Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi www.esosder.org
Electronic Journal of Social Sciences ISSN:1304-0278
Nisan/April(2020) - Cilt/Volume:19 - Sayı/Issue:74 (916-933)

TEKNOLOJİ DESTEKLİ FİZİK LABORATUVARI ETKİNLİKLERİNDEKİ KISITLAR VE ENGELLER KONUSUNDA ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ[1]

EVALUATION OF TEACHERS ' OPINIONS ON RESTRICTIONS AND OBSTACLES IN TECHNOLOGY SUPPORTED PHYSICS LABORATORY ACTIVITIES

Aytekin ERDEM[2]

Öz

Bu çalışmanın amacı, liselerdeki Fizik eğitiminde teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusunda öğretmen görüşlerinin belirlenmesidir. Araştırmanın katılımcısı 239 gönüllü Fizik öğretmenidir. Çalışma tarama modelinde olup, veriler beşli Likert tipi ölçek ile toplanmıştır. Ölçeğin güvenirlik katsayısı 0.71'dir. Elde edilen verilerin analizinde betimsel ve yordamalı istatistik teknikleri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; öğretmenlerin "Grafik hesap makinesi destekli laboratuvar konusunda bilgi/beceri düzeyim eksik", "Teknoloji destekli fizik deneyleri alanında mesleki gelişim etkinlikleri yetersiz" ve "Fizik deneyi yazılımları içerik yönünden yetersiz veya kalitesiz" görüşlerine katıldıkları belirlenmiştir. Ayrıca, öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusundaki görüşleri ile bazı bireysel özellikleri arasında anlamlı bir farklılık olmamasına karşın, okul türü ve laboratuvar araç-gereç kullanma becerilerine göre ise farklılıklar bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Fizik Eğitimi**,** Öğretmen, Laboratuvar, Teknoloji, Kısıtlar ve Engeller

Abstract

The aim of this study is to determine the opinions of teachers about the restrictions and obstacles in technology supported laboratory activities in high school. The sample of the study is 239 volunteer physics teachers. The study was carried out in survey model and the data were collected with a 5-point Likert-type scale. The reliability coefficient of the scale is 0.71. Descriptive and inferential statistical techniques were used in the analysis of the obtained data. According to the results of the analysis; it was determined that teachers participated in the opinions of "I'm missing level of knowledge/skill about the graphical calculator supported laboratory", "Professional development activities in the field of technology-assisted physics experiments are insufficient" and "Physics experiment software has insufficient content or poor quality". In addition, although there was no significant difference between teachers' opinions on the restrictions and obstacles in technology-supported laboratory activities and some individual characteristics, differences were found according to the type of school and laboratory equipment using skills.

Keywords: Physics Education, Teacher, Laboratory, Technology, Constraints and Obstacles

[1]Bu çalışma, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından desteklenen NKUBAP.00.MB.AR.13.06 no'lu araştırma projesinden üretilmiş olup, ULEAD 2018-VIII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi (9-11 Mayıs 2018, Manisa, Türkiye)'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

[2] Dr.Öğr.Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi,Teknik Bilimler MYO, aerdem@nku.edu.tr, Orcid: 0000-0002-1760-4789

Makale Türü: Araştırma Makalesi – Geliş Tarihi:12/04/2019 – Kabul Tarihi:11/03/2020

DOI:10.17755/esosder.553124

1. GİRİŞ

Fizik; deneyimler, gözlemler ve gerçek deneysel bulgulara dayalı bir bilimdir. Fizikte kuramsal bilgiler, yalnızca sonuçları gözlemler veya deneylerle doğrulanabildikleri zaman önemlidir. Fizikteki bazı gerçekler güzel görünse de, bunların çoğu dikkatlice planlanmış deneylerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle deneyler, tüm doğa bilimlerinde olduğu gibi, fizik biliminde de bilimsel araştırmalarda vazgeçilmez bir bileşendir (Chiaverina and Vollmer, 2005). Fizik öğretiminde öğrencilerin kavramları somutlaştırabilmeleri ve kavramlararası ilişkileri kurabilmeleri için deney yönteminin kullanılması gerekmektedir. Geleneksel laboratuvarlarda gerçekleştirilen deneylerin fizik konularını öğrenmede öğrencilere birçok katkılarının bulunduğu (Akdeniz, Çepni ve Azar, 1999; Algan, 1999; Baker, 1997; Bhâlâ, 1987; Colletta and Chiappetta, 1989; Gott and Duggan, 1995; Gürdal ve Yavru, 1998; Serin, 2001; Tamir, 1997; Tsai, 1999) vurgulanmakla birlikte, bilişim teknolojilerinin ortaya çıkardığı teknolojik cihaz ve ürünlerle gerçekleştirilen deneylerde ise kavramların öğrenciler tarafından daha iyi algılanabildiği, somutlaştırılabildiği ve öğrencinin akademik başarısının daha fazla arttığı gözlemlenmiştir (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Demircioğlu ve Geban, 1996; Gül ve Yeşilyurt, 2011; Güven ve Sülün, 2012; Jimoyiannis and Komis, 2001; Karamustafaoğlu, Aydın ve Özmen, 2005; Kolçak, Moğol ve Ünsal, 2014; Sarabando, Cravino and Soares, 2014; Wang, Wu and Hsu, 2017; Windschitl and Andre, 1998). Bilişim teknolojisinin sunduğu olanakların fizik öğretiminde kullanılması sonucunda laboratuvar koşullarında gerçekleştirilemeyen deneyler yapılarak veriler toplanabilir, deneysel veriler hızlı ve güvenilir bir şekilde işlenebilir, fazla miktarlardaki veriye kısa sürede ulaşılabilir (Ergin, Şahin-Pekmez ve Öngel-Erdal, 2005).

Bazı ülkelerde onlarca yıldan bu yana fizik öğretiminde deneyler bilgisayara bağlanan algılayıcılar (sensörler) yardımı ile gerçekleştirilmektedir. Bir algılayıcı bilgisayara bağlanarak; deney verilerinin toplanması, analiz edilmeleri ve yorumlanması konularında güçlü bir sistem oluşturulur. Bu sistem Mikrobilgisayar Destekli Laboratuvar (Microcomputer-Based Laboratory-MBL) olarak adlandırılır ve bir mikrobilgisayara arabirim olarak adlandırılan bir elektronik cihaz yardımı ile bağlanan algılayıcıdan veya probdan oluşur (Uzal, Erdem ve Ersoy, 2010). MBL'nin dört özelliğinin grafik iletişimin kolaylaştırılmasındaki başarısına katkıda bulunduğu düşünülmektedir. MBL çoklu yöntemler kullanmaktadır; gerçek zamanlı olarak, sembolik grafik gösterimleri ile olayları eşleştirir; gerçek bilimsel deneyimler sağlar ve grafik üretiminin zorluğunu ortadan kaldırır (Mokros and Tinker, 1987)). Bilgisayar ve bilgisayar gibi sistemler sayesinde, bilgi toplanması daha hızlı bir şekilde öğrencilerin öngörülerini test etmelerine, değişikliklerini yapmalarına ve öğrenmelerini kendi kendilerine yönlendirmelerine izin verir (Travers, 2005).

Öğretmen ve öğretmen eğitimcileri, mikrobilgisayarların öğretim bağlamında kullanılmasını engelleyen çeşitli faktörlere işaret etmektedirler. Lehman (1994), öğretmenlerin bu engelleri önem sırasına göre; erişim, eğitim, öğretmenin kişiliği, zaman ve okul müfredatı, şeklinde ifade ettiklerini belirtmektedir (Yerrick and Hoving, 1999). İleri Hesap Makinesi Destekli Laboratuvar (CBL: Calculator-Based Laboratory), Grafik Hesap Makinesi veya İleri Hesap Makineleri ile fiziksel olayları algılayan sensörlerin bağlantılarını oluşturan bir veri toplama arabirimi olarak kullanılır. MBL-CBL gereçlerinin deneylerde kullanılması aşağıda belirtilen bazı üstünlükleri sağlar:

- ✓ Öğrenci kendisinin belirlediği araştırmaları yürütebilir.
- ✓ Veri toplama ve görüntülemedeki zaman kaybını engeller.
- ✓ Veri, deney anında grafiksel formda görüntülenir.
- ✓ Öğrenci, deney koşullarını değiştirerek deney sonuçlarını anında görebilir.

