



<http://kefad.ahievran.edu.tr>

## Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

ISSN: 2147 - 1037

### Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Öğrenci Akademik Başarıları Üzerine Etkisinin İncelenmesi: Elektrik Ünitesi

İnci KOÇ ÜNAL

Renan ŞEKER

DOI:10.29299/kefad.2020.21.01.014

Makale Bilgileri

Yükleme:06/05/2019 Düzeltme:11/08/2019 Kabul:12/12/2019

#### Özet

Bu çalışmada fen bilimleri dersi "Elektrik" ünitesinin öğretiminde geleneksel laboratuvar uygulamaları ile sanal laboratuvar uygulamalarının 5.Sınıf öğrencilerinin Akademik başarılarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın kontrol grubunda geleneksel laboratuvar ortamında öğretim gerçekleştirilirken deney grubunda ise fen bilimleri öğretim programı dahilinde hazırlanan sanal laboratuvar ortamında işlenmiştir. Oluşturulan sanal laboratuvarda Colorado Üniversitesinin hazırladığı "Devre Yapım Kiti" simülasyonları, EBA ve Morpakampüs uygulamaları kullanılmıştır. Çalışma grubunu 2017- 2018 yılında Ankara ilinde bulunan bir devlet ortaokulunun 5. Sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Deneme ve kontrol gruplarında 27'er öğrenci olmak üzere toplam 54 erkek öğrenci araştırmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmada araştırmacı tarafından modifiye edilen güvenilirliği (KR20=) 0.850, madde güclüğü ortalaması 0,524 ve madde ayırt ediciliği ortalaması 0,458 olan "Elektrik Başarı Testi" kullanılmıştır. Araştırma sonunda elde edilen bulgular SPSS-12 istatistik paket programı ile çözümlenmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalar bağımsız gruplar t testi ile yapılmıştır. Grup içi karşılaştırmalar da ise bağımlı gruplar, t testinden yararlanılmıştır. Araştırma sonunda, sanal laboratuvar yönteminin kullanıldığı deney grubu ile geleneksel yöntem uygulanan kontrol grubu arasında başarı ve kalıcılık yönünden deney grubu lehine anlamlı ( $p<0.05$ ) bir farklılık tespit edilmiştir. Sanal laboratuvar yöntemi ile ders anlatmanın öğrencilerin başarılarını ve öğrenilenlerin kalıcılığını arttırmada önemli düzeyde etkili olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Fen bilimleri eğitimi, Elektrik, Sanal laboratuvar.

**Sorumlu Yazar:** İnci Koç Ünal, Öğretmen, MEB, Türkiye, incikoc@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3520-8058>

Renan Şeker, Dr. Öğr. Üyesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye, rseker@konya.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0953-1177>

Bu çalışma "Sanal ve Gerçek Laboratuvar Uygulamalarının 5. Sınıf Fen Dersi Elektrik Ünitesi Öğretiminde Öğrencilerin Akademik Başarıları Üzerine Etkisinin İncelenmesi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Ayrıca bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 181310013

## Giriş

Evreni sorgulama, keşfetme, evrenle ilgili düzenleri bulma ve ifade etme “Fen” olarak tanımlanmaktadır (Soylu, 2004). Fen bilimleri dersleri öğrencilerin öğrenen, düşünen ve sorgulayan araştırmacı bireyler olarak yetişmesini hedefleyerek onların bağımsız ve kendisini yönetebilen insanlar olmasını sağlamaya yardımcı olmaktadır (Duman ve Avcı, 2016). Sınıf içerisindeki sorgulama, merak ve mevcut bilgilere dayanarak sorular sorma ile başlar. Daha sonra öğrenciler gözlemleyerek elde edilen bilgilere dayanarak ön açıklama ve hipotezler ortaya koyarlar. Gözlemlerden elde edilen bilgiler ile basit bir deney düzeneği planlar ve yaparlar, elde edilen delillerden yola çıkarak bir açıklama yaparlar, olası diğer yapılabilecek olan açıklamaları dikkate alırlar ve son olarak bulgularını diğerleri ile paylaşırlar (Kartal, 2014). Fen bilimleri dersiyle mantıksal düşünen ve sorgulamayı temel alan ve araştırma becerisine sahip bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle dersin işlenmesinde uygun öğrenme stratejileri ve yöntemleri belirlenmelidir (Karakuyu, Bilgin ve Sürücü, 2013; Şahin ve Sağlamer Yazgan, 2013). Ancak bilgi anlamlı hale geldiğinde zihindeki kalıcılığı ve uygulamada kullanılması kolaylaşmaktadır (Soylu, 2004).

Fen bilimleri dersini diğer derslerden ayıran en belirgin özellikler; fen bilimleri dersinde, deney ve gözlemin yapılmasına, öğrencilerde kimi olayları keşfetmeye fırsat tanınmasına ve bilimsel süreç becerilerinin kullanımıyla bilişsel düşünmenin gelişmesine imkân sağlamış olmasıdır (Taşkın, 2008).

Fen bilgisi öğretiminde kullanılan en etkili yöntemlerden biri laboratuvar uygulamalarıdır. Fakat uygulamada kimi zaman uygun koşullar sağlanamamaktadır. Fiziki koşullardaki eksiklik veya maddi olanaksızlıklar bunların en önemlileridir (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005). Günümüzde bazı okullarda öğrenci sayısının fazlalığı ve sınıf sayısının yetersizliği sebebiyle laboratuvar olarak kullanılacak ortamların sınıfa çevrilmesi tercih edilebilmektedir. Bu durum laboratuvar araç gereçlerinin koridorlara veya depolara yerleştirilerek kullanılmadan durmasına ve laboratuvarın yapılamamasına neden olmaktadır (Akgün, 2005; Ürey ve Aydın, 2014). Laboratuvar kullanımında bu kısıtlamaların yanı sıra öğretmenlerin de yeterli bilgi ve beceriye sahip olmaması laboratuvar kullanımını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Ürey ve Aydın, 2014).

Fen bilimleri öğretiminde birçok okulda öğretmenler araç gereç ve laboratuvar kullanımı açısından gerekli şartları sağlayamadıklarında fen deneylerini ya gösteri deneyi şeklinde yapmakta ya da deneyleri hiç yapmamaktadırlar. Laboratuvar uygulamalarını içeren araştırma sonuçlarına bakıldığında; genel olarak yer sıkıntısı, insan kaynakları, süre yetersizliği ve araç gereç eksikliğinden dolayı laboratuvarların istenilen şekilde yapılamadığı görülmektedir. Ancak günümüzde fen bilimleri dersi eğitim programına göre, öğrencilerin yeterli donanıma sahip laboratuvar ortamlarında bireysel

veya gruplar halinde çalışmalar yapılmasının gerekliliği bildirilmektedir (Akgün, 2005; İnce ve Kutlu, 2016).

### **Fen Sınıflarında Teknoloji Kullanımı**

Öğretimin nasıl daha etkili bir hale getirilebileceğini, anlamlı öğrenmenin nasıl gerçekleşebileceğini bulmak ve etkili öğrenme ortamlarını geliştirmek eğitimin amacıdır. Teknolojinin gelişmesiyle beraber bilişim teknolojileri eğitim alanında da kullanılmaktadır (Ercan, Ural ve Ozates, 2016). Günümüzde fen bilimlerinin büyük bir kısmı teknolojiye bağlı olduğundan fen sınıfları teknoloji kullanımının gerçekleşeceği doğal ortamlardır (Kartal, 2017). Teknolojinin gelişmesiyle fen sınıfları geleneksellikten uzaklaşarak sanal ortamlara yönelmekte, öğretim ve eğitim etkinlikleri bu ortamlarda sürdürülmektedir. Üç boyutlu sanal ortamların, bireylerin birbirleriyle olan etkileşimini arttırması, hayal güçlerini desteklemesi ve bu ortamın gerçeğe yakın bir şekilde olması eğitim ortamlarının internete taşınmasında önemli bir rol olmuştur (Öztürk, 2014).

Ülkemizde 2010-2011 eğitim öğretim yılında pilot uygulamasına başlananan teknolojinin eğitime entegrasyonu sonucunda okulların teknolojik alt yapılarının güçlendirilmesi amacıyla “Fırsatları Artırma Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH)” projesinin hayata geçirildiği bildirilmiştir (Özer, Bilici ve Karahan, 2016). Bilgisayarların eğitim hayatına girmesi ve teknolojik gelişmeler göz önüne alınarak uygulamaya konan FATİH Projesi kapsamında okulların eğitim ortamları değiştirilmiştir (MEB, 2020). Bu proje ile sınıflardaki akıllı tahtalar ve tabletlerin kullanımıyla sınıflar sanal laboratuvarlar haline gelecektir. Bu sayede öğrenciler zaman ve mekândan bağımsız olarak bireysel ya da gruplar halinde aktif katılımı konuyu istediği kadar çalışacak ve deneyi istediği kadar yapabilecektir (Çinici, Özden, Akgün, Ekici ve Yalçın, 2013).

Teknoloji çoğunlukla alıştırma ve uygulama için kullanılıyor olsa da (Kartal ve Çınar, 2018) son zamanlarda basit ezber öğrenme çerçevesi dışında teknolojinin sorgulamaya dayalı fen sınıflarında kullanıldığı görülmektedir (Kartal, 2017). Bilgisayar sistemlerinde donanımsal ve yazılımsal gelişmeler, eğitim alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Animasyon ve simülasyonlar materyallerin hazırlanmasında da kullanılan program yazılımlardır (Akkağıt ve Tekin, 2012; Dinçer ve Güçlü, 2013). Simülasyon programlarıyla oluşturulan sanal laboratuvarlar eğitim amacıyla kullanılan teorik bilgilerin uygulamaya dönüştüğü bir teknoloji türüdür (Akkağıt ve Tekin, 2012). Eğitim ortamları bilgisayar teknolojileri ile simülasyonlar ve animasyonlar oluşturularak görselleştirilmiştir. Bu şekilde görselleştirilen, somutlaştırılan eğitim ortamları öğrencilerin gerçek dünyadaki durum ve problemleri anlamasına daha iyi yardımcı olmaktadır (Abdüselam, 2016).

## Fen Bilgisi Öğretim Sürecinde Laboratuvar Ortamları

Fen bilimleri dersinin doğasını anlamının ve araştırma yapmanın en uygun yolu laboratuvar uygulamalarını kullanarak öğretim yapmaktır (Tsai, 1999). Laboratuvar ortamının önemi öğrencilerin uygulama tecrübesini kazanmasıdır. Laboratuvar ortamında yapılan deneylerle eğitim programları tamamlanır. Bu sayede öğrenciler uygulama becerileri kazanır ve oluşabilecek gerçek durumlara karşı hazır olması sağlanmış olur. Ancak geleneksel deneylerin yapılması bazı sınırlılıklar sebebi ile mümkün olmayabilir. Bu durumda farklı alternatifler aranma zorunluluğu ortaya çıkar. Ayrıca öğretmenler eğitim dönemlerinde laboratuvarla ilgili yeteri kadar bilgi, beceri ve tutum kazanamadıklarında laboratuvar malzemesi olmayan ortamlarda mevcut imkânlarla deney yapmak için çaba harcamamaktadırlar (Akgün, 2005; İnce ve Kutlu, 2016). Laboratuvarların etkili bir şekilde kullanılmamasının en temel sebepleri arasında öğretmenin yeterli bilgi ve beceriye sahip olmaması, okullarda fen laboratuvarının bulunmaması, araç ve gereç eksikleri, sınıf mevcudunun kalabalık olması, öğrenilecek her kavrama yönelik uygun deneyin olmaması olarak gösterilmiştir (Aydoğdu, 1999; Tanel ve Tanel, 2010; Ürey ve Aydın, 2014).

## Teknoloji ve Fen Bilimleri

Fen öğretimi ile teknolojiyi birleştirmenin çeşitli yolları bulunmaktadır ve okullar sınıfların teknolojik açıdan zenginleşebilmesi için çaba sarf etmelidir. Fen sınıflarının teknoloji açısından zenginleştirmede kullanılacak araçlar; Web 2.0 Araçları, Bilimsel Ölçüm Yapan Araçlar (Probeware), Kavram Haritaları (Inspiration, Kidspration, Edraw Max) ve Simülasyon (PhET, Crocodile Physics, Interactive Physic) olarak sıralanabilir (Kartal, 2017). Bilgisayar simülasyonları görselleştirme, problem-çözme, tanımlama, sınıflama, verileri yorumlama ve deneyleri tasarlama gibi bilimsel süreç becerilerinin öğretilmesinde kullanılmaktadır (Kartal, 2017). Ayrıca zihinlerde oluşan yanlış şemaları düzeltmek için internet ortamında gittikçe yaygınlaşan simülasyonlardan yararlanılabilir. Doğru ve bilimsel modele uygun simülasyonlarla öğrencinin zihninde oluşan yanlış bilginin düzeltilmesi Bilgisayar destekli öğretimin (BDÖ) önemli faydalarından biridir. Yanlış bilginin düzeltilmesinde simülasyonun kullanılması öğrenciyi doğru bilgiyi öğrenmeye sevk eder ve öğrenci bilişsel becerilerini bilgiyi bulmak amacıyla daha fazla kullanmaya başlar (Bozkurt, 2008).

