

DATA LOGGER CİHAZININ OHM KANUNU ÜZERİNDEKİ PİLOT UYGULAMASI

Hakan Şevki Ayvacı, Tuncay ÖZSEVGEC, Miraç AYDIN
hsayvacı@ktu.edu.tr ozsevgec@ktu.edu.tr miracay@ktu.edu.tr
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü

Özet

Bilgisayarların ve teknolojik aletlerin fen eğitiminde kullanılması, soyut olan kavramların öğretilmesine ve zor deneylerin bilgisayar destekli fen laboratuvarında yapılmasına büyük katkı sağlamıştır. Bilgisayarlarla birlikte kullanılan Data Logger cihazı özellikle fizikteki bu soyut kavramların somutlaştırılmasında ve yapılması çok zor olan deneylerin gözle görülebilir hale gelmesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Data logger cihazının öğrenci başarısına olan etkisinin araştırıldığı bu çalışmada deneysel yöntem kullanılmıştır. Trabzon il merkezindeki bir ilköğretim okulunun altıncı sınıflarında öğrenim gören öğrencilerden oluşan deney grubuna (N=23) ohm kanunu data logger cihazı ile kontrol grubuna (N=26) ise manuel aletlerle, voltmetre-ampmetre, ile öğretilmiştir. Çalışmanın sonunda deney grubu öğrencileri kontrol grubuna göre oldukça başarılı ($t_{47}=9.38$, $p<.05$) olmuştur. Data logger cihazının kullanılması öğrencilerin performanslarını olumlu yönde artırmıştır.

Anahtar kelimeler: Data logger, ohm kanunu, seri ve paralel devreler

Abstract

Usage of computers and technological tools in science education contribute to both teaching abstract concepts and making difficult experiments on computer based science laboratories. Data logger used with computers play very important role observing abstract concepts and doing quite difficult physics experiments. In this study, the affect of data logger on students' achievement were investigated with experimental approach. The sample consist of 49 sixth level middle school students; 23 students in experimental group and 26 students in control group in Trabzon. Ohm's law, series and parallel circuits were applied by means of data logger on the experimental group. The same content was taught to the control group, an ammeter and a voltmeter, the teacher demonstration approach. At the end, a significant difference was found ($t_{47}=9.38$, $p<.05$) between experimental and control group. This result show that data logger have positive affect on student achievement.

Key words: Data logger, ohm's law, series and parallel circuits.

1. GİRİŞ

Bilgisayar destekli eğitim yolu ile öğrenciler, sınıf ortamında yapamayacakları veya tehlikeli olabilecek deney ve etkinlikleri yapabilmekte ve bu süreçleri ayrıntılı olarak gözleme imkanı elde edebilmektedirler (Çakmak, 1999). Bilgisayar yazılımları kullanılarak oluşturulan bu öğrenme ortamlarında öğrencilerin var olan kavram yanlışlarını giderilmekte (Jimoyiannis & Komis, 2001) ve bu süreçte öğrenciler daha aktif olabilmektedirler (Issa, Cox & Killingsworth, 1999). Bunun yanında, bilgisayar destekli ortamlar, öğrencilerin problem çözme becerilerini artıran (Ross & Bolton, 2002), öğrenme ürününün kalitesini ve kalıcılığını sağlayan (İşman, 2002), öğrencilerin zihinlerinde canlandırmakta güçlük çektikleri kavramların modellerini zorlanmadan öğrenebilmelerine imkan veren ortamlardır (Williamson & Abraham, 1999; Snir, Smith & Raz, 2003). Bununla birlikte, laboratuvar ortamında yapılması tehlikeli olan ve büyük maliyet gerektiren (Steed, 1992) (nükleer enerji deneyleri gibi) veya gerçekleşmesi çok uzun zaman alan (radyoaktif elementlerin bozunmaları gibi) deneyleri bilgisayar destekli ortamlarda yapmak oldukça kolay olmaktadır (Hofstein & Lunetta, 2003). Fen bilimlerindeki bu tür uygulamalar, öğrenci başarılarını, tutumlarını ve fen dersleri ile ilgili araştırma gayretlerini büyük ölçüde artırmaktadır (Soylu & İbiş, 1998; McKethan & Everhart, 2001; Sinclair, Renshaw & Taylor, 2004).