- ✓ Öğrenciler deney sürecinde zamanlarının çoğunu deney olaylarını gözlemek, yorumlamak, verileri grup arkadaşları ile tartışmak ve verileri birlikte analiz etmek için harcarlar.
- ✓ Öğrenciler bu gereçlerle fizik, kimya ve biyoloji deneylerini gerçekleştirebilirler.
- ✓ Bilimsel araştırmalar için ilköğretimden üniversiteye kadar her kademedeki öğretim biriminde kullanılabilirler (Uzal, Erdem ve Ersoy, 2010; alıntı; Bernhard and Bernhard, 1998).

Son yıllarda, birçok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de teknolojinin eğitimde yoğun ve yaygın olarak kullanılması ve derslere entegrasyonu konularına yönelik çabalar gittikçe artmaktadır. Bu doğrultuda Milli Eğitim Bakanlığı, özellikle 2000'li yıllardan itibaren geliştirdiği projelerle her kademedeki okulu teknolojik cihaz ve ürünlerle donatmakta ve bunların kullanılması ile ilgili olarak öğretmenlerin mesleki gelişim etkinliklerini sürdürmektedir. Türkiye'de gerçekleştirilen mesleki gelişim etkinliklerinin çoğunluğu okul dışındaki ortamlarda yapılan seminer veya çalıştaylar şeklindedir. Bu çalışmaların okul içinde öğretmeni etkin kılacak şekilde ve iş gününün içine yerleştirilmiş olarak yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir (İlğan, 2013). Öğretmenler; uzman kişiler tarafından, küçük gruplar halinde, okullara gelecek teknolojilerin tanıtımı, temel bilgisayar programlarının (Örneğin; Office, web tasarımı, animasyon hazırlama gibi) kullanımı, e-içerik hazırlama ve derslerde kullanma başlıklarını içeren uygulamalı bir hizmet içi eğitimin verilmesini beklemektedir (Keleş ve Turan, 2015).

Öğretmenlerin teknoloji destekli fizik öğretimindeki mesleki gelişim gereksinimlerinin belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilen bir araştırmada öğretmenlerin bu konudaki mesleki gelişim gereksinimi görüşlerinin cinsiyet, kıdem yılı, görev yapılan okul türü, bilgisayar okur-yazarlık düzeyi ve laboratuvar araç-gereç kullanma becerisine göre değişiklik göstermediği; yeni Fizik Öğretim Programı bilgisine göre ise görüşler arasında farklılık olduğu görülmüştür (Erdem ve Uzal, 2017). Bu sonuçtan hareketle, yeni Fizik Öğretim Programındaki kazanımlardan haberdar olan ve teknolojinin derslerde kullanılması gereğine inanan öğretmenlerin teknoloji destekli fizik öğretimi konusunda mesleki gelişim gereksinimi içinde bulundukları düşünülmektedir. Öğretmenlerin teknolojinin fizik eğitiminde kullanımına ilişkin görüşlerinin cinsiyet, kıdem yılı ve okul türüne göre değişiklik göstermediği; bilgisayar okur-yazarlığı, laboratuvar araç-gereç kullanma becerisi, mesleki gelişim gereksinimi, yeni Fizik Öğretim Programı bilgisine ve mesleki yeterlilik/yetkinlik düzeylerine göre ise farklılık olduğu anlaşılmıştır (Erdem, 2018). Bilgisayar okur-yazarlığı, laboratuvar araç-gereç kullanma becerisi, mesleki gelişim gereksinimi, yeni Fizik Öğretim Programı bilgisi ve mesleki yeterlilik/yetkinlik düzeyi yüksek olan öğretmenlerin diğer öğretmenlere göre teknolojinin fizik eğitiminde kullanımı hakkındaki görüşlerinin daha olumlu olduğu görülmüştür.

Gerçekleştirilen araştırmalarda bazı teknolojik cihaz ve ürünlerin eğitimde kullanılmasını engelleyen etmenler belirlenmeye çalışılmıştır. Wetzel (2000), teknoloji kullanımını etkileyen faktörler olarak; öğretmenlerin zamana gereksinim duymalarını, finansmanı, teknoloji kullanım gerekçesini, eğitim ve desteği, öğretmen ilgisizliğini, öğretmen katılımını, hedeflerin vizyonunu, erişimi ve değerlendirme uygulamalarını göstermektedir. Teknolojik bir cihaz olan tabletlerin derslerde kullanılmasını engelleyen etmenler konusunda öğretmen görüşleri araştırıldığında öğretmenler, uygun içeriğin bulunmaması ve tabletlerin amacına uygun olarak kullanılamaması gibi pedagojik problemleri teknolojinin derslere entegrasyonu önünde engel olarak göstermektedirler. Çağıltay, Çakıroğlu, Çağıltay ve Çakıroğlu (2001)'nun gerçekleştirdikleri araştırmada öğretmenler,

uygun içeriğin bulunmaması nedeniyle derslerinde bilgisayar kullanmadıklarını ifade etmişlerdir. Bilici (2011)'nin çalışmasında e-içerik sağlanması veya hazırlanması konusunda öğretmenlere destek verilmesinin zorunlu olduğu belirtilmektedir. Fatih Projesinin öğretmen görüşleriyle değerlendirildiği diğer bir çalışmada, mevcut teknik sorunların ve pedagojik açıdan içerik eksikliği bulunmasının, başlangıçta projeye karşı olumlu bir tutum içinde bulunan öğretmenlerin motivasyonlarını kaybetmelerine neden olduğu açıklanmaktadır (Kurt, Kuzu, Dursun, Güllüpınar ve Gültekin, 2013). Ayrıca öğretmenlere Fatih projesi kapsamında gerçekleştirilen hizmet içi eğitimlerdeki eğitim içeriğinin yetersiz olması önemli sorunlardan biridir. Hizmet içi eğitimlerde genelde yazılımların öğretimi yapılmamalı, öğretmenlere yeni teknolojileri öğrenme ortamına entegre edebilmeleri için gerekli bilgi ve becerileri edinebilmeleri konusunda destek olunmalıdır (Keleş, Öksüz ve Bahçekapılı, 2013). Etkileşimli tahta ve tablet bilgisayarların öğrenme ve öğretme sürecinde etkin kullanılabilmeleri için yeterli elektronik ders içeriklerinin sağlanması gerekmektedir. Oysa okullarda elektronik ders içeriklerinin yetersizliği ile mevcut içeriklerin etkili olamaması ve bu içeriklerin teknolojiye uygun olamayışı öğretmenler açısından önemli bir sorun olmaktadır. Bu konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda okullardaki yeni teknolojilerin elektronik ders içeriklerinin yetersizliği nedeniyle yeterince değerlendirilemediği ifade edilmektedir (Ayvacı, Bakırcı ve Başak, 2014; Dursun, Kuzu, Kurt, Güllüpınar ve Gültekin, 2013; Gürol, Donmuş ve Arslan, 2012; Pamuk, Çakır, Ergun, Yılmaz ve Ayas, 2013). Etkileşimli tahtaların etkili olarak kullanımına yönelik olarak öğretmen ve öğrenciler de yazılım, içerik ve internet kısıtlamaları, tahtaların kullanımı konusundaki yetersiz bilgi ve becerilerin geliştirilememesi ile fiziksel ortamın yetersizliği gibi sorunlar bulunduğunu belirtmişlerdir (Keser ve Çetinkaya, 2013). Bilişim teknolojisinin fizik derslerinde ve özellikle laboratuvar etkinliklerinde yoğun ve etkili olarak kullanımı için gerekli tedbirler alınmalıdır. Bilişim teknolojisi, fizik olayının gerçekleştiği ortamda deneysel verilerin toplanması ve verilerin hızlı bir şekilde değerlendirilmesi olanağını sağlamaktadır.

Fizik eğitiminin daha verimli olarak yürütülebilmesi için teknoloji desteğinin derslere entegrasyonunun sağlanması gerektiği yukarıdaki alan yazın taramasından görülmektedir. Alan yazında fizik öğretmenlerinin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusunda öğretmen görüşlerini belirlemeye yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın, belirtilen boşluğu giderme konusunda katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, fizik öğretmenlerinin teknolojinin derslere entegrasyonunu engelleyen etmenlerin bilinmesi önem kazanmaktadır. Bu doğrultuda teknolojinin fizik derslerine entegrasyonunu sağlayacak olan öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi ve bunun sonucunda elde edilecek bilgilerin değerlendirilerek teknoloji destekli fizik öğretiminin geliştirilmesi gerekmektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, fizik eğitiminde teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki engeller ve kısıtlar konusunda öğretmen görüşlerinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada aşağıdaki soruların cevapları araştırılmıştır.