Günümüzde teknolojinin sınıfa girmesiyle beraber Fen bilimleri derslerinde yaygın olarak simülasyonlar kullanılmaktadır. Simülasyonlar gerçek kavramların aynen kopyalandığı ve kontrol altına alınmış öğrenme ortamı sağlamaktadır. Simülasyon hazırlanırken öğrencinin öğrenmesi gereken temel bilgilere odaklanılır. Simülasyonlar tehlikeli, karmaşık ya da öğrenilmesi zor bir kavramın gerçek nesnelere üzerinden gözlem ve keşif yaparak öğrenilmesini sağlamakla beraber bilgiyi gereksiz ayrıntıdan sıyrarak gerekli bilginin öğrenilmesine fırsat sunar. Bu sayede öğrenciler etkileşime girerek

anamlı öğrenmeler yapabilir (Özer ve diğ., 2016). Simülasyon yazılımları, öğrencilere deney üzerinde parametreleri değiştirme imkanı sunarak deneylerin yapılmasına olanak sağlayabilen öğretim materyalleridir. Laboratuvar ortamlarında maliyetli yüksek ve uygulanması tehlikeli deneylerde bilgisayarları kullanmak eğitimin verimliliğini arttırmakla birlikte maliyetten tasarruf sağlarken tehlike risklerini de ortadan kaldırmaktadır (Akkağıt ve Tekin, 2012). Öğrenim sürecinde simülasyonun kullanılmasının öğrenci başarısını artırdığı literatürde birçok farklı kaynaktan ifade edilmektedir (Özer ve diğ., 2016).

Simülasyon sayesinde öğrenciler deneyi ister bireysel olarak, isterlerse grupla yapabilmektedir. Simülasyon yazılımlarının özellikle deney yapılırken deney malzemelerini tanıma ve bu malzemeleri amacı doğrultusunda kullanabilme noktalarında etkilidir. Okul laboratuvarlarındaki araç gereç eksikliği ve sınıflardaki öğrenci sayısının fazla olması sebebiyle yapılacak olan deneylerin büyük bir kısmı gösteri deneyi olarak yapılmaktadır. Bu da simülasyonların gösteri yöntemi yerine bir alternatifini oluşturmaktadır. Maliyeti fazla olan laboratuvar araç-gereçlerini kullanarak deney yapmak yerine simülasyonun tercih edilmesi ekonomik açıdan yarar sağlayacaktır (Akkağıt ve Tekin, 2012; Rutten, Joolingen ve Van der Veen, 2012). Yapılan çalışmalarda sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin fizik konularına ilişkin ilgi, motivasyon ve cesaretlerini artırdığı tespit edilmiştir (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Çinici ve diğ., 2013; İnce ve Kutlu, 2016; Kaya ve Oral, 2013; Polat ve Tekin, 2013).

Bilişim alanındaki hızlı gelişmelerle birlikte, laboratuvarlarda simülasyon gibi yazılım türleri ile gerçeğe yakın deneyler bilgisayar ortamlarında yapılabilmektedir (Akkağıt ve Tekin, 2012; Duman ve Avcı, 2016). Sanal laboratuvar ortamında bilgisayar ağı üzerinden seçilen bir konu tercih edilerek deney yapılabilir. Ayrıca sanal laboratuvar ortamı ile uzak mesafelerde bile zamandan ve mesafeden avantaj sağlanarak gerekli uygulamalar yapılabilmektedir. Özellikle maliyet açısından faydalı olan bu sistemle konunun anlaşılabilirliği de olayların görselleştirilmesiyle beraber artacaktır. Sanal laboratuvar ortamında yapılan farklı etkinliklerin, yanlışların insana ve çevreye zarar vermemesi yanında öğrenciye deneyim yaşama ve konuyu kavrama fırsatı sağladığı bildirilmektedir. Bilgisayar mühendisliği alanında farklı donanım gerektiren tüm laboratuvarların sanal olarak da gerçekleştirilmesinin katkılarının çok fazla olacağı düşünülmektedir (Akın ve Karaköse, 2003).

Bu konudaki alan yazın araştırmaları incelendiğinde sanal laboratuvar uygulamalarının pek çok olumlu yönünün olduğu ifade edilmiştir. Açıksoy ve İşlek (2017), Yavuz ve Akçay (2017), Duman ve Avcı (2016), Ürey ve Aydın (2014), Çinici ve diğerleri, (2013), Polat ve Tekin (2013), Akkağıt ve Tekin (2012), Olympiou ve Zacharia (2012), Çetin ve Günay (2011), Bozkurt (2008), Çelik (2007), Daşdemir ve Doymuş (2016) derslerin sanal laboratuvar yöntemi ile işlendiğinde öğrencilerin sanal laboratuvara karşı tutumlarının olumlu olduğu ve deney gruplarındaki öğrencilerin konuyu öğrenmesinin kontrol grubuna nazaran daha yüksek düzeyde anlamlı olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca hem örgün

eğitimde hem de mühendislik alanında sanal laboratuvarların ve eş zamanlı deneylerin, zaman ve maliyet açısından daha ekonomik olduğu, derste katılım açısından ise öğrencilerin motivasyonunu arttırdığı yönünde bulgular elde edilmiştir (Bingöl ve Elmas, 2017; Çiloğlugil, Aslan ve İnceoğlu, 2017; Çukurbaşı ve Karamete, 2017; Irmak ve Calpbincici, 2017; Kaçar, Boz, Arıcıoğlu ve Tekin, 2017; Koklu, Yener ve Kılıc, 2016; Şeker ve Kartal, 2017). Sınıf içerisinde kolaylıkla incelenemeyecek olgular için görseller içeren teknolojiler ile zenginleştirilmiş derslerin tipik fen derslerinden daha etkili olduğu görülmüştür (Kartal, 2017). Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisinin araştırıldığı çalışmada sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin fizik konularına ilişkin ilgi, motivasyon ve cesaretlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Uygulamalar sırasında yapılan gözlemlerde de sanal laboratuvar uygulamasında yer alan grubun diğer gruba göre derse yönelik ilgilerinin ve motivasyonlarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Geleneksel laboratuvar uygulamalarında yapılan gözlemlerde ise; çok sayıda öğrencinin katılımı olmasına rağmen genel anlamda öğrencilerin sıkılgan tavırlar sergiledikleri yönünde sonuçlar rapor edilmiştir (Bozkurt, 2008). Pektaş, Çelik, Katrancı ve Köse'nin (2009) 5. sınıf fen bilimleri dersi "Işık ve Ses" ünitesi üzerine bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile yaptıkları çalışmada geleneksel öğretime göre bilgisayar destekli öğretimin daha etkili olduğu görülmüştür.

Alan yazın incelendiğinde sanal laboratuvar ortamlarının öğrenme ve öğretme sürecinde kullanılması görselleştirme, problem-çözme, deneyleri tarasarlama ve elde edilen verilerin yorumlanmasında büyük bir kolaylık sağladığı görülmüştür. Ayrıca, öğrenci başarısının arttığı, derse yönelik tutum, motivasyon ve cesaretlerini olumlu bir şekilde değiştirdiği görülmektedir (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Çelik, 2007; Çetin ve Günay, 2011; Daşdemir ve Doymuş, 2016; İnce ve Kutlu, 2016; Kartal, 2017; Olympiou ve Zacharia, 2012; Özer ve diğ., 2016; Polat ve Tekin, 2013). Bu çalışmada da laboratuvar çeşitlerinden sanal laboratuvar yönteminin "Yaşamımızdaki Elektrik" ünitesinin öğretilmesinde kullanılmasının öğrencilerin başarıları üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Sanal laboratuvar uygulaması ile ders işlenen deney grubu ve geleneksel laboratuvar metodu ile ders işlenen kontrol grubunun ön test ve son test başarı puanları arasındaki farklılık anlamlı mıdır?

2. Sanal laboratuvar uygulaması ile ders işlenen deney grubu ve geleneksel laboratuvar metodu ile ders işlenen kontrol grubunun kalıcılık testi başarı puanları arasındaki farklılık anlamlı mıdır?

3. Geleneksel laboratuvar metoduyla ders işlenen kontrol grubunun ön test- son test, ön test- kalıcılık testi, son test -kalıcılık testi başarı puanları arasındaki farklılık anlamlı mıdır?

4. Sanal laboratuvar metoduyla ders işlenen deney grubunun ön test- son test, ön test- kalıcılık testi, son test -kalıcılık testi başarı puanları arasındaki farklılık anlamlı mıdır?

## Yöntem

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel araştırmalar genelde karşılaştırma amaçlı deney ve kontrol grubu olmak üzere 2 veya 3 ya da daha fazla grup üzerindeki uygulamaları kapsamaktadır. Deney grubu bağımlı değişkende etkisi belirlenecek işlemi alırken, kontrol grubu bazen hiçbir işlem almayabilir veya farklı bir uygulama alabilir. Kontrol grubu, araştırmacının yaptığı uygulamanın etkisi var mıdır, yok mudur varsa bu etkileri arasında fark var mıdır sorusunun cevabını alması bakımından önemli bir yere sahiptir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012; Wiersma, 2000). Bu araştırmada öğrencilerin başarılarını ölçmek amacıyla hazırlanan Elektrik Başarı Testi; uygulama başlamadan önce ön test daha sonra son test ve uygulamadan 3 ay sonra ise kalıcılık testi olarak kullanılmıştır. Araştırmada kontrol grubuna MEB müfredatına uygun olarak ders kitaplarında belirtilen şekilde laboratuvar uygulamaları yaptırılırken, deneme grubuna, sanal laboratuvar uygulamaları yaptırılmıştır. Oluşturulan sanal laboratuvarda PhET.colorado üniversitesinin hazırladığı “Devre Yapım Kiti” simülasyonları yanında Eba’nın ve Morpakampüs’ün uygulamaları kullanılmıştır (EBA, 2018; Morpakampüs, 2018; Phet Interactive Simulations, 2018). Devre yapım kiti ile öğrenciler gruplar halinde 5. sınıf kazanımlarına uygun olarak sanal ortamda elektrik devreleri kurmuştur. İlköğretim programına göre deneyler yapılmıştır. Eba ve Morpakampüste 5. sınıf elektrik ünitesi ile ilgili konu anlatımları, çalışmalar ve konu tarama testleri öğrenciler tarafından sanal ortamda yapılmıştır.

### Çalışma Grubu

Çalışma gruplarında ön test son test kontrol gruplu deneysel model uygulanmıştır (Bedir Erişti, Kuzu, Kabakçı Yurdakul, Akbulut, Kurt, 2013). Çalışma, 2017-2018 eğitim öğretim yılında Ankara ilindeki erkek öğrencilerin eğitim gördüğü bir devlet ortaokulunun 5. sınıfında okuyan öğrencilerin katılımı ile gerçekleştirilmiştir.. Bu okul; sanal laboratuvar oluşturulmasına olanak sağlayacak bilişim sınıfı ve internet bağlantısı bulunan bilgisayarlar bulunması sebebiyle araştırma için seçilmiştir. Okul erkek imam hatip okulu olduğu için çalışma erkek öğrencilerle yürütülmüştür. Bu okulda bulunan 5 farklı şubede okuyan 5. Sınıf öğrencilerine uygulanan ön test puanlarının değerlendirilmesi sonucunda başarı puan ortalamaları birbirine yakın olan 4 şube araştırma için seçilmiştir (Bedir Erişti, Kuzu, Kabakçı Yurdakul, Akbulut, Kurt, 2013). Başarı puan ortalamaları bir birine yakın olacak şekilde 4 şubenin 2’si bir gurubu; kalan 2’si de diğer gurubu oluşturacak şekilde planlama yapılmıştır. Deneme başında gruplar arasında puan farklılığı oluşmaması için ortalamayı değiştiren uç noktadaki bazı öğrenciler deneme dışına alınarak hem gruplardaki öğrenci sayıları hem de puan ortalamaları denkleştirilmiştir (Sönmez ve Alacapınar 2019). Bu şekilde araştırma her grupta 27 öğrenci olmak üzere toplam 54 erkek öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Orta okul 5. Sınıflarda okutulan “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesinin konuları kontrol grubuna ayrılan sınıflarda MEB müfredatında



belirtilen laboratuvar uygulama yöntemi, deney grubuna ayrılan sınıflarda ise sanal laboratuvar yöntemi ile aynı araştırmacı tarafından anlatılmıştır. Araştırmanın yürütülebilmesi için Ankara İl Millî Eğitim Müdürlüğünden gerekli izin alınmıştır.