Fen bilgisi laboratuvarında yapılan deneyler sürecinde elde edilen verilerin matematiksel işlemler yardımıyla hesaplanması ve grafiklere aktarımı hem zaman almakta; hem de yeterince duyarlı olmamaktadır. Öğrenciler bir çok durumda ölçümlerini laboratuvarında, gerekli işlemleri ve grafik çizimlerini ise deney ortamının dışında yapmakta ve deney sürecinde bu verileri tartışma olanağı bulamamaktadırlar. Aynı ortamda öğretmen tarafından veri üzerinde yapılması beklenen geri beslemenin gecikmesi, hedef davranışların doğru olarak gerçekleşmesini engelleyebilmektedir. Fen bilgisi laboratuvarlarında bilgisayarların etkili olarak kullanılması yukarıda bahsedilen problemleri gidermekle birlikte; verilerin doğru olarak değerlendirilmelerine, saklanarak değişik zaman aralıklarında tekrar gözden geçirilmelerine ve çok boyutlu karşılaştırılmalarına olanak sağlamaktadır (Çorlu & Altın, 1999; Çallica ve diğ., 2000).

Laboratuvarında bu işlemlerin yapılabilmesi için verileri almaya yarayan ve bu verileri bilgisayarın algılayabileceği sayısal değerlere dönüştürebilen cihazlara gereksinim duyulmaktadır. Bu amacı gerçekleştirebilecek cihazlardan

biri “Data Logger” olarak adlandırılan aletlerdir. Data Logger; ampermetre, voltmetre, ısı, ışık, Ph gibi sensörler ile deney ortamından verileri alan ve bu veriler arasındaki ilişkinin grafiksel olarak gösterilmesini sağlayan dijital bir cihazdır. Bu sensörler kolaylıkla Data Logger'a, Data Logger'da bir bağlantı kablosu ile bilgisayara bağlanabilmektedir. Bilgisayarın bu yeni donanımı tanyabilmesi ve devreden aldığı verileri grafiğe dönüştürebilmesi içinde bir yazılım kullanılmaktadır. Cihazın bu yazılımı kullanılarak, verilerin bilgisayarda grafiksel işlemlerinin yapılması ve kaydedilmesi sağlanmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında bilgisayar ve Data Logger'ın bir arada kullanıldığı fen laboratuvarlarında zamandan tasarruf sağlanabilmekte, daha doğru verilere ulaşılabilenekte, bu yolla matematiksel işlemlerin ve grafiklerin yorumlanması yapılabilmekte, kısa sürede daha kalıcı ve daha etkili öğrenme gerçekleştirilebilmektedir.

İlgili literatürde, data logger cihazı kullanılarak yapılan çalışmalarda, data logger ile konum, hız, ivme gibi fiziksel nicelikler ölçülerek bilgisayar ortamına aktarılmış ve öğrencilerin bu verileri kullanarak grafik çizimleri sağlanmıştır. Data logger ile verilerin bilgisayara aktarılması ve kullanılan yazılımla değerlendirilmesi esasına dayanan bu etkinliklerde, öğrencilerin geleneksel öğrenme metodlarına göre başarılarında anlamlı derecede artışların olduğu saptanmıştır. (Pearce, 1988, 1993; Rodrigues ve diğ., 2001).

Ülkemizde fen bilimlerinde bilgisayarlardan, çalışma yapılarının geliştirilmesi (Yiğit & Akdeniz, 2000), derslerde pekiştirici olarak kullanılması (Baki, 1996) ve program yazılımlarının değerlendirilmesi (Asan, 2000), problem çözme becerisi (Demircioğlu & Geban, 1996) gibi konular üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Fen deneylerinin bilgisayar destekli fen laboratuvarlarında öğrenilmesine yönelik, özellikle de data logger cihazının kullanıldığı, çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu durum ise, bilgisayar destekli fen laboratuvarında data logger cihazının öğrenci başarısına olan etkisini, irdelenmesi gereken bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu araştırma, bilgisayar destekli fen laboratuvarında Ohm kanununun öğretilmesinde Data Logger cihazının öğrenci başarısına olan etkisini incelemek amacıyla pilot bir çalışma olarak planlanmıştır.