1. Teknoloji destekli fizik laboratuvarı etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusunda öğretmen görüşleri hangi düzeydedir?
2. a. Öğretmenlerin cinsiyetleri ile teknoloji destekli fizik laboratuvarı etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusundaki görüşleri farklılık göstermekte midir?

   b. Öğretmenlerin kıdem yılları ile teknoloji destekli fizik laboratuvarı etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusundaki görüşleri farklılık göstermekte midir?

c. Öğretmenlerin görev yaptıkları okul türleri ile teknoloji destekli fizik laboratuvarı etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusundaki görüşleri farklılık göstermekte midir?

d. Öğretmenlerin bilgisayar okur-yazarlık düzeyleri ile teknoloji destekli fizik laboratuvarı etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusundaki görüşleri farklılık göstermekte midir?

e. Öğretmenlerin laboratuvar araç-gereç kullanma beceri düzeyleri ile teknoloji destekli fizik laboratuvarı etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusundaki görüşleri farklılık göstermekte midir?

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma; 2014-2015 Akademik yılında Kocaeli ilindeki bazı liselerde görev yapmakta olan 239 fizik öğretmeni ve öğretmenlerin veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplarla sınırlıdır.

2. YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Fizik öğretmenlerinin, teknoloji destekli fizik laboratuvarı etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusundaki görüşlerinin belirlenmesi amaçlanan araştırmada, araştırmacılar tarafından geliştirilen bir ölçme aracı (ölçek) kullanılarak, nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modelleri, geçmişte ya da halen var olan bir durumu mevcut şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır (Büyüköztürk, 2012; Karasar, 2015).

Katılımcılar

Araştırma, 2014-2015 Eğitim-Öğretim yılında gerçekleştirilmiş olup, Kocaeli ilçe merkezindeki liselerde görev yapmakta olan öğretmenlerden gönüllü 239 fizik öğretmeni katılımcı olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada ele alınan konuyla ilgili verileri katılımcı öğretmenlerden derlemek için çok sayıda madde (görüş ve eğilim) içeren ve araştırmacılar tarafından oluşturulan bir ölçek kullanılmış olup ölçeğin özellikleri şunlardır.

ÖTDLEKvEİİG (Öğretmenlerin Teknoloji Destekli Laboratuvar Etkinliklerindeki Kısıtlar ve Engeller İle İlgili Görüşleri) Ölçeği

Bu ölçek, fizik öğretmenlerinin teknoloji destekli laboratuar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller hakkındaki görüşlerini kapsayan, beş seçenekli (Likert), üç faktör altında toplanan 10 maddeden oluşan bir ölçektir. Bu maddeler; "Teknolojik cihaz kullanma bilgi/beceri düzeyi yetersizliği" faktörü altında üç madde, "Fizik yazılımı kullanma bilgi/beceri düzeyi ve teknolojik ürün eksikliği" faktörü altında dört madde ve "Bilgisayar donanım ve yazılımın nicel/nitel yetersizliği" faktörü altında üç madde bulunacak şekilde dağılmaktadır. Birinci faktörde yer alan maddelerin faktördeki yük değerleri 0.701-0.897 arasında, ikinci faktörde yer alan maddelerin faktördeki yük değerleri 0.541-0.754 arasında ve üçüncü faktörde yer alan maddelerin faktördeki yük değerleri 0.621-0.883 arasında değişmektedir. Uyum indeksleri χ^2/sd=2.34 (≤3), GFI=0.94 (≤0.95), AGFI=0.90 (≤0.90), NFI=0.90 (≤0.95), NNFI=0.91 (≤0.95), CFI=0.94 (≤0.95), RMSEA=0.075 (≤0.08)'dir. Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı birinci faktör için α=0.77, ikinci faktör için α=0.61, üçüncü faktör için

α=0.71 ve tüm ölçek için α=0.71 olan ölçeğin, maddelerinin ayırt etme gücü 0.302 ile 0.578 arasında değişmektedir. Ölçekteki maddeler "**[1]** Kesinlikle katılmıyorum", "**[2]** Katılmıyorum", "**[3]** Fikrim yok" "**[4]** Katılıyorum", "**[5]** Tamamen katılıyorum" şeklinde derecelendirilmiştir.

3. BULGULAR

Veriler, geliştirilen yeni bir ölçme aracı, yani ölçek kullanılarak 239 gönüllü Fizik öğretmeninin katkısıyla derlenmiştir. Araştırmada betimsel ve yordamalı istatistik teknikleri kullanılmış olup, verilerin çözümlenmesi SPSS Veri Analiz programında gerçekleştirilmiştir.

Öğretmenlerle İlgili Demografik Bilgiler: Öğretmenlerin Özgeçmişleri

Araştırmaya katılan 239 fizik öğretmeninden 156 (%65,3)'sını erkek, 83 (%34.7)'ünü kadın öğretmenlerin oluşturduğu, öğretmenlerin kıdem sürelerine bakıldığında; 23 (%9.6)'ünün 0-5 yıl, 19 (%7.9)'unun 6-11 yıl, 74 (%31)'ünün 12-17 yıl, 84 (%35.2)'ünün 18-23 yıl ve 39 (%16.3)'sının 24 ve üstü yıl hizmet sürelerinin olduğu, görev yapılan okul türüne göre; 27'si (%11.3) Fen Lisesinde, 14'ü (%5.9) Anadolu Öğretmen Lisesinde, 136'sı (%56.9) Anadolu Lisesi, 62'sinin (%25.9) diğer liselerde görev yaptıkları belirlenmiştir. Bilgisayar okur-yazarlığına bakıldığında; öğretmenlerin 4'ü (%1.7) zayıf düzeyde, 66'sı (%27.6) orta düzeyde, 121'i (%50.6) iyi düzeyde, 48'i (%20.1) çok iyi düzeyde bilgisayar okur-yazarı olduklarını belirtmişlerdir. Laboratuvar araç-gereç kullanma becerileri incelendiğinde; öğretmenlerin 19'u (%7.9) zayıf düzeyde, 69'u (%28.9) orta düzeyde, 113'ü (%47.3) iyi düzeyde, 38'i (%15.9) çok iyi düzeyde araç-gereç kullanma becerisine sahip oldukları anlaşılmıştır.

Verilerin Analizi ve Bulgular–I: Betimsel İstatistik

Bu bölümde öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller hakkındaki görüşleri ile ilgili bulgu ve yorumlara yer verilmiştir.

Yapılan hesaplama sonucunda ağırlıklı aritmetik ortalamaların değerlendirilme aralığı; [4.20 - 5.00]= "Tamamen katılıyorum", [3.40 - 4.19]= "Katılıyorum", [2.60 - 3.39]= "Fikrim yok", [1.80 - 2.59]= "Katılmıyorum", [1.00 - 1.79]= "Kesinlikle katılmıyorum" biçiminde ölçüleri kullanılarak belirlenmiştir.

Değerlendirme ölçeğinin puan aralığının hesaplanmasında *aralık genişliği = dizi genişliği / yapılacak grup sayısı = (5-1) / 5 = 4 / 5 = 0.8"* katsayısı esas alındığında, aritmetik ortalamaların değerlendirilme aralığı elde edilmiş ve Tablo 1'de verilmiştir.

Ölçekten elde edilen ham puanların; önce z puanı, sonra da T puanı hesaplanarak ve ham puanlar standartlaştırılarak eşit aralığa dönüştürülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlerde T puanları kullanılmıştır.

Tablo 1. Ağırlıklı Aritmetik Ortalamaların Değerlendirilme Aralığı

Ağırlık	Seçenekler	Sınırlar
5	Tamamen katılıyorum	4.20 – 5.00
4	Katılıyorum	3.40 – 4.19
3	Fikrim yok	2.60 – 3.39
2	Katılmıyorum	1.80 – 2.59
1	Kesinlikle katılmıyorum	1.00 – 1.79

Ölçekten elde edilen ham puanların normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla, merkezi-yayılım ölçütleri bulunmuştur ($\overline{X}$ =33.23; *Mdn*=33.00;

Mod=34.00). z-İstatistiğine göre; çarpıklık -0.191, standart hatası 0.157 (-0.191/0.157=-**1.22**); basıklık -0.012, standart hatası 0.314 (-0.012/0.314=-0.04) hesaplanmış olup α=0.05 için her iki katsayı (-1.96) ile (+1.96) arasında kaldığından, dağılım normal kabul edilebilir. Ayrıca, elde edilen puanların histogram grafiği çizilmiştir. Elde edilen bulgular, puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediği şeklinde yorumlanabilir (Can, 2014, s.85).