### **Veri Toplama Araçları**

Araştırma da verileri toplamak amacıyla kullanılan “Elektrik Ünitesi Başarı Testi” araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Bu test çalışma grubunda yer alan 5. sınıf öğrencilerinin “Elektrik” ünitesine ait ön bilgilerini, çalışma sonucundaki başarılarını ve hatırlama düzeylerini ölçmek amacıyla hazırlanmıştır.

Araştırma kapsamında kullanılmak üzere hazırlanan Elektrik Başarı Testi için öncelikle 49 soru oluşturulmuştur. Bu soruların bir kısmı EBA (2018) ve Ölçme değerlendirme Genel Müdürlüğünden alınırken bir kısmıda araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan soruların bilimsel ve bilişsel alandaki uygunluğunu belirlemek amacıyla 2’si öğretim üyesi ve 2’si fen bilgisi öğretmeni olmak üzere 4 uzmanın görüşü alınmıştır. Uzmanların görüşü doğrultusunda bazı sorular çıkartılarak soru sayısı 33’e indirilmiştir. Hazırlanan 33 soru ortaokul 6. Sınıfta okuyan ve 5. sınıfta elektrik ünitesini okumuş 167 öğrenciye uygulanarak bir pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonucunda elde edilen verilerin TAP (versiyon 16.11.13) programı kullanılarak madde analizi yapılmış ve testin güvenilirliğini düşüren 8 soru (1., 2., 5., 8., 11., 12., 29., ve 32. sorular) testten çıkarılmıştır. Bu şekilde hazırlanan 25 soruluk testin TAP (versiyon 16.11.13) analizine göre KR20 değeri 0.85, Ortalama madde güçlüğü 0,524 ve ortalama madde ayırt ediciliği 0,458 olarak hesaplamıştır. Bu şekilde elde edilen test Elektrik Başarı Testi olarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Başarı testi, hem kontrol hemde deney grubu olmak üzere her iki gruba da ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Testin kapsam geçerliliği ile ilgili olarak aşağıdaki belirtke tablosu hazırlanmıştır (Tablo 1).



Tablo 1. Araştırmada yaşamımızdaki elektrik ünitesi ile ilgili hazırlanan 33 sorudan oluşan ilk testin belirtke tablosu

Elektrik Ünitesi	Kazanımlar	Konular / Kavramlar	Sorular
Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi	F.5.7.1.1. <sup>1</sup> : Bir elektrik devresindeki elemanları sembollerle gösterir	Devre Elemanının Resmi ve Sembolü	5, 16, 22, 23, 24, 25, 29,
Devre Şemaları	F.5.7.1.2. <sup>2</sup> : Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.	Basit Elektrik Devresi, Elektrik Devre Şeması	8, 13, 15, 26, 27, 28,
Basit Bir Elektrik Devresinde Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenler	F.5.7.2.1. <sup>3</sup> : Bir elektrik devresindeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin ederek tahminlerini test eder.	Deneyler Sırasında Kullanılan Değişkenler (Bağımlı değişken, Bağımsız değişken, Kontrol edilen değişken) Ampul parlaklığı, pil sayısı, ampul sayısı	11, 12, 14, 17, 30, 32, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 18, 19, 20, 21,31, 33

<sup>1</sup>:F.5.7.1.1. : Fen dersi, 5. Sınıf, 7. Ünite, 1. Konu, 1. Kazanım

<sup>2</sup>:F.5.7.1.2. : Fen dersi, 5. Sınıf, 7. Ünite, 1. Konu, 2. Kazanım

<sup>3</sup>:F.5.7.2.1. : Fen dersi, 5. Sınıf, 7. Ünite, 2. Konu, 1. Kazanım

Oluşturulan sorular aynı uzmanlar tarafından uygun bulunmuştur. Tablo 2 'de başarı testini oluşturan 25 sorunun güvenilirlik analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 2. Testin güvenilirlik hesaplaması

KR20	Madde Güçlüğü	Madde Ayırt Ediciliği
0,850	0,524	0,458

Hazırlanan bu testte her bir soru 4 puan değerinde olup testin tamamını doğru cevaplayan öğrenci en çok 100 puan almıştır.

### Verilerin Toplanması ve Analiz Süreci

Bu araştırma haftada 4 saat olarak işlenen fen bilimleri dersinde 4 hafta ve 16 saatlik bir zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın başında her iki gruba da ön test olarak uygulanan Elektrik Başarı Testi uygulamanın bitiminde öğrencilerin akademik başarılarını kıyaslamak amacıyla son test olarak da uygulanmıştır. Son testin uygulanmasından 6 hafta sonra çalışma grubundaki öğrencilerin hatırlama düzeylerini ölçmek amacıyla aynı test, kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. .

Ünitelendirilmiş yıllık plana göre dersler, kontrol grubu öğrencileri ile gerçek laboratuvarında, deney grubu öğrencileri ile sanal laboratuvarında yapılan deneylerle, işlenmiştir. Deneyler öğretmen rehberliğinde bizzat öğrenciler tarafından yapılmıştır.

Kontrol grubuna konu ile ilgili gerekli ön bilgiler normal müfredat çerçevesinde verilmiştir. Dersler, öğrencilere sorular sorularak, konuyla ilgili örnek şemalar çizilerek ders kitabı üzerinden işlenmiştir. Deneyler hazırlanan deney raporuna göre devre elemanları ile yapılmıştır. Öğrenciler deneyleri ikiyeşerli gruplar halinde yaparak yaşarak yapmıştır.

Deney grubunda ise dersler öğretmen rehberliğinde EBA, Morpakampüs üzerinden akıllı tahta kullanılarak işlenmiştir. Öğrenciler bu internet sitelerindeki deneyleri ve soruları sanal laboratuvardaki bilgisayarları kullanarak yapmışlardır. Ayrıca devre yapım kiti simülasyonu ile hazırlanan deney raporuna göre deneyler yapılmıştır. Öğrenciler deneyleri bilgisayarların sayısına göre ikiyeşerli gruplar halinde yapmışlardır. Yine konu ile ilgili alıştırmalar EBA ve Morpakampüs internet siteleri üzerinden interaktif ortamda çözülmüştür. Deney grubundaki öğrenciler soruları yazma ihtiyacı duymadan zamandan kazanarak çözmüşlerdir.

Araştırma sonunda başarı testinden elde edilen veriler SPSS-12 istatistik paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalar bağımsız gruplar t testi, grup içi karşılaştırmalar ise bağımlı gruplar t testi ile yapılmıştır.

### **Bulgular ve Yorum**

Bu bölümde, kontrol ve deney gruplarındaki öğrencilerin başarılarını ve hatırlama düzeylerini belirlemek için ön test, son test ve kalıcılık testinden elde edilen verilere ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Çalışmada ortaokul 5. Sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan “Elektrik” ünitesinin öğretimine yönelik olarak deney grubuna sanal laboratuvar yöntemi, kontrol grubuna ise geleneksel laboratuvar yöntemi kullanılarak deneysel bir araştırma yapılmıştır.

#### **Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular**

Bulguların bu bölümünde alt problem cümlemizin ilki olan, “Sanal laboratuvar uygulaması ile ders işlenen deney grubu ve geleneksel laboratuvar metodu ile ders işlenen kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?” sorusunun cevabı aranmıştır. Çalışma grubunun katılımcı sayısının 20 ile 50 arası olması, deneme başında grupların başarı puanlarının denkleştirilmiş olması ve elde edilen verilerin normal dağılıma uygun olarak dağılması ( $Z=,864$ ,  $p>,05$ ) sebebiyle parametrik t testi kullanılarak bulgular elde edilmiştir (Ünver, Altunkaynak ve Gamgam; 2016).

Yapılan bu çalışmada deney ve kontrol gruplarının ön bilgilerini ölçmek ve her iki grubunda denkleliğini sağlamak amacıyla hazırlanan başarı testi öğrencilere ön test olarak uygulanmıştır. Başarı testindeki 25 sorudan oluşan ön testin değerlendirilmesi 100 puan üzerinden yapılmıştır. Öncelikle deney ve kontrol gruplarındaki başarı farklılıklarının giderilmesi ve her iki grubunda denkleşmesi için ön test uygulanmış, yapılan istatistik işlemlerle her iki grubunda denkleği sağlanmıştır.

Tablo 3. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son test puanlarının bağımsız gruplar t testi analiz sonuçları

Test	Gruplar	N	Ortalama	Sx	df	t	p
Ön Test	Kontrol Grubu	27	32,00	2,74	57	0,000	1,000
	Deney Grubu	27	32,00	1,97			
Son Test	Kontrol Grubu	27	60,00	2,87	57	3,187	0,002
	Deney Grubu	27	72,00	2,78			

Tablo 3'e bakıldığında deney ve kontrol grupları arasındaki ön test sonuçlarında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Varılan sonuç bize her iki grubunda denk olduğunu göstermektedir ( $t=0,00$ ,  $p=1,000$ ,  $p>0,05$ ). Bu süreçte zaten deneme başında grupların başarı puanlarının denkleştirilmesi yapılmıştır.

Tablo 3'de görüldüğü gibi kontrol ve deney gruplarının son test başarıları karşılaştırıldığında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir. Bulgular sanal laboratuvar uygulamaları ile öğretim gören öğrencilerin erişim düzeylerinin, geleneksel laboratuvar uygulamaları ile öğretim gören öğrencilerin erişim düzeylerine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir ( $t=3,18$ ,  $p=0,002$ ,  $p<0,05$ ). Bu sonuca göre sanal laboratuvar uygulamaları geleneksel laboratuvar uygulamalarına göre başarıyı anlamlı düzeyde arttırmıştır.

#### Kontrol Grubu ve Deney Grubu Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Bu kısımda 2. alt problemimiz Sanal laboratuvar uygulaması ile ders işlenen deney grubu ve geleneksel laboratuvar metodu ile ders işlenen kontrol grubunun kalıcılık testi puanları arasında anlamlı fark var mıdır? sorusunun cevabını bulmak maksadıyla, bağımsız gruplar t testi analizi yapılmıştır. Kalıcılık testi bulgularının deney ve kontrol gruplarına göre karşılaştırılması amacıyla yapılan Bağımsız gruplar t testi analizi sonuçları Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Kontrol ve deney gruplarının kalıcılık testi puanlarının bağımsız gruplar t testi analiz sonuçları

Test	Grup	N	Ortalama	Sx	df	t	p
Kalıcılık Testi	Kontrol Grubu	27	52,30	2,76	52	2,339	0,023
	Deney Grubu	27	59,11	0,94			

Tablo 4 incelendiğinde kontrol ve deney gruplarının kalıcılık testi puanları karşılaştırıldığında; deney grubu lehine anlamlı fark olduğu görülmektedir ( $t = 2,339$ ;  $p=0,023$ ;  $p<0,05$ ).

#### Kontrol Grubunun Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Üçüncü alt problem cümlesine göre "Sanal laboratuvar uygulaması ile ders işlenen deney grubu ve geleneksel laboratuvar metodu ile ders işlenen kontrol grubunun ön test- son test, ön test- kalıcılık testi, son test -kalıcılık testi puanları arasında anlamlı fark var mıdır?" sorusunun cevabı

aranmıştır. Bu kısımda çalışma gruplarından kontrol grubunun kendi içerisinde ön test, son test ve kalıcılık testi farklılaşma durumları incelenmiştir.

Tablo 5.'deki bulgulara göre kontrol grubunun ön test ve son test başarılarının karşılaştırılmasında anlamlı bir fark olduğu ( $p<0,05$ ) saptanmıştır. Bu sonuca göre geleneksel laboratuvar yöntemiyle öğretim gören kontrol grubunun son test puanlarının ön test puanından oldukça yüksek olduğu söylenebilir ( $t = -8,056$ ,  $p=0,000$ ,  $p<0,05$ ). Bu da aslında beklenen bir durumdur. Normal bir öğretim uygulamasında da elbette öğrenciler öğrendiklerinin tamamını unutmayacaklardır.

Tablo 5. Kontrol grubunun ön test, son test ve kalıcılık testlerinin bağımlı gruplar t testi analiz sonuçları

Grup	Test	N	Ortalama	Sx	df	t	p
Kontrol Grubu	Ön Test	27	32,00	2,74	26	-8,056	0,000
	Son Test	27	60,00	2,87			
	Ön Test	27	32,00	2,74	26	-6,176	0,000
	Kalıcılık Testi	27	52,30	2,76			
	Son Test	27	60,00	2,87	26	2,668	0,013
	Kalıcılık Testi	27	52,30	2,76			

Tablo 5'deki diğer veriler incelendiğinde kontrol grubunun ön test ve kalıcılık testi sonuçları arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu sonuca göre geleneksel laboratuvar yöntemiyle öğretim gören kontrol grubunun kalıcılık testi puanlarının ön test puanından daha yüksek olduğu görülmektedir. ( $t = -6,176$ ,  $p=0,000$ ,  $p<0,05$ ). Buna da genellikle beklenen bir durum olarak bakabiliriz.

