-187.
- Hakerem, G., Dobrynina, G. ve Shore, L. (1993). *The effect of interactive, three dimensional, high speed simulations on high school science students' conceptions of the molecular structure of water*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, GA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED362390).
- Harurluoğlu, Y. ve Kaya, E. (2011). Öğrenme halkası modelinin fen bilgisi öğretmen adaylarının tohum-meyve-çiçek konularındaki başarılarına ve hatırlama düzeylerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(4): 43-50.
- Hesapçioğlu, M. (1994). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54.

- İlyasoğlu, U. ve Aydın, A. (2014). Doğru akım devreleri konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin fen ve teknoloji öğretmen adaylarının başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(1), 223-240.
- Jaakkola, T. ve Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, 271-283.
- Jaakkola, T., Nurmi, S. ve Veermans, K. (2011). A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation – laboratory context. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 71-93.
- Jimoyiannis, A. ve Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, 183-204.
- Karamustafaoğlu, O., Aydın, M. ve Özmen, H. (2005). bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: basit harmonik hareket örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 67-81.
- Kaya, E. (2012). Argümantasyona dayalı etkinliklerin öğretmen adaylarının kimyasal denge konusunu anlamalarına etkisi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Niğde Üniversitesi, 27-30 Haziran, Niğde, Türkiye.
- Kıyıcı, G. ve Yumuşak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi; Asit-baz kavramları ve titrasyon konusu örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 130-134.
- Koyunlu Ünlü, Z. ve Dökme, İ. (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*, 10(4), 320-329.
- Layton, D. (1993). *Technology's challenge to science education*. Buckingham – Philadelphia: Open University Press.
- Linn, M. (2003). Technology and science education: Starting points research programs, and trends. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 727-758.
- Lortie, D. (1975). *Schoolteacher: A sociological study*. Chicago: University of Chicago Press.
- Martinez, M. E. (2010). *Learning and cognition: The design of the mind*. Upper Saddle River, New Jersey, NJ: Pearson.
- Mc Robbie, C. J. ve Fraser, B. J. (1993). Associations between student outcomes and psychosocial science environment. *Journal of Educational Research*. 87 (2), 78-86.
- Memon, G.R. (2007). Education in Pakistan: The key issues, problems and the new challenges. *Journal of Management and Social Sciences*, 3 (1), 47-55.
- Morgil, I., Yavuz, S., Özyalçın Oskay, Ö. ve Arda, S. (2005). Traditional and computer-assisted learning in teaching acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (1), 52-63.
- Özdemir, S. ve Sezgin, F. (2002). Etkili okullar ve öğretim liderliği. *Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3, 266-282.
- Özeken, Ö. F., ve Yıldırım, A. (2011). Asit-Baz konusunun öğretiminde probleme dayalı öğrenme yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 1 (1), 33-38.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3 (1), 100-111.
- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7 (2), 79-110.
- Ramey-Gassert, L., Shroyer, M. G. ve Staver, J. R. (1996). A qualitative study of factors influencing science teaching self-efficacy of elementary level teachers. *Science Education*, 80 (3), 283-31.
- Richardson, J. T. E. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review*, 6 (2), 135-147.
- Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N. ve Davis, J. (1997). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74 (3), 330-334.
- Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2011). *Fen ve mühendislik için fizik 2. (Çev. K. Çolakoğlu)*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Steinberg, R. N. (2000). Computers in teaching science: to simulate or not to simulate? *American Journal of Physics*, 68 (7), 37-41.
- Tanel, Z. ve Önder, F. (2010). Elektronik laboratuvarında bilgisayar simülasyonları kullanımının öğrenci başarısına etkisi: diyot deneyleri örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 101-110.
- Tay, B. ve Yıldırım, K. (2013). Bilgisayar destekli öğretimin hayat bilgisi öğretimi dersinde başarıya etkisi ve yöntemle ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (1), 84-110.

- Tokur, F., Kaya, A. ve Şahin, G. (2012). TGA stratejisinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde büyüme-gelişme konusunu anlamalarına etkisi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Niğde Üniversitesi, 27-30 Haziran, Niğde, Türkiye.
- Wasson, B. (1997). Advanced educational technologies: The learning environment. *Computers in Human Behavior*, 13 (4), 571-594.
- Winberg, T.M. ve Berg, C.A.R. (2007). Students' cognitive focus during a chemistry laboratory exercise: Effects of a computer-simulated prelab. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (8), 1108-1133.
- Woolfolk, A. (2010). *Educational psychology (11th ed.)*. London: Pearson.
- Yakıncı, C., Almış, H. ve Kavruk, H. (2012). Tıp eğitiminde hikâyenin gücü. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 55 (4), 211-215.
- Yang, E. M., Andre, T., Greenbowe, T. J. ve Tibell, L. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25 (3), 329-349.
- Yeung, Y. Y. (2004). A learner-centered approach for training science teachers through virtual reality and 3D visualization technologies: Practical experience for sharing. *Conference Paper for The Fourth International Forum on Education Reform*. Bangkok, Thailand.
- Yıldız, A. ve Büyükkasap, E. (2011). Öğretmen adaylarının fotoelektrik olayını anlama düzeyleri ve öğrenme amaçlı yazmanın başarıya etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11 (4), 2259-2274.
- Yıldız, S. (2010). İlkokuma yazma öğretiminde çoklu ortam uygulamalarının okuma becerisi üzerinde etkililiği. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2010-1 (20), 31-63.