Teknoloji Destekli Laboratuvar Etkinliklerindeki Kısıtlar ve Engeller İle İlgili Öğretmen Görüşleri

Araştırmaya katılan Fizik öğretmenlerinin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili öğretmen görüşlerinin düzeyleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2'deki değerler incelendiğinde, öğretmenlerin; **teknolojik cihaz kullanma bilgi/beceri düzeyi yetersizliği** faktörü altında bulunan " *Grafik hesap makinesi destekli laboratuvarın (CBL-Calculator based Laboratory) kullanımı konusunda bilgi/beceri düzeyim eksik* ($\bar{X}$ = 3.42)" görüşüne katıldıkları, "*Mikrobilgisayar destekli laboratuvarın MBL-Microcomputer Based Laboratory)kullanımı konusunda bilgi/beceri düzeyim eksik* ($\bar{X}$ = 3.37)", "*Mobil bilim laboratuvarını (Nova vb.) kullanma konusunda bilgim/becerim yetersiz* ($\bar{X}$ = 3.19)" görüşleri hakkında fikirleri olmadığı, **fizik yazılımı kullanma bilgi/beceri düzeyi ve teknolojik ürün eksikliği** faktörü altında bulunan "*Teknoloji destekli fizik deneyleri alanında mesleki gelişim etkinlikleri yetersiz* ($\bar{X}$ = 3.79)" görüşüne katıldıkları, "*Tablet PC'lerin kullanılması için hazır yazılımlar bulunmamakta* ($\bar{X}$ = 3.37)", "*Öğrencilerin teknoloji destekli fizik deneyi (animasyon, simülasyon, eğitim yazılımcığı (applet) vb.) gerçekleştirme bilgi/beceri düzeyi eksik* ($\bar{X}$ = 3.33)", "*LCD Panel kullanılmak için yardımcı araç/donanım yok* ($\bar{X}$ = 3.10)" görüşleri hakkında fikirleri olmadığı, **bilgisayar donanım ve yazılımının nicel/nitel yetersizliği** faktörü altında bulunan "*Fizik deneyi yazılımları içerik yönünden yetersiz veya kalitesiz* ($\bar{X}$ = 3.59)" görüşüne katıldıkları, "*Okulda bulunan bilgisayar donanımları sayıca yetersiz* ($\bar{X}$ = 3.25)", "*Okulda bulunan bilgisayar donanımları genellikle bozuk* ($\bar{X}$ = 2.83)" görüşleri hakkında fikirleri olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Öğretmenlerin Teknoloji Destekli Laboratuvar Etkinliklerindeki Kısıtlar ve Engeller İle İlgili Görüşlerinin Betimsel İstatistikleri

Öğretmen Görüşleri: Teknoloji Destekli Laboratuvar Etkinliklerinde **Kısıtlar ve Engeller** **N=239**	$\bar{X}$	S	**Görüşlere katılım**
Teknolojik Cihaz Kullanma Bilgi/Beceri Düzeyi Yetersizliği			
Grafik hesap makinesi destekli laboratuvar (CBL-Calculator based Laboratory) konusunda bilgi/beceri düzeyim eksik	3.42	0.92	**Katılıyorum**
Mikrobilgisayar destekli laboratuvarın (MBL-Microcomputer Based Laboratory) kullanımı konusunda bilgi/beceri düzeyim eksik	3.37	0.96	**Fikrim yok**
Mobil bilim laboratuvarını (Nova vb.) kullanma konusunda bilgim/ becerim yetersiz	3.19	1.11	

Fizik Yazılımı Kullanma Bilgi/Beceri Düzeyi ve Teknolojik Ürün Eksikliği			
Teknoloji destekli fizik deneyleri alanında mesleki gelişim etkinlikleri yetersiz	3.79	0.88	**Katılıyorum**
Tablet PC"lerin kullanılması için hazır yazılımlar bulunmamakta	3.37	0.91	**Fikrim yok**
Öğrencilerin teknoloji destekli fizik deneyi (animasyon, simülasyon, eğitim yazılımcığı (applet) vb.) gerçekleştirme bilgi/beceri düzeyi eksik	3.33	1.01	
LCD Panel kullanımı için yardımcı araç/donanım yok	3.10	1.01	
Bilgisayar Donanım ve Yazılımının Nicel/Nitel Yetersizliği			
Fizik deneyi yazılımları içerik yönünden yetersiz veya kalitesiz	3.59	0.97	**Katılıyorum**
Okulda bulunan bilgisayar donanımları sayıca yetersiz	3.25	1.19	**Fikrim yok**
Okulda bulunan bilgisayar donanımları genellikle bozuk	2.83	1.15	

Fizik öğretmenlerinin, *Teknolojik Cihaz Kullanma Bilgi/Beceri Düzeyi Yetersizliği* faktörü altında bulunan "Grafik hesap makinesi destekli laboratuvar (CBL-Calculator Based Laboratory) konusunda bilgi/beceri düzeyim eksik" görüşüne katılmaları, grafik hesap makinelerini tanıdıkları ancak bu makineleri laboratuvar etkinliklerinde kullanmayı bilmedikleri için laboratuvar etkinliklerinin engellendiğini düşündüklerini gösterebilir. Aynı faktör altında bulunan "Mikrobilgisayar destekli laboratuvarın (MBL-Microcomputer Based Laboratory) kullanımı konusunda bilgi/beceri düzeyim eksik" ve "Mobil bilim laboratuvarını (Nova vb.) kullanma konusunda bilgim/ becerim yetersiz" görüşlerinde ise öğretmenler fikirlerinin olmadığını belirtmişlerdir. Mikrobilgisayar destekli laboratuvarı ve mobil bilim laboratuvarını tanımamaları nedeniyle bu şekilde görüş bildirmiş olabilirler. Oysa bazı liselerde mobil bilim laboratuvar cihazları bulunmasına karşın, etkin olarak kullanılmadıkları gözlemlenmektedir.

Fizik Yazılımı Kullanma Bilgi/Beceri Düzeyi ve Teknolojik Ürün Eksikliği faktörü altında bulunan "Teknoloji destekli fizik deneyleri alanında mesleki gelişim etkinlikleri yetersiz" görüşüne öğretmenlerin katılmaları, kendilerini bu konuda yetersiz görmeleri nedeniyle gelişimlerini tamamlamak istemelerinden kaynaklanabilir. Aynı faktör altında bulunan "Tablet PC"lerin kullanılması için hazır yazılımlar bulunmamakta", "Öğrencilerin teknoloji destekli fizik deneyi (animasyon, simülasyon, eğitim yazılımcığı –applet- vb.) gerçekleştirme bilgi/beceri düzeyi eksik" ve "LCD Panel kullanımı için yardımcı araç/donanım yok" görüşlerinde öğretmenler kararsız kalmışlardır. Tablet PC'yi kullanmamaları, LCD paneli daha çok konu anlatımında kullanmaları ve öğrencilerin teknoloji destekli deneyler konusundaki bilgi/beceri düzeyleri ile ilgilenmemeleri nedeniyle bu görüşlerde kararsız kalmış olabilirler.

Öğretmenler, *Bilgisayar Donanım ve Yazılımının Nicel/Nitel Yetersizliği* faktörü altında bulunan "Fizik deneyi yazılımları içerik yönünden yetersiz veya kalitesiz" görüşüne katılmaktadırlar. Öğretmenlerin ulaşabildikleri yazılımlardan memnun olmadıklarından bu şekilde düşündükleri söylenebilir. Aynı faktör altındaki "Okulda bulunan bilgisayar donanımları sayıca yetersiz" ve "bilgisayar donanımları genellikle bozuk" görüşlerine kararsız kalmaları, okullarında bilgisayar laboratuvarlarının etkin çalışmadığını, kendilerinin

laboratuvarlardan yararlanmadıklarını veya bu eksiklikleri belirtmeyi uygun görmediklerini düşündürmektedir.

Verilerin Analizi ve Bulgular–II: Yordamalı (Inferential) İstatistik

Bu bölümde öğretmenlerin fizik eğitiminde teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engellere yönelik görüşleri ile bireysel özellikleri arasında farklılık olup olmadığı konusundaki bulgu ve yorumlara yer verilmiştir (Tablo 3- 12).