Yine aynı tabloya bakıldığında kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi başarılarının kıyaslanmasında iki grup arasında anlamlı bir farkın varlığı ortaya çıkmıştır. Bulgulara geleneksel laboratuvar yöntemiyle öğretim gören kontrol grubu öğrencilerinin kalıcılık testi puanlarının son test puanlarından anlamlı derecede farklı olduğu göstermektedir ( $t = 2,668$ ;  $p=0,013$ ;  $p<0,05$ ). Bu sonuç kontrol grubu öğrencilerinin öğrendiklerinin bir kısmını 6 hafta sonra unuttuklarını göstermektedir. Elbette ki öğrenilenlerin bir süre sonra tamamının hatırlanması sıra dışı bir durum olacaktır.

### Deney Grubunun Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

4.alt problemimiz; "Sanal laboratuvar uygulaması ile ders işlenen deney grubu ve geleneksel laboratuvar metodu ile ders işlenen kontrol grubunun ön test- son test, ön test- kalıcılık testi, son test - kalıcılık testi puanları arasında anlamlı fark var mıdır?" sorusudur. Bu sorunun cevabını araştırmak amacıyla sanal laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubunun ön test, son test ve kalıcılık testleri sonuçları arasındaki farklılaşma durumuna ilişkin bağımlı gruplar t testi analizleri yapılmıştır.

Tablo 6. Deney grubunun ön test, son test ve kalıcılık testlerinin bağımlı gruplar t testi analiz sonuçları

Grup	Test	N	Ortalama	Sx	df	t	p
Deney Grubu	Ön Test	27	32,00	1,97	26	-14,506	0,000
	Son Test	27	72,74	2,78			
	Ön Test	27	32,00	1,97	26	-12,805	0,000
	Kalıcılık Testi	27	59,11	0,94	26	4,545	0,000
	Son Test	27	72,74	2,78			
	Kalıcılık Testi	27	59,11	0,94			

Tablo 6'daki verilere dayanarak deney grubunun ön test ve son testinin karşılaştırılmasında başarıda anlamlı bir farklılaşma ( $p<0,05$ ) durumu olduğu belirlenmiştir. Bu farklılaşma sanal laboratuvar yöntemiyle öğretim gören deney grubunun son test puanlarının, ön test puanlarından daha yüksek olduğunu göstermektedir ( $t = -14,506$ ,  $p=0,000$ ,  $p<0,05$ ). Bu sonuç da beklenen bir durumdur, çünkü eğitim alan öğrencilerin bilgilerinin ilk bilgilerine göre daha fazla olması şaşırtıcı değildir.

Tablo 6'daki diğer verilere bakıldığında deney grubunun ön test ve kalıcılık testi analizleri arasında anlamlı bir fark olduğu ( $p<0,05$ ) görülebilir. Bu sonuç sanal laboratuvar yöntemiyle ders işleyen deney grubunun kalıcılık testi puanlarının ön test puanlarından daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır ( $t = -12,805$ ,  $p=0,000$ ,  $p<0,05$ ).

Ayrıca deney grubunun son test ve kalıcılığa ilişkin t testi analizleri karşılaştırılmasında anlamlı bir farklılığın varlığına ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular sanal laboratuvar yöntemiyle öğretim gören deney grubunun kalıcılık testi puanının son test puanına göre göre daha düşük olduğunu göstermektedir ( $t = 4,545$ ,  $p=0,000$ ,  $p<0,05$ ). Bu sonuç da geleneksel laboratuvar yöntemi gibi sanal laboratuvar uygulamalarıyla ders işleyen öğrencilerinde öğrendiklerinin bir kısmını 3 ay sonra unuttuklarını göstermektedir.

### Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Gerçek ve sanal laboratuvar uygulamalarının fen bilimleri dersi elektrik ünitesinin öğretiminde öğrencilerin başarılarına etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu araştırmanın sonuç, tartışma ve öneriler kısmına bu bölümde yer verilmiştir.

Yapılan araştırmada çalışma gruplarının son test puanlarının karşılaştırılmasında, sanal laboratuvar yöntemi ile öğretim yapılan deney grubu ve geleneksel laboratuvar yöntemi ile öğretim yapılan kontrol gruplarının son testleri arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu verilerin analizinden elde edilen bulgular dâhilinde deney grubunun ortalama puanın, kontrol grubunun ortalama puanından daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının kalıcılık testi sonuçları arasında da deney grubu lehine anlamlı bir farklılık görülmüştür. Bu sonuca

göre deney grubundaki öğrencilerin kalıcılık puanlarının kontrol grubundaki öğrencilerden daha yüksek ortalamalara sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu bilgiler ışığında geleneksel laboratuvara alternatif olarak sanal laboratuvar uygulamaları tercih edilebilir. Kontrol grubunun ön test ve kalıcılık testi puanları karşılaştırıldığında; test sonuçları arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık olduğu görüldüğünden geleneksel laboratuvar yöntemi ile yapılan öğretimin kalıcılık puanlarının ön test puanlarından oldukça yüksek çıktığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu bulgularda geleneksel laboratuvar yönteminin de başarıyı artırdığını göstermektedir.

Sanal laboratuvar uygulamaları ile öğretimin yapıldığı deney grubunun ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bilgiye dayalı olarak deney grubundaki öğrencilerin son test puanlarının ön test puanlarından anlamlı olarak daha yüksek bir düzeyde olduğu söylenebilir. Sanal laboratuvar uygulamaları ile öğretimin yapıldığı deney grubunun ön test ve hatırlama düzeyinin ölçüldüğü kalıcılık testi sonuçları arasında anlamlı bir farklılaşma durumu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sanal laboratuvar uygulamaları ile öğretimin yapıldığı deney grubunun son test ve hatırlama düzeyinin ölçüldüğü kalıcılık testi sonuçları arasında anlamlı bir farklılaşma durumu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu verilere göre deney grubu öğrencilerinin son test puanlarının kalıcılık testi puanlarından anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görülmüştür. Buda öğrencilerin öğrendiklerinin bir kısmını bir süre sonra unuttuklarını ancak tümünü unutmadıklarını göstermektedir. Ancak deney ve kontrol grupları kalıcılık açısından kıyaslandığında aralarında anlamlı bir fark olduğu ve bu farkın deney grubu lehine olduğu görülmektedir. Bu sonuçta bize sanal laboratuvarın geleneksel laboratuvara göre daha kalıcı öğrenmeler sağladığını gösterebilir.

Geleneksel laboratuvar uygulamaları ile öğretim gören kontrol grubunun ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir farklılaşma düzeyi olduğu görülmüştür. Bu sonuç kontrol grubunun son test ortalama puanlarının ön test ortalama puanından daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bu verilerde geleneksel laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin başarısını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Geleneksel laboratuvar uygulamaları ile öğretim gören kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi sonuçları arasında farklılaşma durumuna bakıldığında anlamlı düzeyde bir farklılaşma olduğu görülmektedir. Geleneksel laboratuvar uygulamaları ile yapılan öğretimin son test puanlarının kalıcılık testi puanlarından anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmektedir. Köklü, (2015) genel fizik laboratuvarında başarı ve akılda kalıcılık etkilerinin artırılmasına yönelik animasyon, simülasyon ve analogik modellerin geliştirilmesine konulu yaptığı çalışmada da benzer sonuca ulaşmıştır.

Çalışma sonunda, Bozkurt ve Sarıkoç'un (2008) yaptığı çalışmaya benzer şekilde, sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin başarı düzeylerini geleneksel laboratuvar uygulamalarına göre önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde artırdığı görülmüştür.

Akçay, Aydoğdu, Yıldırım ve Şensoy (2005) çalışmalarında BDÖ ile yapılan öğretimin, akademik başarıyı arttırmada geleneksel öğretime göre daha etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Chang (2000) coğrafya öğretiminde 10. Sınıf öğrencilerinde bilgisayar destekli öğretimle yapmış olduğu çalışmanın, geleneksel uygulamalara göre daha etkili bir yöntem olduğu sonucunu bulmuştur.

Çinici ve diğerleri (2013) 5. Sınıf fen bilimleri dersi ışık ve ses öğretiminde sanal laboratuvar uygulamalarının geleneksel laboratuvar uygulamaları öğrencilerin akademik başarılarına göre daha etkili bir yöntem olduğunu bulunmuşlardır. Daşdemir'in (2013) animasyon destekli öğretiminin 6. Sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesinde kontrol grubuna göre anlamlı bir fark oluşturduğu ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Farrokhnia ve Esmailpour (2010) yaptığı bir çalışmada lisans düzeyindeki öğrencilerin elektrik devre elemanlarının kullanımı geleneksel yaklaşıma göre daha derin bir öğrenmeyi sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Karataş'ın (2006) yüksek lisans öğrencileri ile yaptığı çalışmada internet temelli öğrenme sisteminin geleneksel öğrenme metoduna göre öğrenmelerinde anlamlı bir farklılık olduğunu bildirmişlerdir.

Özdener (2005) Meslek Lisesi, Özel Lise ve Üniversite öğrencilerinden oluşan çalışma grubuyla "Bir İletken Tel İçin Direncin Kesit ve Uzunluğa Bağlı Değişimi" kavramı üzerine simülasyonla yaptığı çalışmada sanal laboratuvar uygulamalarının geleneksel laboratuvar uygulamalarına göre akademik başarıyı arttırmada daha etkili olduğunu bulmuştur. Tanel ve Önder'in (2010) Elektronik laboratuvar da bilgisayar simülasyonlarının kullanımı konulu fizik bölümü üniversite öğrencileriyle yaptıkları çalışmalarında simülasyon uygulamalarının geleneksel yöntemlere göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Şeker ve Kartal (2017) tarafından yapılan deneysel çalışma sonucunda geleneksel öğrenme ve bilgisayar destekli öğrenme yöntemlerinin her ikisinde de öğrenci başarısını anlamlı olarak arttırdığı görülmüştür. Bu bilgiler dahilinde yapılan bu araştırmanın sonuçları alan yazındaki sonuçlarla benzeşmektedir. Sonuç olarak, her ne kadar geleneksel laboratuvar uygulamaları akademik başarıyı ve kalıcılığı sağlamada etkili bir yöntem olsa da, sanal laboratuvar uygulamalarıyla kıyaslandığında, sanal laboratuvar uygulamalarının başarıyı ve kalıcılığı arttırmada daha etkili olduğu söylenebilir. Bu durum yer, zaman, malzeme ve çevre kirliliğini önleme açısından avantajlı olduğu düşünülen sanal laboratuvar uygulamalarına eğitimde yer verilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Yapılan araştırmalara göre fen bilimleri dersi sınıfların mevcut fazlalığı, zaman ve imkân yetersizliğinden dolayı geleneksel yöntemlerle işlenmektedir. Ancak fen bilimleri dersinde öğrencilerin anlamakta güçlük çekeceği, ezber yaparak öğrenmekte zorlanacağı üniteler bulunmaktadır. Hem ezber



hem de geleneksel yöntemler Fen Bilimleri dersinin öğrenimini olumsuz yönde etkilemektedir (Bozkurt, 2008; Polat ve Tekin 2013).

Fen Bilimlerinde web destekli uygulamalarının kullanılma sebepleri, gerçek laboratuvar uygulamalarındaki teknik yetersizlikler, tehlikeli arz edebilecek deneyler ve bazı çevresel faktörler sebebiyle deneyin yapılamaması ya da deneyin fazla zaman almasıdır. Oysa bilgisayar destekli laboratuvar uygulamalarının avantajı öğrencilere sınırsız tekrar olanağı ile birlikte bireysel öğrenme hızına göre öğrenme imkanı sağlamasıdır (Ercan, Şahin ve Balta, 2016).

Tüm dünyada bilgisayarların ekonomik olması, ağlarla iletişimin sağlanması ve çok yönlü kullanım alanının olması ile gerçek laboratuvarlara alternatif bir sanal laboratuvar ortamlarının oluşturulması yaygınlaşmıştır (Akın ve Karaköse, 2003; İnce ve Kutlu, 2016).