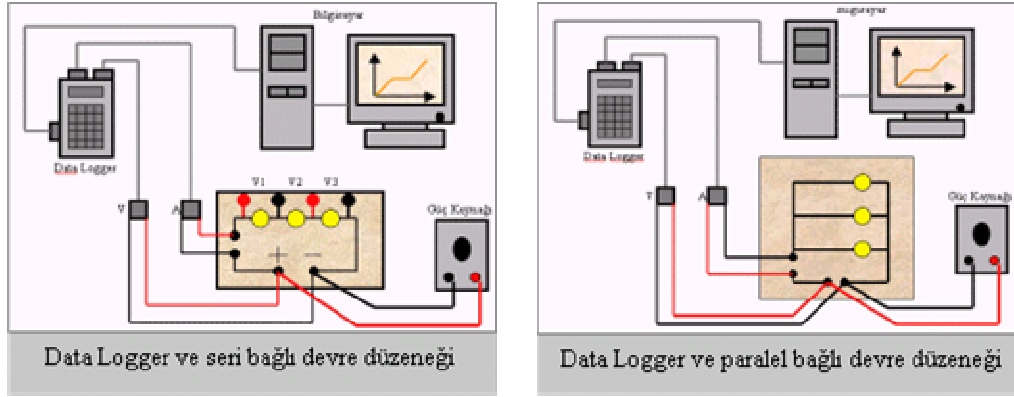
2. YÖNTEM

Çalışmada deneysel yöntem kullanılmıştır (Cohen & Manion, 1989). Trabzon il merkezinde bulunan bir ilköğretim okulunun iki farklı altıncı sınıfında öğrenim gören öğrenciler araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır. Farklı fen bilgisi öğretmenlerinin girdiği iki ayrı sınıftan biri deney grubu (N=23), diğeri ise kontrol grubu (N=26) olarak seçilmiştir. Sınıfların seçiminde başarı seviyelerinin aynı olması ve fen bilgisi öğretmenlerinin çalışmaya gönüllü katılmaları göz önüne alınmıştır. Fen bilgisi altıncı sınıf öğretim programında yer alan “Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik” ünitesinde yer alan “Ohm kanunu” konusu çalışmanın içeriğini oluşturmaktadır. Gruplara deney öncesinde konuyla ilgili 10 çoktan seçmeli sorudan oluşan başarı testi ön test olarak uygulanmış ve öğrencilerin Ohm kanunu hakkındaki ön bilgileri ve giriş başarı seviyeleri tespit edilmiştir. Literatür ve üç fen bilgisi öğretmeninden yararlanılarak geliştirilen başarı testinin uygulamalar öncesinde pilot çalışması yapılmış ve güvenilirlik katsayısı $r = 0.91$ olarak bulunmuştur. Deney bitiminden iki hafta sonra ise başarı testi son test olarak uygulanmış ve öğrencilerin çıkış başarıları belirlenmiştir. Her iki gruba ait düzenekler araştırmacılar tarafından sağlanarak gerekli araç-gereç temininde bulunulmuştur.

2.1. Deney grubunun deney planı ve düzenekleri

Deney grubu için ilk önce üç özdeş lamba ile seri bağlı devre hazırlandıktan sonra yine aynı özdeş lambalarla paralel devre kuruldu. Hazırlanan deney planları dağıtılarak üçerli gruplara ayrılan öğrencilere data-logger cihazının kullanımı ve deneyin amacı doğrultusunda bilgi verildi. Deney grubundaki öğrenciler seri ve paralel bağlı devreler oluşturarak, data-logger'a bağlanmış olan bu devrelerde bilgisayar ekranında potansiyel fark ve akımdaki değişimleri grafikler yardımıyla anında izlemeleri sağlandı. Deney süresince sorulan sorular cevaplandırılarak geri dönütler verildi ve karşılaşılan yanlış algılamalar sınıf ortamında düzeltilmeye çalışıldı. Aynı şekilde deney sonundaki tartışma ortamı ile elde edilen sonuçların değerlendirilmesi yapıldı. Deney grubuna ait seri ve paralel bağlı devrelerin şemaları Şekil 1'de verilmiştir.