Tablo 3. ÖTDLEKvEİİG Ölçeği Puanlarının Cinsiyete göre Normallik Testi Sonuçları

		Kolmogorov-Smirnov[a]			**Shapiro-Wilk**		
	Cinsiyet	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
ÖTDFÖMGG	Erkek	0.069	156	0.068	0.986	156	0.119
	Kadın	0.078	83	0.200*	0.987	83	0.541

a. Lilliefors Anlamlılık Düzeltmesi; *. Gerçek öneme sahip bir alt sınır.

Hem erkeklerin ($D_{(156)}$=0.069, p=0.068), hem de kadınların ($D_{(83)}$=0.078, p=0.200), TDLEKvE Ölçeği puan dağılımının normal dağılıma uygun olduğu anlaşılmaktadır.[3] Bu nedenle parametrik bir test olan ilişkisiz ölçümler için t-Testi (Independent Samples t Test) uygulanmıştır.

Tablo 4. Ölçek Puanlarının Cinsiyete Göre t-Testi Sonuçları

Cinsiyet	**N**	$\overline{X}$	**S**	**sd**	**t**	**p**
Erkek	156	49.67	9.12	237	1.783	0.076
Kadın	83	51.85	8.70			

Öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşlerinin, cinsiyete göre anlamlı bir etkisinin olup olmadığını ortaya koymak için yapılan ilişkisiz t testinde, erkek öğretmenlerin ölçekten aldıkları puan ortalaması ($\overline{X}$ = 49.67) ile kadın öğretmenlerin ölçekten aldıkları puan ortalaması ($\overline{X}$ = 51.85) arasında anlamlı bir fark görülmemiştir [$t_{(237)}$ = 1.783, p > 0.05]. Bu durumda cinsiyetin, öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Kıdem yılları 0-5 yıl ($D_{(23)}$=0.154, p=0.170), 6-11 yıl ($D_{(19)}$=0.081, p=0.200), 12-17 yıl ($D_{(74)}$=0.090, p=0.200), 18-23 yıl ($D_{(84)}$=0.071, p=0.200) olan öğretmenlerin ÖTDLEKvEİİG Ölçeği puan dağılımının normal dağılıma uygun olduğu, 24 ve üstü yıl ($D_{(39)}$=0.158, p=0.016) olan öğretmenlerin ÖTDLEKvEİİG Ölçeği puan dağılımının normal dağılıma uygun olmadığı anlaşılmaktadır (Tablo 5).

[3] Seçilen örneklem büyüklüğü göz önüne alındığında (n ≥ 51) normallik testi sonuçlarından Kolmogorov-Smirnov, (n ≤ 50) ise Shapiro-Wilk testi sonuçları dikkate alınmalı (Büyüköztürk, 2012).

Tablo 5. ÖTDLEKvEİİG Ölçeği Puanlarının Kıdem Yılına göre Normallik Testi Sonuçları

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Kıdem Yılı	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
ÖTDFÖMGG	**0-5 yıl**	0.154	23	0.170	0.948	23	0.266
	6-11 yıl	0.081	19	0.200*	0.991	19	0.999
	12-17 yıl	0.090	74	0.200*	0.976	74	0.172
	18-23 yıl	0.071	84	0.200*	0.989	84	0.720
	24 ve üstü yıl	0.158	39	0.016	0.935	39	0.026

a. Lilliefors Anlamlılık Düzeltmesi; *. Gerçek öneme sahip bir alt sınır.

Bu nedenle parametrik olmayan bir test olan ilişkisiz ölçümler için Kruskal Wallis H-Testi (Kruskal Wallis H-Test for Independent Samples) uygulanmıştır.

Tablo 6. ÖTDLEKvEİİG Ölçeği Puanlarının Kıdem Yılına Göre Kruskal Wallis Testi Sonuçları

KıdemYılı	**n**	**Sıra Ortalaması**	**sd**	χ^2	**p**	**Anlamlı Fark**
0-5 yil	23	157.80	4	9.286	0.054	Yok
6-11 yil	19	111.42				
12-17 yil	74	119.36				
18-23 yil	84	119.56				
24 ve üstü yıl	39	104.04				

Analiz sonuçları, öğretmenlerin ÖTDLEKvEİİG ölçeğinden aldıkları puanların, kıdem yıllarına göre anlamlı bir şekilde farklılaşmadığını göstermektedir, χ^2 (sd=4, n=239) = 9.286, p = 0.054). Bu bulgudan, öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşlerinin, kıdem yıllarına göre değişiklik göstermediği anlaşılmaktadır.

Tablo 7. ÖTDLEKvEİİG Ölçeği Puanlarının Okul Türüne göre Normallik Testi Sonuçları

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Okul Türü	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
ÖTDLEKvEİİG	Fen Lisesi	0.092	27	0.200*	0.960	27	0.370
	Anadolu Öğretmen Lisesi	0.163	14	0.200*	0.938	14	0.390
	Anadolu Lisesi	0.073	136	0.075	0.988	136	0.293
	Diger	0.095	62	0.200*	0.978	62	0.316

a. Lilliefors Anlamlılık Düzeltmesi; *. Gerçek öneme sahip bir alt sınır.

Fen Lisesi ($D_{(27)}$=0.092, p=0.200), Anadolu Öğretmen Lisesi ($D_{(14)}$=0.163, p=0.200), Anadolu Lisesi ($D_{(136)}$=0.073, p=0.075) ve diğer liselerde ($D_{(62)}$=0.095, p=0.200) görev yapan öğretmenlerin, ÖTDLEKvEİİG Ölçeği puan dağılımının normal dağılıma uygun olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle parametrik bir test olan ilişkisiz ölçümler için Tek Faktörlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır.

Tablo 8. ÖTDLEKvEİİG Ölçeği Puanlarının Görev Yapılan Okul Türüne Göre ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Gruplar arası	821.992	3	273.997	3.476	0.017	Fen-Diğer
Gruplar içi	18526.586	235	78.837			
Toplam	19348.579	238				

Analiz sonuçları, öğretmenlerin ÖTDLEKvEİİG ölçeğinden aldıkları puanların, görev yapılan okul türüne göre anlamlı bir şekilde farklılaştığını göstermektedir [F(3-235) = 3.476, p<0.05]. Farkın hangi okulda görev yapan öğretmenler arasında olduğunun belirlenmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonucunda, anlamlı farkın, Fen Lisesi ($\overline{X}$ = 46.55) ve Diğer Liselerde ($\overline{X}$ =52.29) görev yapan öğretmenler arasında olduğu görülmüştür. Bu bulgudan, öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller hakkındaki görüşlerinin, görev yaptıkları okul türüne göre değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 9. ÖTDLEKvEİİG Ölçeği Puanlarının Bilgisayar Okur-Yazarlık Düzeylerine göre Normallik Testi Sonuçları

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Düzey	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
TDLEKvE	Zayıf	0.181	4	.	0.985	4	0.933
	Orta	0.129	66	0.008	0.964	66	0.054
	İyi	0.085	121	0.033	0.974	121	0.019
	Çok iyi	0.081	48	0.200*	0.983	48	0.686

a. Lilliefors Anlamlılık Düzeltmesi

Bilgisayar Okur/Yazarlık düzeyi zayıf ($D_{(4)}$=0.985, p=0.933), orta ($D_{(66)}$=0.129, p=0.008), iyi ($D_{(121)}$=0.085, p=0.033) ve çok iyi ($D_{(48)}$=0.081, p=0.200) olan öğretmenlerden, zayıf ve iyi düzeydekilerin ÖTDLEKvEİİG Ölçeği puan dağılımının normal dağılıma uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle parametrik olmayan bir test olan ilişkisiz ölçümler için Kruskal Wallis H-Testi (Kruskal Wallis H-Test for Independent Samples) uygulanmıştır.

Tablo 10. Ölçek Puanlarının Bilgisayar Okur-Yazarlık Düzeylerine Göre Kruskal Wallis Testi Sonuçları

Bilgisayar okur-yazarlık düzeyleri	n	Sıra Ortalaması	sd	χ^2	p	Anlamlı Fark
Zayıf	4	163.75	3	6.079	0.108	Yok
Orta	66	124.43				
İyi	121	123.86				
Çok iyi	48	100.52				

Analiz sonuçları, ÖTDLEKvEİİG ölçeğinden aldıkları puanların, bilgisayar okur/yazarlık düzeylerine göre anlamlı bir şekilde farklılaşmadığını göstermektedir, [χ^2 (sd=3,

n=239) = 6.079, p>0.05]. Bu bulgudan, öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller hakkındaki görüşlerinin, bilgisayar okur-yazarlık düzeylerine göre değişiklik göstermediği anlaşılmaktadır.