Araştırmanın bulgular ve sonuç kısmından hareketle sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamaları ile ilgili çalışma yapacak olan yeni araştırmacılara yönelik önerilere ve görüşlere bu kısımda yer verilmiştir:

- Yapılan bu çalışmanın deney ve kontrol grubu öğrencilerinin tamamı erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Cinsiyetin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerinde etkili olabileceği düşüncesi ile yapılacak olan sonraki çalışmalarda cinsiyetin rolü ortaya konabilir.
- Sanal laboratuvar yöntemi diğer öğrenme yaklaşımlarıyla birlikte kullanılarak öğrencilerin başarıları ve kalıcılıkları üzerindeki etkileri incelenebilir.
- Sanal laboratuvar ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutum, motivasyon ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi araştırılabilir.
- Çalışmada kullanılan simülasyonların ve uygulamaların öğrenci başarılarını ve bilgileri hatırlama düzeyini artırılmasındaki etkisi sebebiyle sanal laboratuvar uygulamalarının fen bilimleri dersindeki farklı konular üzerinede aynı araştırmalar yapılabilir.

### Kaynakça

- Abdüsselam, M. S. (2016). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(1), 2014, 59-74.
- Açıksoy, G., ve İşlek, D. (2017). The impact of the virtual laboratory on students' attitudes in a general physics laboratory. *International Journal of Online Engineering*, 13(4), 20-28.
- Akçay, S., Aydoğdu, M., Yıldırım, H. İ., ve Şensoy, Ö. (2005). Fen eğitiminde ilköğretim 6. Sınıflarda çiçekli bitkiler konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1), 2005, 103-116.

- Akgün, Ö. E. (2005). Bilgisayar destekli ve fen bilgisi laboratuvarında yapılan gösterim deneylerinin öğrencilerin fen bilgisi başarısı ve tutumları üzerindeki etkisi. *Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 1-20.
- Akın, E., ve Karaköse, M. (2003). Elektrik ve bilgisayar mühendisliği eğitiminde sanal laboratuvarların kullanımı. Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi 1. Ulusal Sempozyumu, Ankara, Türkiye, 166-169.
- 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.
- Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 30-35.
- Bingöl, O., ve Elmas, Ç. (2017). Virtual lab: space vector pwm for two-and three-level inverters sanal laboratuvar: iki ve üç seviyeli eviriciler için uzay vektör pwm, *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg*, 23(2), 95-102.
- Bozkurt, E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bozkurt, E., ve Sarıkoç, A. (2008). Can the virtual laboratory replace the traditional laboratory in physics education. *Ahmet Keleşoğlu Faculty of Education Journal*.(25), 89-100.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi. 13. Baskı.
- Chang, C. Y. (2000). Enhancing tenth graders' earth-science learning through computer-assisted instruction. *Journal of Geoscience Education*, 48(5), 636-640.
- Çelik, E. (2007). *Ortaöğretim coğrafya derslerinde bilgisayar destekli animasyon kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Coğrafya Eğitimi Bilim Dalı, İstanbul.
- Çetin, O., ve Günay, Y. (2011). Fen eğitimine yönelik örnek bir web tabanlı öğretim materyalinin hazırlanması ve bu materyalin öğretmen öğrenci görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 12(2), 175-202.
- Çiloğlugil, B., Aslan, B. G., ve İnceoğlu, M. M. (2017). Lise öğrencilerine bilgisayar donanımı öğretimi: devremi kuruyorum. *Ege eğitim dergisi*, 18(1), 266-287.
- Çinici, A., Özden, M., Akgün, A., Ekici, M., ve Yalçın, H. (2013). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 5. Sınıf öğrencilerinin ışık ve ses ünitesiyle ilgili başarıları üzerine etkisinin karşılaştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 92-106.

- Çukurbaşı, B., ve Karamete, A. (2017). Üç boyutlu sanal ortamlarda beş aşamalı modelin uygulanması. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 31(1), 36-64.
- Daşdemir, İ. (2013). Animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1287-1304.
- Daşdemir, İ., ve Doymuş, K. (2016). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-42.
- Dinçer, S., ve Güçlü, M. (2013). Fen bilgisi eğitiminde bilgisayar destekli simülasyon kullanımının etkililiği ve yeni yönelimler: Bir meta-analiz çalışması. *International Journal of Human Sciences*, 10, 35-48.
- Duman, M. Ş., ve Avcı, G. (2016). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisi. *Journal of Education Faculty*, 18(1), 13-33.
- EBA. (2018). *Fen Bilimleri 5. Sınıf Elektrik ve devre elemanları*. 08.01.2018 tarihinde, [https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer\\_v0.0.531/index.html#/main/curriculum/2/eba/5/feny?currID=f7594a7f011b6b9b2344f6de5775563f&expand=false&isSub=false&schoolSubType=3&backID=-1](https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.531/index.html#/main/curriculum/2/eba/5/feny?currID=f7594a7f011b6b9b2344f6de5775563f&expand=false&isSub=false&schoolSubType=3&backID=-1), adresinden erişilmiştir.
- Ercan, O., Ural, E., ve Ozates, D. (2016). The effect of web assisted teaching on students' achievement in the subject of mixtures and attitudes towards chemistry. *Hacettepe University Journal of Education*, 31(1), 163-179.
- Ercan, T., Şahin, Y. G., ve Balta, S. (2009). An Indispensable Contributor To Effective Time Management In Class: Remote Presenter. In *Proceedings of 9 th International Educational Technology Conference*, 249-254.
- Farrokhnia, M. R., ve Esmailpour, A. (2010). A study on the impact of real, virtual and comprehensive experimenting on students' conceptual understanding of DC electric circuits and their skills in undergraduate electricity laboratory. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 5474-5482.
- Irmak, E., ve Calpbiniçi, A. (2017). E-Laboratuvarlar için yeni bir tasarım: Eş zamanı erişilebilen deneysel uygulama platformu. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(2), 363-375.
- İnce, E. Y., ve Kutlu, A. (2016). *Web tabanlı laboratuvarlar*. 28.08.2017 tarihinde <http://ab.org.tr/ab14/bildiri/34.pdf>, adresinden erişilmiştir.
- Kaçar, S., Boz, A. F., Arıcioğlu, B., ve Tekin, H. (2017). PID denetleyici uygulamaları için yeni bir online deney seti tasarımı. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 34-46.

- Karakuyu, Y., Bilgin, İ., ve Sürücü, A. (2013). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımlarının üniversite öğrencilerinin genel fizik laboratuvarı u dersindeki başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(10), 237-250
- Karataş, S. (2006). Deneyim eşitliğine dayalı internet temelli ve yüz yüze öğrenme sistemlerinin öğrenci başarısı açısından karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(3), 113-132.
- Kartal, B., ve Çınar, C. (2018). Examining pre-service mathematics teachers' beliefs of tpack during a method course and field experience. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(3), 11-37.
- Kartal, T. (2014, Aralık). Fen eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı. Ekici, G. (Ed.), *Etkinlik örnekleriyle güncel öğrenme-öğretme yaklaşımları-I*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Kartal, T. (2017, Eylül). Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonu. Demirci Güler, M. P. (Ed.), *Fen bilimleri öğretimi: yaklaşımlar ve kazanımlar doğrultusunda uygulama örnekleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Kıyıcı, G., ve Yumuşak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi-asit-baz kavramları ve titrasyon konusu örneği. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 130-134.
- Koklu, N., Yener, D., ve Kilic, H. S. (2016). Designing animations and simulations for ohm's law. *International Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers*, 4(2), 53-57.
- Köklü, N. (2015). *Genel fizik laboratuvarında başarı ve akılda kalıcılık etkilerinin artırılmasına yönelik animasyon, simülasyon ve analogik modellerin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- MEB, (2020). Eğitimde fırsatları artırma teknolojiyi iyileştirme hareketi projesi. 10.03.2020 tarihinde, <http://fatihprojesi.meb.gov.tr/index.html>, adresinden erişilmiştir
- Morpakampus (2018). *Öğretmen. fen bilimleri 5. sınıf. elektrik ve devre elemanları*. 08.01.2018 tarihinde, <https://v216.morpakampus.com/ogretmen.asp?page=ders>, adresinden erişilmiştir
- Olympiou, G., ve Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21-47.
- Özdener, N. (2005). Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetisim (simulation) kullanımı. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 93-98.
- Özer, İ. E., Bilici, S. C., ve Karahan, E. (2016). Fen bilimleri dersinde algodoo kullanımına yönelik öğrenci görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 28-40.
- Öztürk, M. (2014). Web tabanlı uzaktan eğitimde teknolojiye ilişkin yeni eğilimler. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 272-288.

- PhET Interactive Simulations (2018). *Interactive Simulations for Science and Math.*, 08.01.2018 tarihinde, <https://phet.colorado.edu/tr/simulations/category/physics/electricity-magnets-and-circuits>, adresinden erişilmiştir
- Polat, E., ve Tekin, A. (2013). Fen ve teknoloji dersinde animasyonla desteklenmiş Web tabanlı eğitimin akademik başarıya etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 10, 17-26.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R. ve Van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.
- Soylu, H. (2004). *Fen Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar* (1. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık, 218.
- Sönmez, V. ve Alacapınar G. F. (2019). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri*. Gözden geçirilmiş 7. Baskı. SS: 502(52-53.) Ankara. Anı yayıncılık
- Şahin, F., ve Sağlamer Yazgan, B. (2013). Araştırmaya dayalı sınıf dışı laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısına etkisi, *Sakarya University Journal of Education*, 3(3),107-122.
- Şeker, R., ve Kartal, T. (2017). The effect of computer-assisted instruction on students' achievement in science education. *Turkish Journal of Education*, 6(1), 17-29.
- 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.
- Tanel, Z., ve Tanel, R. (2010). Fizik laboratuvarları ile bilişim ortamlarının durumu ve kullanımına yönelik öğretmen görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 76-87.
- Taşkın, Ö. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar* (1. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları, 478.
- Tsai, C. C. (1999). "Laboratory exercises help me memorize the scientific truths": A study of eighth graders' scientific epistemological views and learning in laboratory activities. *Science Education*, 83(6), 654-674.
- Ünver, Ö., Altunkaynak, B., ve Gamgam, H. (2016). *SPSS uygulamalı temel istatistik yöntemler* (8. Baskı). Ankara: 260 -262Seçkin Yayınları, 260-262
- Ürey, M., ve Aydın, M. (2014). Genel biyoloji laboratuvarı kapsamında geliştirilen biyo-lab-web yönteminin etkililiği ve öğretmen adaylarının görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 150-167.
- Wiersma, W. (2000). *Research methods in education* (7th edition). States of america: Allyn and bacon Pub.co

Yavuz, S., ve Akçay, M. (2017). Bilgisayar destekli öğretim ile laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin ders başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 39-48.

"Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Öğrenci Akademik Başarıları Üzerine Etkisinin İncelenmesi: Elektrik Ünitesi" başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde "Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi Yayın Kurulunun" hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederim.

Öğretmen İnci KOÇ ÜNAL



<http://kefad.ahievran.edu.tr>

## Ahi Evran University Journal of Kırşehir Education Faculty

ISSN: 2147 - 1037

### The Examination of The Effect of Virtual Laboratory Applications on Student' Academic Achievement: Electricity Unit

İnci KOÇ ÜNAL

Renan ŞEKER

DOI:10.29299/kefad.2020.21.01.014

[Article Information](#)

Received:06/05/2019 Revised:11/08/2019 Accepted:12/12/2019

#### Summary

This study investigates the effect of traditional and virtual laboratory-based instruction on the fifth graders' academic achievement and permanence of learning in the electricity unit. In the control group of the research, teaching is carried out in the traditional laboratory environment. In contrast, in the experimental group, it is processed in the virtual laboratory environment prepared within the science education program. "Circuit Construction Kit" simulation prepared by the University of Colorado, EBA, and Morpacampus applications were used in the virtual laboratory applications. Participants are 5th-grade students from a state school in the province of Ankara in the 2017-2018 academic year. Twenty-seven students in the control group and 27 students in the experimental group, a total of 54 students participated in the study. "Electricity Achievement Test," which is modified by researchers, is used to collect data. The reliability coefficients (KR-20) is calculated as 0,850; item difficulty index as 0,524; and item discrimination index as 0,458. Data is analyzed by using the SPSS-12 package programme. Independent groups t-test was performed to compare the means across groups, and a dependent t-test was performed to compare means within groups. Findings reveal a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the experimental group in which virtual laboratory applications were used and the control group in which traditional instruction was used in favor of the experimental group. It is seen that virtual laboratory applications have a positive effect on increasing academic achievement and promoting the permanence of learning.