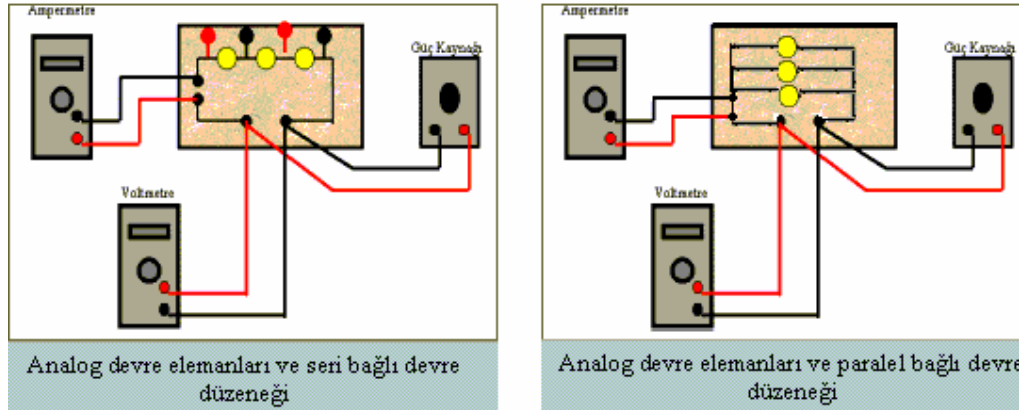
Şekil 1. Deney grubu seri ve paralel devre şemaları



2.2. Kontrol grubunun deney planı ve düzenekleri

Kontrol grubu öğrencileride üçerli gruplara ayrılarak kontrol grubu için hazırlanan deney planları dağıtıldı. Kontrol gruplarında analog cihazlar olan voltmetre ve ampermetre kullanımı hakkında bilgiler verildikten sonra deney planındaki yönergeler takip edilerek seri ve paralel bağlı devreler oluşturuldu. Devrelerdeki potansiyel fark ve akımdaki değişimler aletler yardımıyla ölçüldü ve kayıt edildi. Sorulan sorular cevaplandırıldıktan sonra deneye son verildi. Kontrol grubunun seri ve paralel bağlı devrelerinin şemaları Şekil 2’de verilmiştir.

Şekil 2. Kontrol grubu seri ve paralel devre şemaları



3. BULGULAR

Bu bölümde uygulama öncesi ve sonrasında kontrol grubu ve deney grubuna uygulanan ön test ve son testlerin bağımlı ve bağımsız-t testi ile analiz edilmesiyle elde edilen bulgularla birlikte data logger cihazından alınan örnek grafikler sunulmuştur.

3.1. Deney ve kontrol gruplarından elde edilen bulgular

Tablo 1’de kontrol ve deney gruplarının ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 1. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son test puanlarının bağımsız t-testi ile karşılaştırılması

		Ortalama fark	Serbestlik derecesi	T	p
Ön test	Deney	4.18	47	.940	.352
	Kontrol				
Son test	Deney	33.78	47	9.38	.000
	Kontrol				

Deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesinde ortalamaları arasında manidar bir farklılığın olup-olmadığı yapılan bağımsız t testi ile araştırılmıştır. Ön test sonuçlarına bakıldığında iki grubun ortalamaları arasındaki farkın oldukça az (4.18) olduğu manidar bir farklılık olmadığı ($t_{47}=0.940$, $p=.352$) görülmektedir.