Tablo 11. Ölçek Puanlarının Laboratuvar Araç-Gereç Kullanma Becerilerine göre Normallik Testi Sonuçları

		Kolmogorov-Smirnov[a]			**Shapiro-Wilk**		
	Beceri Düzeyi	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
ÖTDLEKvEİİG	Zayıf	0.174	19	0.133	0.941	19	0.280
	Orta	0.104	69	0.061	0.965	69	0.048
	İyi	0.082	113	0.059	0.988	113	0.420
	Çok iyi	0.082	38	0.200*	0.975	38	0.528

a. Lilliefors Anlamlılık Düzeltmesi; *. Gerçek öneme sahip bir alt sınır.

Laboratuvar araç-gereç kullanma becerisi zayıf ($D_{(19)}$=0.174, p=0.133), orta ($D_{(69)}$=0.104, p=0.061), iyi ($D_{(113)}$=0.082, p=0.059) ve çok iyi ($D_{(38)}$=0.082, p=0.200) olan öğretmenlerin, ÖTDLEKvEİİG Ölçeği puan dağılımının normal dağılıma uygun olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle parametrik bir test olan, ilişkisiz ölçümler için Tek Faktörlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır.

Tablo 12. ÖTDLEKvEİİG Puanlarının Laboratuvar Araç-Gereç Kullanma Becerilerine Göre ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**sd**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**p**	**Anlamlı Fark**
Gruplar arası	1674.789	3	558.263	7.423	0.000	Zayıf-İyi, Zayıf-Çok iyi
Gruplar içi	17673.789	235	75.208			Orta-İyi, Orta-Çok iyi
Toplam	19348.579	238				

Anlamlılık düzeyi, .05 olarak alınmıştır.

Analiz sonuçları, öğretmenlerin ÖTDLEKvEİİG ölçeğinden aldıkları puanların, laboratuvar araç-gereç kullanma becerilerine göre anlamlı bir şekilde farklılaştığını göstermektedir [F(3-235) = 7.423, p<0.05]. Farkın hangi laboratuvar araç-gereç kullanma becerisine sahip öğretmenler arasında olduğunun belirlenmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonucunda, anlamlı farkın, laboratuvar araç-gereç kullanma becerisi zayıf ($\overline{X}$= 56.52) , iyi ($\overline{X}$= 48.84) ve çok iyi ($\overline{X}$=47.72) olanlar ile laboratuvar araç-gereç kullanma becerisi orta ($\overline{X}$= 52.85), iyi ($\overline{X}$= 48.84) ve çok iyi ($\overline{X}$= 47.72) olan öğretmenler arasında olduğu görülmüştür. Bu bulgudan, öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller hakkındaki görüşlerinin, laboratuvar araç-gereç kullanma becerilerine göre değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tartışma

Fizik öğretmenlerinin liselerdeki fizik eğitiminde laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusundaki görüşlerini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen araştırmada öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşleri ölçeğindeki maddelere ortalama olarak 3.32 (Fikrim yok) düzeyinde katıldıkları

bulunmuştur. Bu sonuç, teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller hakkında öğretmenlerin yeterli düzeyde bilgi sahibi olmadıkları şeklinde yorumlanabilir. Bu sonucun nedeni de, fizik öğretmenlerinin teknoloji destekli deneyleri gerçekleştirebilme bilgi ve becerileri konusunda mesleki gelişime yüksek düzeyde gereksinim duymaları (Erdem ve Uzal, 2017) olabilir.

Öğretmenlerin CBL kullanımı konusunda bilgi/beceri düzeylerinin eksik olduğuna katıldıkları belirlenmiştir. Öte yandan öğretmenler, aynı faktör altında bulunan MBL ve Mobil bilim laboratuvarının (Nova vb.) kullanımları konusundaki bilgi/becerilerinin düzeyleri ile ilgili görüşleri hakkında ise fikirleri olmadığını ifade etmişlerdir. Oysa sözü edilen üç çeşit teknolojik cihazın da deneysel etkinliklerde benzer görevleri yerine getirdikleri görülmektedir. İleri (sayısal, grafik, sembolik) hesap makineleri (HeMa) ve bunlara eşlik eden bir takım cihazlar, fen bilimleri/fizik deneylerini daha hızlı ve duyarlı bir biçimde gerçekleştirmekte kullanılan aygıtlardır (Uzal, Erdem ve Ersoy, 2010). Öğretmenler son iki cihazdan haberdar olmadıklarına göre grafik hesap makinelerini de tanımıyor olabilirler. Ancak bu cihazları gelişmiş bilimsel hesap makineleri ile karıştırmış oldukları için, bu konudaki bilgi ve beceri eksikliğinin laboratuvar etkinliklerini engellediğini düşünebilirler. Milli Eğitim Bakanlığının, 2000'li yıllardan sonra çeşitli ortaöğretim kurumlarına (Fen Liseleri ve Anadolu Liseleri) MBL ve Mobil Bilim Laboratuvarı cihazlarını temin ettiği, ancak gerek öğretmen deney kılavuzlarının sağlanmamış olması ya da başka nedenlerle bu teknolojik ürünlerin verimli olarak kullanılamadığı gözlemlenmektedir. MBL ve Mobil Bilim Laboratuvarı cihazlarının tanıtılması ve uygulamalarda kullanılmaları ile ilgili mesleki gelişim etkinlikleri gerçekleştirilerek öğretmenlerin teknoloji yeterlikleri artırılabilir. Gerçekleştirilecek etkinlikler sonucunda öğretmenlerin bu cihazlar hakkında daha açık ve anlaşılabilir bilgilere sahip olabilecekleri düşünülmektedir.

Öğretmenler, grafik hesap makinesi destekli laboratuvar konusunda bilgi/beceri düzeyim eksik, teknoloji destekli fizik deneyleri alanında mesleki gelişim etkinlikleri yetersiz ve fizik deneyi yazılımları içerik yönünden yetersiz veya kalitesiz şeklindeki maddelere katılmaktadırlar. Teknoloji destekli fizik deneylerini gerçekleştirmede kullanılan cihazlar konusunda ise öğretmenlerin bilgi sahibi olmadıkları görülmektedir. British Educational Communications and Technology Agency (BECTA) raporu, bilgi ve iletişim teknolojilerinin derslere entegrasyonunu zorlaştıran engeller olarak; öğretmenlerin güven eksikliğini ve bilgisayar kaygılarını, öğretmenin yeterlilik eksikliğini, kaynaklara erişim zorluğunu, bilgisayar destekli ders hazırlığı için zaman darlığını, sıkça oluşan teknik sorunları ve öğretmenlerin değişime olan direncini vurgulamaktadır (BECTA, 2004). Araştırmada da öğretmenin yeterlilik eksikliği ile teknik sorunlar teknoloji destekli fizik deneyleri gerçekleştirmeyi engelleyen etmenler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu iki sonuç örtüşmektedir. Fizik deneylerindeki verilerin teknolojik cihazlarla alınması, deney grafiğinin çizilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi klasik deneylerdeki verilerin değerlendirilmesine göre hız ve verimlilik açısından bir üstünlük sağlamaktadır (Ergin, Şahin-Pekmez ve Öngel-Erdal, 2005). Ancak teknoloji destekli fizik deneylerini gerçekleştiren öğretmenin deneydeki donanım ve yazılımlar konusunda bilgi ve beceri açısından yetkin olması gerekmektedir. Öğretmenin teknolojiyi derslere entegre etme konusunda yeterliliğini artıracak önlemlerin henüz alınamaması ve gerekli donanımların sürekliliğinin sağlanamaması nedeniyle bu sorunun çözülemediği düşünülmektedir. Gerek yurt dışında gerekse ülkemizde teknolojinin derslere entegrasyonunu benzer engellerin zorlaştırması nedeniyle sonuçların birbiriyle örtüştüğü düşünülebilir.