**Keywords:** Science education, Electricity, Virtual laboratory

**Corresponding Author:** İnci Koç Ünal, Öğretmen, MEB, Türkiye, incikoc@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3520-8058>

Renan Şeker, Dr. Öğr. Üyesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye, rseker@konya.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0953-1177>

This study was produced from the master's thesis titled "Investigation of the Effects of Virtual and Real Laboratory Applications on the Academic Achievement of 5th Grade Science Course Electric Unit Teaching". This study was also supported by Necmettin Erbakan University Coordinatorship of Scientific Research Projects. Project Number: 181310013



## Introduction

Science is defined as questioning the universe, exploring, finding the patterns in the world, and expressing them (Soylu, 2004). Science courses aim to train students as learning, thinking, and questioning individuals and help them to be independent and self-managing (Duman & Avcı, 2016). Inquiry in class begins with posing questions based on interest and existing knowledge. Then students state preliminary explanations and hypotheses due to the information they gained by observing. They plan and make a simple experimental setup with the information obtained from the observations, make an explanation based on the evidence, consider possible other statements and finally share their findings with their peers (Kartal, 2014). Science courses intend to prepare students who think logically, question and can research. Therefore, it is crucial to determine the appropriate teaching and learning strategies and methods (Karakuyu, Bilgin & Sürücü, 2013; Şahin & Sağlamer Yazgan, 2013). It is possible to maintain knowledge in mind and use it practically when students make sense of knowledge.

Science course has some distinctive features such as observing and experimenting in the class, allowing students to explore cases, and improving scientific thinking and scientific process skills (Taşkın, 2008).

One of the most effective methods used in the science course is lab applications. However, suitable conditions cannot be sometimes provided in applications. Lack of physical conditions and limited financials are the most important ones (Kıyıcı & Yumuşak, 2005). Some laboratories are transformed into classes because of the high number of students and the lack of class numbers nowadays. This leads to not using lab equipment, placing them in corridors or warehouses, and not building the laboratory (Akgün, 2005; Ürey & Aydın, 2014). In addition to these limitations, the lack of sufficient knowledge and skills of teachers may negatively affect the laboratory use (Ürey & Aydın, 2014).

Most of the science teachers tend to either demonstrate experiments or do not make experiments because of the insufficient conditions in labs and equipment. Findings of the studies related to lab applications reveal that lab applications could not be applied as desired because of lack of space, human resources, lack of time, and lack of equipment. However, current science curriculum emphasizes the necessary of students' individual work in equipped laboratories (Akgün, 2005; İnce & Kutlu, 2016).

### Technology in Science Classroom

The education aims to seek ways of improving the effectiveness of instruction and maintaining meaningful learning and to develop productive learning environments. Information technologies are used in the classroom with the effect of evolving technology (Ercan, Ural & Ozates, 2016). Technology use is a natural phenomenon in science classrooms, as most of the science is closely associated with

technology (Kartal, 2017). Science classrooms tend to shift from traditional teaching to virtual environments with innovations in technology. Three-dimensional virtual environments increase the interaction of individuals with each other and support their imagination. These environments are close to reality; therefore, virtual environments have played an essential role in transforming education environments to the internet (Öztürk, 2014).

The endeavor of technology integration was started to be piloted in the 2010-2011 academic year in Turkey. As a result of this endeavor, the “Improving Opportunities for Technology Improvement Movement (FATİH)” project has been implemented to strengthen the technological infrastructure of schools (Özer, Bilici, & Karahan, 2016). Some changes in learning environments are made within the context of the FATİH project by considering technological innovations (MEB, 2020). Classrooms would be virtual learning environments with the inclusion of smartboards and tablets. Thus, students can study and do experiments individually or in groups as much as they wish independently of time and location (Çinici, Özden, Akgün, Ekici, & Yalçın, 2013).

It has been seen that technology is used for inquiry in science classrooms recently (Kartal, 2017) even though it is known that technology is mostly used for practice and demonstration (Kartal & Çınar, 2018). The developments in computer hardware and software have been used in education. Animations and simulations are software that is used in preparing materials (Akkağıt & Tekin, 2012; Dinçer & Güçlü, 2013). Virtual labs that are created by simulations are technological environments in which theoretical knowledge is transformed into practice (Akkağıt & Tekin, 2012). It is possible to visualize learning environments by using computer technologies, simulations, and animations. The learning environments that are visualized and concretized help students better understand real-world problems (Abdüsselam, 2016).

### **Lab Applications in Science Classroom**

Teaching science via lab applications is the most appropriate way of understanding the nature of science and doing research (Tsai, 1999). The laboratory activities are essential since students can practice and experience. Experiments performed in the laboratories supplement science teaching. Thus, students gain practice skills and feel ready for real-world cases. However, it may not be possible to conduct traditional experiments because of some limitations. Then, it becomes necessary to look for different alternatives. Additionally, teachers do not make an effort to experiment with existing conditions in environments that do not have experiment equipment, as they did not gain enough knowledge, skill, and attitude in their schooling years (Akgün, 2005; İnce ve Kutlu, 2016). The main reasons of underuse of laboratory activities are specified as teachers’ lack of knowledge and skill,

lacking of laboratories in schools, lack of equipment, oversize of class, and students' lack of experience related to each concept (Aydoğdu, 1999; Tanel ve Tanel, 2010; Ürey ve Aydın, 2014).

### **Technology and Science**

There are some ways of integrating science and technology, and schools need to try to enrich learning environments with technology. Technological tools to support science classrooms are Web 2.0 tools, Probwares, concept map software such as Inspiration, Kidspiration, and Edraw Max and simulations such as PhEt, Crocodile Physics, and Interactive Physics (Kartal, 2017). Simulations are used to visualize, solve problems, define, order, interpret data, and design experiments (Kartal, 2017). Besides, simulations are a means of correcting wrong schemas in mind. Righting the incorrect information that occurs in the mind of the student with simulations that are correct and appropriate for the scientific model is one of the crucial benefits of Computer Assisted Instruction (CAI). Simulations guide students to learn accurate information, and they tend to use their cognitive skills to find the correct information (Bozkurt, 2008).

Simulation use has increased recently with the integration of technology in classrooms. Simulations are environments in which actual concepts are replicated, and they provide a controlled learning environment. Necessary information that students need to learn is the primary focus in preparing simulations. Simulations offer the opportunity to learn the essential information by scraping the data from unnecessary details while providing a dangerous, complicated, or difficult concept to be learned through observation and discovery through real objects. Thus, students learn meaningfully with interaction (Özer et al., 2016). Simulations are instructional materials that allow students to make changes to parameters in a virtual experiment. Using computer technologies for expensive and dangerous experiments improve the efficiency of instruction, provide savings, and remove the dangerous risks (Akkağıt & Tekin, 2012). Many types of research in the literature report that simulations used in instruction increased students' academic achievement (Özer et al., 2016).

Students can conduct experiments individually or in groups via simulations that are effective in identifying experiment equipment and in using them for the right purpose. Most of the experiments are held as demonstrations because of the lack of experiment equipment and the high number of students in classes. Simulations may be regarded as alternatives for demonstration experiments. Using simulations instead of expensive equipment would benefit economically (Akkağıt & Tekin, 2012; Rutten, Joolingen & Van der Veen, 2012). Research shows that virtual laboratory activities improve students' interest, motivation, and willingness toward physics subjects (Bozkurt & Sarıkoç, 2008; Çinici et al., 2013; Kaya & Oral, 2013; İnce & Kutlu, 2016; Polat & Tekin, 2013).

Real-like experiments in computer media can be performed by using software such as simulations (Akkağıt & Tekin, 2012; Duman & Avcı, 2016). Experiments can be performed by choosing a subject over the computer network in the virtual laboratory. Also, with the virtual laboratory environment, necessary applications can be made by taking advantage of time and distance even at long distances. This cost-effective system promotes the understandability of content by visualizing the cases. Different activities performed in the virtual laboratories do not give damage to people and the environment and give opportunities for students to gain experience and comprehend the concept. It is thought that transforming laboratory activities that require different equipment into virtual environments would have significant benefits (Akın & Karaköse, 2003).

Literature related to virtual laboratory environments has reported lots of benefits. Açıksöy and İşlek (2017), Yavuz and Akçay (2017), Duman and Avcı (2016), Ürey and Aydın (2014), Çinici and colleagues, (2013), Polat and Tekin (2013), Akkağıt and Tekin (2012), Olympiou and Zacharia (2012), Çetin and Günay (2011), Bozkurt (2008), Çelik (2007), Daşdemir and Doymuş (2016) stated that virtual laboratory-based instruction lead to positive attitudes toward virtual laboratory and increased students' academic achievement compared to those who get traditional instruction. There are findings that reveal that simultaneous experiments and virtual laboratories in both education and engineering invest time and money and improved students' motivation toward engagement to lesson (Bingöl & Elmas, 2017; Çiloğlugil, Aslan & İnceoğlu, 2017; Çukurbaşı & Karamete, 2017; Irmak & Calpbınici, 2017; Kaçar, Boz, Arıcıoğlu & Tekin, 2017; Koklu, Yener & Kılıç, 2016; Şeker & Kartal, 2017). Technology enriched science lessons that involve visuals for abstract phenomena are more effective than typical science courses (Kartal, 2017). A study that investigates the effect of virtual laboratory activities related to physics on the academic achievement of students found that virtual laboratory activities improved students' interest, motivation, and courage to physics subjects. Observations made during the activities revealed that students who experienced virtual laboratory activities have higher level of interest and motivation than students who received traditional instruction. Additionally, there is high level of participation in the traditional classroom, but students seemed boring (Bozkurt, 2008). It is seen that computer assisted instruction is more effective than traditional instruction in the "Light and Sound" unit in the study of Pektaş, Çelik, Katrancı, and Köse (2009).

Literature shows that using virtual laboratory activities in teaching and learning processes make it easier to visualize, solve problems, design experiments, and interpret data. It is also seen that virtual laboratory activities increased academic achievement and improved attitudes, motivation, and courage (Bozkurt & Sarıkoç, 2008; Çelik, 2007; Çetin & Günay, 2011; Daşdemir & Doymuş, 2016; İnce & Kutlu, 2016; Kartal, 2017; Olympiou & Zacharia, 2012; Özer et al., 2016; Polat & Tekin, 2013). This study

aims to investigate the effect of virtual laboratory activities on the academic achievement of students in the “Electricity in Our Lives” unit. The research questions are as follows;

1. Is there a significant difference in achievement scores of pre-tests and post-tests between the experimental group in which virtual laboratory activities are used and the control group in which traditional instruction is used?

2. Is there a significant difference in achievement scores of retention tests between the experimental group in which virtual laboratory activities are used and the control group in which traditional instruction is used?

3. Is there a significant difference in achievement score between pre-test and post-test, pre-test and retention test, and post-test and retention test in the control group in which traditional instruction is used?

4. Is there a significant difference in achievement score between pre-test and post-test, pre-test and retention test, and post-test and retention test in the experimental group in which virtual laboratory activities are used?

### **Methodology**

This quantitative study utilizes an experimental research design with a control group. Experimental research generally includes two or three or more groups as control and experimental groups to compare. Experimental group exposures the treatment whose effect on the dependent variable will be investigated while the control group sometimes does not receive any treatment or receives a different treatment. Control group is essential to seek whether the treatment leads to a significant effect (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2012; Wiersma, 2000). Electricity Achievement Test to measure students’ academic achievement was administered as a pre-test before treatment, post-test just after the treatment, and as the retention test after three months later. The Control group received an instruction, including laboratory activities based on the science curriculum. The experimental group used virtual laboratory activities. “Circuit Construction Kit” developed by Colorado University Phet and the applications of EBA and Morpacampus were used in the virtual laboratory (EBA, 2018; Morpacampus, 2018; Phet Interactive Simulations, 2018). Students conducted electricity circuits in accordance with 5th-grade acquisitions with circuit construction kits. Experiments were carried out based on the curriculum. Students used lecture notes and tests related to the fifth-grade electricity unit in the EBA and Morpacampus in the virtual environment.

## Participants

The pretest-posttest control group design was utilized in the study (Bedir, Erişti, Kabakçı Yurdakul, Akbulut, & Kurt, 2013). Participants are fifth-grade male students from a state secondary school in the province of Ankara in the 2017-2018 academic year. The school in which this study was carried out has a computer lab and computers with internet access in the lab. Thus, the school has the opportunities to conduct virtual laboratory activities. The school is Imam-Hatip School that only boys can enroll in, so participants are only boys. The school in which participants are enrolled has five sections of fifth grades. A pre-test was administered to these sections, and four of them were selected as their scores were closer. Two of them were assigned as the control group, and the other two were designated as the experimental group. Attention is paid to ensure that the achievement scores of the groups are close to each other. Equivalence of Both the number of students in groups and the mean scores is provided by excluding outliers that have the impact of changing means (Sönmez & Alacapınar, 2019). Consequently, 27 students are in each group; a total of 54 students participated in the study. The researcher taught the “Electricity in Our Lives” unit using traditional laboratory activities in the control group and using virtual laboratory activities for the same subject in the experimental group. Necessary permission is obtained from the Ankara Provincial Directorate for National Education.

## Data Collection Tools

Researchers developed the “Achievement Test for Electricity Unit.” The achievement test was used to determine students’ prior knowledge in the electricity, their achievement after the intervention, and their retention level.