Araştırmada öğretmenler, teknoloji destekli fizik deneyleri alanında mesleki gelişim etkinliklerini yetersiz bulmaktadırlar. Öte yandan Erdem ve Uzal (2017)'ın, teknoloji destekli fizik öğretiminde öğretmenlerin mesleki gelişim gereksinimlerini belirlemek amacı ile

gerçekleştirdikleri araştırmada öğretmenler, teknoloji destekli deneyleri gerçekleştirebilmeleri konusunda bilgi ve beceri edinmek istediklerini ifade etmişlerdir. Bu bulgu da araştırmanın sonucu ile örtüşmektedir. Bu iki sonucun örtüşmesi, öğretmenlerin teknoloji destekli fizik öğretimi konusunda henüz yeterlikli bir düzeye erişememelerinden kaynaklanabilir. Araştırmada öğretmenler, grafik hesap makinesi destekli laboratuvar etkinlikleri konusunda bilgi/beceri düzeylerinin eksik olduğuna inanmaktadırlar. Gerçekleştirilen bir çalışmada öğretmenler grafik hesap makinesini matematiksel hesaplamalarda ve grafik çizimlerinde kullanabilmek için mesleki gelişim etkinliklerine katılmak istemektedirler (Erdem ve Uzal, 2017). Bu bulgu, araştırmada öğretmenlerin grafik hesap makinesi destekli laboratuvar etkinlikleri konusunda bilgi/beceri düzeylerinin eksikliğini belirtmeleri ile paralellik göstermektedir. Bu örtüşmenin bir nedeni öğretmenlerin grafik hesap makinesini tanımamaları olabilir, diğer bir nedeni de öğretmenlerin grafik hesap makinesini tanıdıkları halde fizik derslerine entegrasyonu konusunda bilgi ve beceri düzeylerinin eksik olduğunu bilmeleri olabilir.

Araştırmada öğretmenlerin, öğrencilerin teknoloji destekli fizik deneyi (animasyon, simülasyon, eğitim yazılımcığı – applet - vb.) gerçekleştirme bilgi/beceri düzeylerinin eksik olduğu konusunda kararsız oldukları bulunmuştur. Erdem, Uzal ve Saka (2018), araştırmalarında öğrencilerin fizik derslerinde öğrenmeyi kolaylaştırıcı ve soyut olan kavramları somutlaştırıcı simülasyon türündeki programların kullanımından haberdar olmadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmada öğrencilerin fizik öğretiminde kullanılan birçok yazılım programı hakkında da yeterince bilgi ve beceriye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Araştırmada öğretmenlerin de öğrencilerin teknolojik cihaz ve ürünleri kullanmaları konusundaki bilgi/beceri düzeylerinden haberdar olmadıkları bulunmuştur. Öğretmenlerin teknoloji destekli deneyleri gerçekleştirememeleri nedeniyle, öğrencilerin bu konudaki bilgi/beceri düzeylerinin düşük kaldığı düşünülmektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin teknolojinin fizik derslerine entegrasyonu konusunda gelişimlerini sağlamak için ciddi adımların atılması önem kazanmaktadır.

Araştırmada LCD panel kullanımı için yardımcı araç/donanımın olmadığı konusunda öğretmenler fikirlerinin olmadığını belirtmişlerdir. Bu sonuç, öğretmenlerin çoğunlukla konu anlatımı, görsellik ve soruların yansıtılmasında kolaylık sağladığı için LCD panelini kullanmaları (Erdem, Uzal ve Saka, 2018) nedeniyle yardımcı araç donanımından haberdar olmadıklarını gösterebilir.

Bu çalışmada öğretmenler, "fizik deneyi yazılımları içerik yönünden yetersiz veya kalitesiz" görüşüne katılmaktadırlar. Keser ve Çetinkaya (2013)'nın çalışmalarında da etkileşimli tahtaların etkili olarak kullanılmasını engelleyen sorunlara yönelik olarak öğretmen ve öğrencilerin bakışı açısından yazılım, içerik ve internet kısıtlamaları, tahtaların kullanımı konusundaki yetersiz bilgi ve becerilerin geliştirilememesi ve fiziksel ortamın yetersizliği gösterilmiştir. Polat, Erdemir ve Bakırcı (2017)'nın çalışmalarında da fen bilimleri öğretmenlerinin eğitim yazılımlarının yetersizliğini belirttikleri görülmüştür. Her iki araştırmada öğretmenler tarafından eğitim yazılımı yetersizliğinin belirtilmesi araştırma sonucu ile örtüşmektedir. Öğretmenlerin eğitim yazılımları hakkında yeterli düzeyde bilgi ve beceriye sahip olmamaları nedeniyle sonuçların örtüştüğü yorumu yapılabilir.

Sonuç

Cinsiyete, kıdem yıllarına ve bilgisayar okur-yazarlık düzeylerine göre öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

Görev yapılan okul türüne göre öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşleri arasında anlamlı bir fark olduğu ve farkın hangi okulda görev yapan öğretmenler arasında olduğunun belirlenmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonucunda, anlamlı farkın, Fen Lisesi ($\overline{X}$= 46.55) ve Diğer Liselerde ($\overline{X}$=52.29) görev yapan öğretmenler arasında olduğu görülmüştür. Bu bulgudan; diğer liselerde görev yapan öğretmenlerin fen liselerinde görev yapanlara göre teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşlere daha olumlu yaklaştıkları anlaşılmaktadır. Bu sonucun araştırılmaya değer olduğu düşünülmektedir.

Laboratuvar araç-gereç kullanma becerilerine göre öğretmenlerin teknoloji destekli laboratuar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşleri arasında anlamlı bir fark olduğu ve farkın hangi laboratuvar araç-gereç kullanma becerisine sahip öğretmenler arasında olduğunun belirlenmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonucunda, anlamlı farkın, laboratuar araç-gereç kullanma becerisi zayıf ($\overline{X}$= 56.52) , iyi ($\overline{X}$= 48.84) ve çok iyi ($\overline{X}$=47.72) olanlar ile laboratuvar araç-gereç kullanma becerisi orta ($\overline{X}$= 52.85), iyi ($\overline{X}$= 48.84) ve çok iyi ($\overline{X}$= 47.72) olan öğretmenler arasında olduğu görülmüştür. Bu bulgulardan, laboratuvar araç-gereç kullanma becerisi zayıf olanların iyi ve çok iyi olanlara ve becerisi orta olanların, iyi ve çok iyi olanlara göre teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller ile ilgili görüşlere daha olumlu yaklaştıkları anlaşılmaktadır.

Gerçekleştirilen araştırma kapsamında fizik öğretmenlerinin teknoloji destekli laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusundaki görüşlerinin düzeyleri belirlenmiş ve bu görüşlerin öğretmenlerin görev yaptıkları okul türüne ve laboratuvar araç-gereç kullanma becerilerine göre anlamlı farklılık gösterdiği ortaya konmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunulabilir.

- ✓ Bu araştırma bir pilot çalışma şeklinde kabul edilerek, ülke genelinde daha geniş bir örneklem üzerinde daha kapsamlı bir çalışma yapılabilir. Araştırmanın örneklemi içinden seçilecek öğretmenlerle yüz yüze görüşmeler yapılarak, teknoloji destekli fizik laboratuvar etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusunda daha derinlemesine bilgi edinilebilir.
- ✓ Fizik öğretmenlerine okullarındaki teknolojik olanakların derslere ve deneylere entegrasyonu konusunda inandırma, bilgilendirme ve uygulama aşamalarında mesleki gelişim eğitimleri verilmelidir.
- ✓ Öğretmenler, grafik hesap makinesi destekli laboratuvar, mikrobilgisayar destekli laboratuvar, mobil bilim laboratuvarı, animasyon, simülasyon ve eğitim yazılımcığı (applet) kullanımı konularında uygulamalı eğitimlere alınmalıdırlar.
- ✓ Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri bölümü mezunu öğretmenler, liselerde görevlendirilmeli ve fizik öğretiminde teknoloji kullanımı konusunda fizik öğretmenlerine destek olmaları sağlanmalıdır.
- ✓ Öğretmenlerin teknoloji destekli fizik deney etkinliklerini gerçekleştirebilme konusundaki bilgi ve becerilerini artırabilmek için, küçük gruplar halinde deney kılavuzu geliştirme çalıştayları gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKÇA

Akdeniz, A.R., Çepni, S., ve Azar, A. (1999). Fizik öğretmen adaylarının laboratuvar kullanım becerilerini geliştirmek için bir yaklaşım. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 23-25 Eylül 1998). 118-125.

Algan, Ş.(1999). Laboratuvar destekli fizik öğretiminin öğrenci başarısına etkisi ve 1962-1985 yılları arasında Türkiye'de uygulanan modern matematik ve fen programları, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ayvacı, H. Ş., Bakırcı, H., ve Başak, M. H. (2014). FATİH projesinin uygulama sürecinde ortaya çıkan sorunların idareciler, öğretmenler ve öğrenciler tarafından değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 20-46.

Baker, D. R., and Piburn, M. D. (1997). Constructing Science In Middle and Secondary School Classrooms, Allyn and Bacon, Needham Heights, USA.

BECTA. (2004). A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers. Coven-try: BECTA. Retrieved 25 February 2019 from http://partners.becta.org.uk/uploaddir/downloads/page_documents/research/barriers.pdf

Bhâlâ, R. N. (1987). The Role of the Laboratory In High School A Science Teaching, *Journal of Education*, 1, 34-48.

Bilici, A. (2011). Öğretmenlerin bilişim teknolojileri cihazlarının eğitsel bağlamda kullanımına ve eğitimde fatih projesine yönelik görüşleri: Sincan İl Genel Meclisi İ.Ö.O, 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Bozkurt, E., ve Sarıkoç, A. (2008). Fizik Eğitiminde sanal laboratuar, geleneksel laboratuarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*, 89-100.

Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik araştırma deseni, spss uygulamaları ve yorum* (16.Baskı). Ankara: PEGEM A Yayıncılık.

Can, A. (2014). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Chiaverina, C., and Vollmer, M. (2005). Learning physics from the experiments. *Retrieved from h ttp://www. girep2005. fmf. uni-lj. si/dwreport/dwb. pdf*.

Colletta, A. T., and Chiappetta, E. L. (1989). Science introduction in the middle and secondary schools, 2nd Ed. Merrill Publishing Company, Ohio-USA.

Çağıltay, K., Çakıroğlu, J., Çağıltay, N., ve Çakıroğlu, E. (2001). Öğretimde bilgisayar kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 21(1), 19-28.

Demircioğlu, H., ve Geban, Ö. (1996). Fen bilgisi öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ve geleneksel problem çözme etkinliklerinin ders başarısı bakımından karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi *Dergisi*, *12*(12), 183-185.

Dursun, Ö. Ö., Kuzu, A., Kurt, A. A., Güllüpınar, F., ve Gültekin, M. (2013). Okul yöneticilerinin FATİH projesinin pilot uygulama sürecine ilişkin görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 100-113.

Erdem, A., ve Uzal, G. (2017). Öğretmenlerin teknoloji destekli fizik öğretimindeki mesleki gelişim gereksinimlerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Journal of International Social Research*, 10(54), 710-718.

Erdem, A. (2018). Liselerdeki fizik eğitiminde teknolojinin kullanılmasına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Journal of International Social Research*, 11(56), 505-520.

Erdem, A., Uzal, G., ve Saka, M. (2018). High school students' proficiency perceptions to the usage of technology products at physics lessons. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 17 (2), 55-67.

Ergin, Ö., Şahin-Pekmez, E.ve Öngel-Erdal, S. (2005). *Kuramdan uygulamaya deney yoluyla fen öğretimi.* (1.Baskı). İzmir: Dinazor Kitabevi.

Gott, R., and Duggan, S. (1995). Investigative Work in the Science Curriculum, Buckingham, Open University Press.

Gül, S., ve Yeşilyurt, S. (2011). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin tutumları ve başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *5*(1), 94-115.

Gürdal, A., ve Yavru, Ö.(1998). İlköğretim okullarının 4. ve 5. sınıflarında laboratuvar deneylerinin öğrencilerin mekanik konusundaki başarısına ve kavramları kazanmasına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*. (10). 327-338.

Gürol, M., Donmuş, V., ve Arslan, M. (2012). İlköğretim kademesinde görev yapan sınıf öğretmenlerinin FATİH projesi ile ilgili görüşleri. *Eğitim Teknolojileri Araştırmaları Dergisi*, 3(3). Online at : http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userPubFiles/mgurol_e279303e0c1e91603973541ba829af89.pdf

Güven, G., ve Sülün, Y. (2012). Bilgisayar destekli öğretimin 8. sınıf fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıya ve öğrencilerin derse karşı tutumlarına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, *9*(1), 68-79.

İlğan, A. (2013). Öğretmenler için etkili mesleki gelişim faaliyetleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (Özel Sayı), 41-56.

Jimoyiannis, A., and Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education, 36*(2), 183-204.

Karamustafaoğlu, M., Aydın, M., ve Özmen, H. (2005). Bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: basit harmonik hareket örneği. TOJET, 4(4), 67-81.

Karasar, N. (2015). *Bilimsel araştırma yöntemi* (28. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Keleş, E., Öksüz, B. D., ve Bahçekapılı, T. (2013). Teknolojinin eğitimde kullanılmasına ilişkin öğretmen görüşleri: Fatih projesi örneği. *Gaziantep University Journal Of Social Sciences*, *12*(2), 353-366.

Keleş, E., ve Turan, E. (2015). Öğretmenlerin fırsatları arttırma ve teknolojiyi iyileştirme hareketi (FATİH) hakkındaki görüşleri. *Turkish Journal of Education, 4*(2), 17-28.

Keser, H., ve Çetinkaya, L. (2013). Öğretmen ve öğrencilerin etkileşimli tahta kullanımına yönelik yaşamış oldukları sorunlar ve çözüm önerileri. *Electronic Turkish Studies, 8*(6), 377- 403.

Kolçak, D. Y., Moğol, S., ve Ünsal, Y. (2014). Fizik öğretiminde kavram yanılgılarının giderilmesine ilişkin laboratuvar yöntemi ile bilgisayar simülasyonlarının etkilerinin karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, *39*(175), 154-171.

Kurt, A. A., Kuzu, A., Dursun, Ö. Ö., Güllüpınar, F., ve Gültekin, M. (2013). FATİH Projesinin pilot uygulama sürecinin değerlendirilmesi: Öğretmen görüşleri. Journal of Instructional Technologies and Teacher Education (JITTE), 1(2), 1-23.

Mokros, J. R., and Tinker, R. F. (1987). The Impact of Microcomputer-Based Labs on Children's Ability to Interpret Graphs. Journal of Research in Science Teaching, 24, 369-383.

Pamuk, S., Çakır, R., Ergun, M. Yılmaz, B., ve Ayas, C. (2013). Öğretmen ve öğrenci bakış açısıyla tablet PC ve etkileşimli tahta kullanımı: FATİH projesi değerlendirmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1815-1822.

Polat, N., Erdemir, N., ve Bakırcı, H. (2017). Fen bilimleri öğretmenlerinin fizik konularında bilgi teknolojilerini kullanma durumlarının araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *30*(2), 465-493.

Sarabando, C., Cravino, J. P., and Soares, A. A. (2014). Contribution of a computer simulation to students' learning of the physics concepts of weight and mass. *Procedia Technology*, *13*, 112-121.

Serin, G. (2001). Fen eğitiminde laboratuvar, yeni binyılın başında Türkiye'de fen bilimleri eğitimi sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

Tamir, P. (1977). How Are Laboratories Used? *Journal of Research In Science Teaching*, 14(4), 311-316.

Travers, David, A. (2005). Using CBL 2 technology to promote inquiry and to improve interpretation of graphs in high school science. Master Thesis. University of Victoria. https://dspace.library.uvic.ca/bitstream/handle/1828/840/travers_2005.pdf?sequence=1

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). 671.

Uzal, G., Erdem, A., ve Ersoy, Y. (2010). Fen/fizik eğitiminde ileri hesap makinesi destekli laboratuvar teknolojisi ve kullanımı, Fen/fizik öğretimi-I: Açılımlar, gelişmeler ve yeni yaklaşımlar (Düz.: Y.Ersoy, G.Uzal, A.Erdem), 75-82. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Wang, J. Y., Wu, H. K., and Hsu, Y. S. (2017). Using mobile applications for learning: Effects of simulation design, visual-motor integration, and spatial ability on high school students' conceptual understanding. *Computers in Human Behavior*, *66*, 103-113.

Wetzel, D. R. (2000). *Calculator-based laboratory probeware implementation and integration by middle school science teachers* (pp. 1-235). Doctoral thesis. George Mason University.

Windschitl, M., and Andre, T. (1998). Using computer simulations to enhance conceptual change: The roles of constructivist instruction and student epistemological beliefs. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *35*(2), 145-160.

Yerrick, R., and Hoving, T. (1999). Obstacles confronting technology initiatives as seen through the experience of science teachers: A comparative study of science teachers' beliefs, planning, and practice. *Journal of Science Education and Technology*, 8(4), 291-307.