Forty-nine questions were prepared firstly for the achievement test. Some of them were taken from EBA (2018) and General Directorate of Assessment and Evaluation, while researchers wrote some. Two faculty and two science teachers were asked to review questions in terms of scientific and cognitive appropriateness. After expert review, some questions were omitted, and the item pool consisted of 33 questions. The draft of questions was piloted with 167 sixth-grade students who learned electricity unit prior year. After the pilot study, item analysis was performed with the TAP programme (version 16.11.13), and eight items (1, 2, 5, 8, 11, 12, 29, and 32) that decreased the reliability of the test were removed. TAP calculated the KR-20 as 0.85, item difficulty index as 0,524, and item discrimination as 0,458 for the 25 items in the final form of the test. Thus, Electricity Achievement Test has become ready to administer. The achievement test served as pretest, posttest, and the retention test for both control and experimental groups. A table of specifications was given in Table 1 to ensure content validity.

Table 1. *The table of specification for 33 items in the first draft of the test developed for “electricity in our lives” unit*

Electricity Unit	Acquisitions	Subjects/Concepts	Items
Representation of Circuit Elements with Symbols	F.5.7.1.1. <sup>1</sup> : Shows the elements of an electrical circuit with symbols.	Picture and Symbol of the Circuit Element	5, 16, 22, 23, 24, 25, 29,
Circuit Schematics	F.5.7.1.2. <sup>2</sup> : Establishes the scheme of the electrical circuit drawn before.	Simple Electric Circuit, Electric Circuit Diagram	8, 13, 15, 26, 27, 28,
Variables Affecting Lamp Brightness in a Simple Electric Circuit	F.5.7.2.1. <sup>3</sup> : It tests its estimates by guessing what the variables affecting the bulb brightness in an electrical circuit.	Variables Used During Experiments (Dependent variable, Independent variable, Controlled variable) Bulb brightness, number of batteries, number of bulbs	11, 12, 14, 17, 30, 32, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 18, 19, 20, 21,31, 33

<sup>1</sup>:F.5.7.1.1. : Science Lesson, 5. Grade, 7. Unit, 1. Subject, 1. Acquisition

<sup>2</sup>:F.5.7.1.2. : Science Lesson, 5. Grade, 7. Unit, 1. Subject, 2. Acquisition

<sup>3</sup>:F.5.7.2.1. : Science Lesson, 5. Grade, 7. Unit, 2. Subject, 1. Acquisition

The same experts regarded the final version of the test as appropriate. Table 2 demonstrates the reliability analysis of 25 items in the final version of the test.

Table 2. *Reliability coefficients of academic achievement test*

KR20	Item Difficulty Index	Item Discrimination Index
0,850	0,524	0,458

Each item in the test is 4 point and a student who gave correct answers to all items gain 100 points from the test.

### Data Collection and Data Analysis

This study took 16 hours for four weeks. Students receive 4 hours of science a week. The electricity achievement test was administered as a pretest to both groups at the beginning of the study and as a posttest at the end of the study to compare the academic achievement of both groups. Six weeks later after the posttest was administered, the achievement test was used as the retention test to determine the retention level of the students.

The lesson was carried out in traditional laboratories in the control group, and the virtual laboratory activities were used in the experimental group based on the lesson plans. Students did experiments actively under the guidance of the teacher.



The researcher gave the necessary prior knowledge to students based on the curriculum, asked questions to students, drew example schemas related to the subject, and used textbooks in the control group. Experiments were done with circuit elements based on the experiment reports. Students actively performed experiments in groups of two.

The teachers enacted the lessons using EBA, Morpacampus, and interactive whiteboards. Students did the experiments in these web sites by using computers in the virtual laboratory. Additionally, experiments were performed due to the experiment reports developed with the circuit construction kit. Students used computers in groups of two for the experiments. Exercises were taken into consideration in interactive environments using EBA and Morpacampus. The students did not write questions, and thus they saved time.

Data was analyzed using SPSS-12 package programme. Independent groups t-test was performed to compare the means across groups, and a dependent t-test was performed to compare means within groups.

### **Findings and Interpretation**

This section is related to findings of pretest, posttest, and retention test that are used to determine students' academic achievement and retention level in the control and experimental groups. In this experimental study, the electricity unit in the fifth-grade curriculum was taught with virtual laboratory activities in the experimental group and with traditional laboratory activities in the control group.

#### **Findings Related to the Pretests and Posttest Scores in The Control and Experimental Groups**

This sub-section of the findings refers to the first research question "Is there a significant difference in achievement scores of pretests and post-tests between the experimental group in which virtual laboratory activities are used and the control group in which traditional instruction is used?". Findings are obtained by using parametric t-test since the sample size is between 20 and 50, the pretest scores of the groups are equivalent at the beginning of the study, and the data has a normal distribution (Ünver, Altunkaynak, & Gamgam, 2016).

Achievement test served as a pretest to measure students' prior knowledge and ensure the equivalence in both groups. Evaluation of the pretest consisting of 25 questions in the achievement test was made over 100 points. The pretest was administered to overcome the differences in achievement in the experimental and control groups, and so the equivalence of the groups was ensured.

Table 3. *Independent samples t-test results for the pretest and posttest scores of control and experimental groups*

Test	Groups	N	Mean	Se	df	t	p
Pretest	Control Group	27	32,00	2,74	57	0,000	1,000
	Experimental Group	27	32,00	1,97			
Posttest	Control Group	27	60,00	2,87	57	3,187	0,002
	Experimental Group	27	72,00	2,78			

Table 3 demonstrates that there is not a significant difference in the pretest scores of experimental and control groups. This result reveals that the groups are equivalent in terms of achievement ( $t=0,00$ ;  $p=1,000$ ;  $p>0,05$ ). In this process, the achievement points of the groups were equalized at the beginning of the experiment.

It is seen from Table 3 that there is a significant difference in posttest scores of groups in favor of the experimental group ( $p<0,05$ ). Findings indicate that students who received instruction with virtual laboratory activities show a higher level of achievement than those who received instruction with traditional laboratory activities ( $t=3,18$ ,  $p=0,002$ ,  $p<0,05$ ). According to this result, virtual laboratory activities increased academic achievement significantly than traditional laboratory activities.

#### **Findings Related to the Retention Test Scores in The Control and Experimental Groups**

This section answers the second research question: "Is there a significant difference in achievement scores of retention tests between the experimental group in which virtual laboratory activities are used and the control group in which traditional instruction is used?". Independent samples t-test was utilized. Table 4 indicates the results of the independent samples t-test to compare the retention test scores of control and experimental groups.

Table 4. *Independent samples t-test results for the retention tests of control and experimental groups*

Test	Group	N	Mean	Se	df	t	p
Retention Test	Control Group	27	52,30	2,76	52	2,339	0,023
	Experimental Group	27	59,11	0,94			

Table 4 reveals a significant difference in the retention test scores of the groups in favor of the experimental group ( $t=2,339$ ,  $p=0,023$ ,  $p<0,05$ ).

#### **Findings Related to the Pretests, Posttest, and the Retention Test Scores in The Control Group**

The third sub-problem investigates the question “Is there a significant difference in achievement score between pre-test and post-test, pre-test and retention test, and post-test and retention test in the control group in which traditional instruction is used?”.

Table 5 demonstrates that there is a significant difference between pretest and posttest scores of the control group ( $p < 0,05$ ). According to this result, it can be said that the posttest scores of the control group are considerably higher than their pretest scores ( $t = -8,056$ ,  $p = 0,000$ ,  $p < 0,05$ ). This is an expected result. Students could not forget what they learned even in a typical instruction.

Table 5. *Dependent samples t-test results for the pretest, posttest, and the retention test scores of the control group*

Group	Test	N	Mean	Se	df	t	p
Control Group	Pretest	27	32,00	2,74	26	-8,056	0,000
	Posttest	27	60,00	2,87			
	Pretest	27	32,00	2,74	26	-6,176	0,000
	Retention Test	27	52,30	2,76	26	2,668	0,013
	Posttest	27	60,00	2,87			
	Retention Test	27	52,30	2,76			

Table 5 indicates a significant difference between the pretest and retention test scores of the control group. This finding shows that the retention test scores of the control group who received instruction with traditional laboratory activities are higher than their pretest scores ( $t = -6,176$ ,  $p = 0,000$ ,  $p < 0,005$ ). We can consider this finding, as a result, expected too.

Table 5 also shows a significant difference between the posttest and retention test scores of the control group. This finding indicates that the posttest scores of the control group who received instruction with traditional laboratory activities are higher than their retention test scores ( $t = 2,668$ ,  $p = 0,013$ ,  $p < 0,005$ ). It is seen that the students in the control group forgot what they learned six weeks after the instruction. Of course, it will be extraordinary to remember all of what has been learned after a while.

### **Findings Related to the Pretests, Posttest, and the Retention Test Scores in The Experimental Group**

The last research question is “Is there a significant difference in achievement score between pre-test and post-test, pre-test and retention test, and post-test and retention test in the experimental group in which virtual laboratory activities are used?”. Dependent samples t-test was utilized to compare the scores of the pretest, posttest, and the retention test in the experimental group.

Table 6. *Dependent samples t-test results for the pretest, posttest, and the retention test scores of the experimental group*

Group	Test	N	Mean	Se	df	t	p
Experimental Group	Pretest	27	32,00	1,97	26	-14,506	0,000
	Posttest	27	72,74	2,78			
	Pretest	27	32,00	1,97	26	-12,805	0,000
	Retention Test	27	59,11	0,94	26	4,545	0,000
	Posttest	27	72,74	2,78			
	Retention Test	27	59,11	0,94			

It is seen from Table 6 that the achievement scores differed significantly when the pretest and posttest scores are compared ( $p < 0,05$ ). This finding shows that the posttest scores of the experimental group who received instruction with virtual laboratory activities are higher than their pretest scores ( $t = -14,506$ ,  $p = 0,000$ ,  $p < 0,005$ ). This is an expected finding as it is not surprising to more top results after receiving instruction.

Table 6 also indicates a significant difference between the pretest and retention test of the experimental group ( $p < 0,05$ ). This finding is evidence of the higher scores of the experimental group who used virtual laboratory activities in posttest than pretest scores ( $t = -12,805$ ,  $p = 0,000$ ,  $p < 0,05$ ).

There is also a significant difference between the posttest and the retention test scores of the experimental group. Table 6 shows that the retention test scores of the experimental group who used virtual laboratory activities are lower than their posttest scores ( $t = 4,545$ ,  $p = 0,000$ ,  $p < 0,05$ ). This finding is like the result that reveals that students in the control group forgot the content.

### **Conclusion, Discussion, and Recommendations**

The conclusion, discussion, and recommendations of this study that aims to investigate the effect of the traditional and virtual laboratory activities on the students' academic achievement related to the electricity unit are given in this section.

When the posttest scores of the groups are compared, it is seen that there is a significant difference between the posttest scores of the control group who used traditional laboratory activities and the experimental group who used virtual laboratory activities in favor of the experimental group. Findings reveal that the mean scores of the experimental group are higher than the mean scores of the control group. There is a significant difference also in the retention test scores of the groups in favor of the experimental group. The mean scores of the experimental group in the retention test are higher than the scores of the control group. Based on these findings, virtual laboratory activities may be an

alternative to traditional laboratory activities. The mean scores of the control group in the retention test are significantly higher than their scores in the pretest. This finding shows that traditional laboratory activities increased academic achievement too.

It is found that there is a significant difference between the pretest and posttest scores of the experimental group. It can be said that the posttest scores of the experimental group were significantly higher than their scores in the pretest. There is also a significant difference between the pretest and retention test scores of the experimental group. It is also found that the posttest scores of the experimental group are significantly higher than their scores in the retention test. This finding means that students may forget some of the content after a while, but not all. But when it comes to comparing the retention test scores of the groups, it was seen that the significant difference between groups is in favor of the experimental group. It is possible to say that virtual laboratory activities may support permanent learning more than traditional laboratory activities.

When the pretest and posttest scores of the control group who used traditional laboratory activities are compared, a significant difference is found. The significant difference is in favor of the posttest scores; thus, posttest scores are significantly higher than pretest scores. Traditional laboratory activities are found to increase academic achievement. When the posttest and retention test scores of the control group who used traditional laboratory activities are compared, a significant difference is found. The posttest mean score of the control group is significantly higher than the mean score of the retention test. Köklü (2015) proposed a similar result in the study that aims to the effect of animation, simulation, and analogies on the academic achievement and retention level in the general physics laboratory.

It is seen that virtual laboratory activities increased significantly academic achievement ( $p < 0,05$ ) than traditional laboratory activities. This finding is similar to the findings of Bozkurt and Sarıkoç (2008).

Akçay, Aydoğdu, Yıldırım, and Şenay (2005) revealed that computer-assisted instruction is more effective than traditional teaching in increasing academic achievement. Similarly, Chang (2000) found that computer-assisted instruction is a more effective teaching method than traditional education in geography teaching.

Çinici and colleagues (2013) stated that virtual laboratory activities increased fifth-grade students' academic achievement significantly than traditional laboratory activities in teaching light and sound. Daşdemir (2013) noted that animation supported teaching in the subject of particulate nature of matter increased academic achievement significantly than the control group and improved the retention level of learning and scientific process skills.

Farrokhnia and Esmailpour (2010) indicated that XXXXXX improved undergraduate students' conceptual understanding of electric circuit elements more effectively than traditional teaching. Karataş (2006) also reported that internet-based learning systems lead to a significant difference in participants' learning in comparison to traditional teaching.

In the study of Özdener (2005) whose participants consist of Vocational High School, Private High School, and University students, he found that virtual laboratory applications are more effective in increasing academic success than traditional laboratory applications on the concept of "Resistance and Cross-Length Change of Resistance for a Conductor Wire." Tanel and Önder (2010) revealed that simulations in an electronic laboratory are more effective than traditional teaching for undergraduate physics majors. In the experimental research of Şeker and Kartal (2017), they found that both traditional teaching and computer-assisted instruction increased students' academic achievement significantly. The findings of this study align with the findings in the related literature. As a result, even though traditional teaching may be an effective method in increasing academic achievement and retention level when compared with virtual laboratory activities, it can be said that virtual laboratory activities are more effective in promoting performance and the permanence of the learning. Virtual laboratory activities should be given a place in education due to its benefits in terms of location, time, equipment, and environment pollution. Research shows that traditional instruction is utilized generally in science classrooms because of a high number of students and limited time and material. However, there are some subjects in which students may have difficulties in learning and memorizing. Both rote memorization and traditional teaching may affect the learning of science negatively (Bozkurt, 2008; Polat & Tekin, 2013).

The reasons for using web-based applications in science may be specified as lack of equipment in real laboratory activities, dangerous experiments, not experimenting due to some environmental factors, or a lot of time required for experiments. However, the advantage of computer-aided laboratory applications is that it provides students with unlimited repetition opportunities and learning opportunities according to individual learning speed (Ercan, Şahin, & Balta, 2016).

With the fact that computers are economical all around the world, the opportunity to communicate with networks and multi-purpose usage area of computers, it is becoming common to create virtual laboratory environments that are alternative to real laboratories (Akın & Karaköse, 2003; İnce & Kutlu, 2016).

The recommendations for future research that intends to study about virtual and real laboratory activities are specified based on the findings and results of this study. The recommendations are as follows:

- The experimental and control group only consisted of male students. Future research may examine the effect of gender on technology-supported laboratory activities.
- Future research may investigate the virtual laboratory activities combined with other teaching methods on the impact of academic achievement and retention level.
- It may be examined the effect of virtual and laboratory activities on the impact of attitude, motivation, and scientific process skills of students.
- Due to the impact of the simulations and applications used in the study on increasing student achievement and retention level, the same research can be done on different subjects with the virtual laboratory applications in science courses.

### References

- Abdüselam, M. S. (2016). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımlarına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(1), 2014, 59-74.
- Açıksoy, G., ve İşlek, D. (2017). The impact of the virtual laboratory on students' attitudes in a general physics laboratory. *International Journal of Online Engineering*, 13(4), 20-28.
- Akçay, S., Aydoğdu, M., Yıldırım, H. İ., ve Şensoy, Ö. (2005). Fen eğitiminde ilköğretim 6. Sınıflarda çiçekli bitkiler konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1), 2005, 103-116.
- Akgün, Ö. E. (2005). Bilgisayar destekli ve fen bilgisi laboratuvarında yapılan gösterim deneylerinin öğrencilerin fen bilgisi başarısı ve tutumları üzerindeki etkisi. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 1-20.
- Akın, E., ve Karaköse, M. (2003). Elektrik ve bilgisayar mühendisliği eğitiminde sanal laboratuvarların kullanımı. Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi 1. Ulusal Sempozyumu, Ankara, Türkiye, 166-169.
- 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.
- Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 30-35.
- Bingöl, O., ve Elmas, Ç. (2017). Virtual lab: space vector pwm for two-and three-level inverters sanal laboratuvar: iki ve üç seviyeli eviriciler için uzay vektör pwm, *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg*, 23(2), 95-102.



- Bozkurt, E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bozkurt, E., ve Sarıkoç, A. (2008). Can the virtual laboratory replace the traditional laboratory in physics education. *Ahmet Keleşoğlu Faculty of Education Journal*, (25), 89-100.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi. 13. Baskı.
- Chang, C. Y. (2000). Enhancing tenth graders' earth-science learning through computer-assisted instruction. *Journal of Geoscience Education*, 48(5), 636-640.
- Çelik, E. (2007). *Ortaöğretim coğrafya derslerinde bilgisayar destekli animasyon kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Coğrafya Eğitimi Bilim Dalı, İstanbul.
- Çetin, O., ve Günay, Y. (2011). Fen eğitimine yönelik örnek bir web tabanlı öğretim materyalinin hazırlanması ve bu materyalin öğretmen öğrenci görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 12(2), 175-202.
- Çiloğlugil, B., Aslan, B. G., ve İnceoğlu, M. M. (2017). Lise öğrencilerine bilgisayar donanımı öğretimi: devremi kuruyorum. *Ege eğitim dergisi*, 18(1), 266-287.
- Çinici, A., Özden, M., Akgün, A., Ekici, M., ve Yalçın, H. (2013). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 5. Sınıf öğrencilerinin ışık ve ses ünitesiyle ilgili başarıları üzerine etkisinin karşılaştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 92-106.
- Çukurbaşı, B., ve Karamete, A. (2017). Üç boyutlu sanal ortamlarda beş aşamalı modelin uygulanması. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 31(1), 36-64.
- Daşdemir, İ. (2013). Animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1287-1304.
- Daşdemir, İ., ve Doymuş, K. (2016). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-42.
- Dinçer, S., ve Güçlü, M. (2013). Fen bilgisi eğitiminde bilgisayar destekli simülasyon kullanımının etkililiği ve yeni yönelimler: Bir meta-analiz çalışması. *International Journal of Human Sciences*, 10, 35-48.
- Duman, M. Ş., ve Avcı, G. (2016). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisi. *Journal of Education Faculty*, 18(1), 13-33.

- EBA. (2018). *Fen Bilimleri 5. Sınıf. Elektrik ve devre elemanları*. 08.01.2018 tarihinde, [https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer\\_v0.0.531/index.html#/main/curriculum/2/eba/5/feny?currID=f7594a7f011b6b9b2344f6de5775563f&expand=false&isSub=false&schoolSubType=3&backID=-1](https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.531/index.html#/main/curriculum/2/eba/5/feny?currID=f7594a7f011b6b9b2344f6de5775563f&expand=false&isSub=false&schoolSubType=3&backID=-1), adresinden erişilmiştir.
- Ercan, O., Ural, E., ve Ozates, D. (2016). The effect of web assisted teaching on students' achievement in the subject of mixtures and attitudes towards chemistry. *Hacettepe University Journal of Education*, 31(1), 163-179.
- Ercan, T., Şahin, Y. G., ve Balta, S. (2009). An Indispensable Contributor To Effective Time Management In Class: Remote Presenter. In *Proceedings of 9 th International Educational Technology Conference*, 249-254.
- Farrokhnia, M. R., ve Esmailpour, A. (2010). A study on the impact of real, virtual and comprehensive experimenting on students' conceptual understanding of DC electric circuits and their skills in undergraduate electricity laboratory. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 5474-5482.
- Irmak, E., ve Calpbiniçi, A. (2017). E-Laboratuvarlar için yeni bir tasarım: Eş zamanı erişilebilen deneysel uygulama platformu. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(2), 363-375.
- İnce, E. Y., ve Kutlu, A. (2016). *Web tabanlı laboratuvarlar*. 28.08.2017 tarihinde <http://ab.org.tr/ab14/bildiri/34.pdf>, adresinden erişilmiştir.
- Kaçar, S., Boz, A. F., Arıcioğlu, B., ve Tekin, H. (2017). PID denetleyici uygulamaları için yeni bir online deney seti tasarımı. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 34-46.
- Karakuyu, Y., Bilgin, İ., ve Sürücü, A. (2013). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımlarının üniversite öğrencilerinin genel fizik laboratuvarı u dersindeki başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(10), 237-250
- Karataş, S. (2006). Deneyim eşitliğine dayalı internet temelli ve yüz yüze öğrenme sistemlerinin öğrenci başarısı açısından karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(3), 113-132.
- Kartal, B., ve Çinar, C. (2018). Examining pre-service mathematics teachers' beliefs of tpack during a method course and field experience. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(3), 11-37.
- Kartal, T. (2014, Aralık). Fen eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı. Ekici, G. (Ed.), *Etkinlik örnekleriyle güncel öğrenme-öğretme yaklaşımları-I*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Kartal, T. (2017, Eylül). Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonu. Demirci Güler, M. P. (Ed.), *Fen bilimleri öğretimi: yaklaşımlar ve kazanımlar doğrultusunda uygulama örnekleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

- Kıyıcı, G., ve Yumuşak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi-asit-baz kavramları ve titrasyon konusu örneği. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 130-134.
- Koklu, N., Yener, D., ve Kilic, H. S. (2016). Designing animations and simulations for ohm's law. *International Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers*, 4(2), 53-57.
- Köklü, N. (2015). *Genel fizik laboratuvarında başarı ve akılda kalıcılık etkilerinin artırılmasına yönelik animasyon, simülasyon ve analogik modellerin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- MEB, (2020). Eğitimde fırsatları artırma teknolojiyi iyileştirme hareketi projesi. 10.03.2020 tarihinde, <http://fatihprojesi.meb.gov.tr/index.html>, adresinden erişilmiştir
- Morpakampus (2018). *Öğretmen. fen bilimleri 5. sınıf. elektrik ve devre elemanları*. 08.01.2018 tarihinde, <https://v216.morpakampus.com/ogretmen.asp?page=ders>, adresinden erişilmiştir
- Olympiou, G., ve Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21-47.
- Özdener, N. (2005). Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetisim (simulation) kullanımı. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 93-98.
- Özer, İ. E., Bilici, S. C., ve Karahan, E. (2016). Fen bilimleri dersinde algodoo kullanımına yönelik öğrenci görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 28-40.
- Öztürk, M. (2014). Web tabanlı uzaktan eğitimde teknolojiye ilişkin yeni eğilimler. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 272-288.
- PhET Interactive Simulations (2018). *Interactive Simulations for Science and Math.*, 08.01.2018 tarihinde, <https://phet.colorado.edu/tr/simulations/category/physics/electricity-magnets-and-circuits>, adresinden erişilmiştir
- Polat, E., ve Tekin, A. (2013). Fen ve teknoloji dersinde animasyonla desteklenmiş Web tabanlı eğitimin akademik başarıya etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 10, 17-26.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R. ve Van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.
- Soylu, H. (2004). *Fen Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar* (1. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık, 218.
- Sönmez, V. ve Alacapınar G. F. (2019). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri*. Gözden geçirilmiş 7. Baskı. SS: 502(52-53.) Ankara. Anı yayıncılık

- Şahin, F., ve Sağlamer Yazgan, B. (2013). Araştırmaya dayalı sınıf dışı laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısına etkisi, *Sakarya University Journal of Education*, 3(3),107-122.
- Şeker, R., ve Kartal, T. (2017). The effect of computer-assisted instruction on students' achievement in science education. *Turkish Journal of Education*, 6(1), 17-29.
- 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.
- Tanel, Z., ve Tanel, R. (2010). Fizik laboratuvarları ile bilişim ortamlarının durumu ve kullanımına yönelik öğretmen görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 76-87.
- Taşkın, Ö. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar (1. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları, 478.
- Tsai, C. C. (1999). "Laboratory exercises help me memorize the scientific truths": A study of eighth graders' scientific epistemological views and learning in laboratory activities. *Science Education*, 83(6), 654-674.
- Ünver, Ö., Altunkaynak, B., ve Gamgam, H. (2016). *SPSS uygulamalı temel istatistik yöntemler (8. Baskı)*. Ankara: 260 -262Seçkin Yayınları, 260-262
- Ürey, M., ve Aydın, M. (2014). Genel biyoloji laboratuvarı kapsamında geliştirilen biyo-lab-web yönteminin etkililiği ve öğretmen adaylarının görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 150-167.
- Wiersma, W. (2000). *Research methods in education (7th edition)*. States of america:Allyn and bacon Pub.co
- Yavuz, S., ve Akçay, M. (2017). Bilgisayar destekli öğretim ile laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin ders başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 39-48.