Deney grubuna ohm kanununun bilgisayar destekli fen laboratuvarında data logger cihazı ile kontrol grubunun analog aletlerin kullanılması ile öğretilmesi sonucu uygulama sonrasında yapılan karşılaştırmada $t_{47}=9.38$, $p<.05$, düzeyinde ortalama farklar arasında (33.78) önemli ölçüde anlamlılık olduğu görülmektedir. Tablo 2’de kontrol grubunun ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 2. Kontrol grubunun ön test ve son test ortalama puanlarının bağımlı t-testi

Test	N	Ortalama	Ss	Serbestlik Derecesi	t	p
Ön test	26	35.38	11.39	25	-2.47	.021
Son test	26	44.03	13.85			

Kontrol grubuna yapılan ön testte sınıf ortalaması $\bar{x}=35.38$ olurken, geleneksel yöntemin uygulanması sonucunda yapılan son testte ortalamanın $\bar{x}=44.03$ olduğu görülmektedir. Analog aletlerle yapılan fen laboratuvarında ohm kanununun öğretilmesinin öğrencilerin giriş ve çıkış başarılarını belirgin şekilde etkilemediği yapılan bağımlı t testinden ($t_{47}=-2.47$, $p<.05$) anlaşılmaktadır. Tablo 3’de deney grubunun ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 3. Deney grubunun ön test ve son test ortalama puanlarının bağımlı t-testi

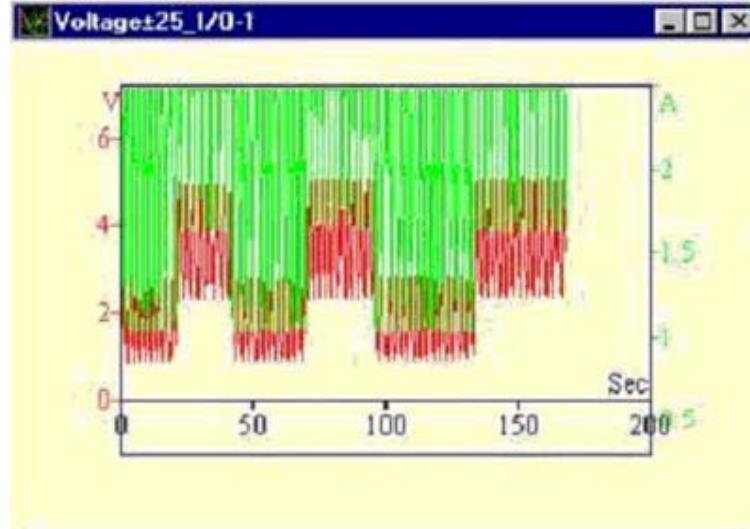
Test	N	Ortalama	Ss	Serbestlik derecesi	t	p
Ön test	23	39.56	19.2	22	-10.38	.000
Son test	23	77.82	10.95			

Deney grubunun uygulama öncesinde yapılan ön testte sınıfın ortalaması $\bar{x}=39.56$ iken son testte $\bar{x}=77.82$ olarak arttığı görülmektedir. Bilgisayar destekli fen laboratuvarında ohm kanununun data logger’ın kullanılması ile öğretilmesinin öğrenci başarılarını büyük ölçüde artırdığı yapılan bağımlı t testi ($t_{47}=-10.38$, $p<.05$) analizinden anlaşılmaktadır.

3.2. Data logger cihazından elde edilen örnek grafik

Deney grubunun hazırladığı seri bağlı devrede, Data Logger cihazı kullanılarak bilgisayara ekranında elde edilen grafik verilmiştir. Grafik 1, öğrencilere ohm kanununun öğretilmesinde kullanılmıştır.

Grafik 1. Data logger cihazından elde edilen seri bağlı devre grafiği



Grafik 1’den akımın yeşil renkte, potansiyel farkının ise kırmızı renkte olduğu görülmektedir. Ölçülen akım ve gerilim oranları, güç kaynağının potansiyel farkının artması ve azalmasına bağlı olarak eşit miktarlarda

değişmektedir. Yeşil renk (akım) ile kırmızı renk (gerilim) bölgelerinin birbirleriyle karıştığı alanlar incelendiğinde gerilim/akım oranının sabit olduğu grafikten anlaşılmaktadır. Aynı şekilde paralel bağlı devrelerde de aynı tür grafikler elde edilmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, bilgisayar destekli fen laboratuvarında data Logger kullanımının öğrenci başarısını büyük oranda artırmıştır. Uygulama öncesinde her iki grup arasında herhangi bir fark olmadığı yapılan ön test karşılaştırmasında ($t_{47}=0.940$, $p=0.352$) görülmüştür. Deney grubuna ohm kanununun bilgisayar destekli data logger cihazı ile kontrol grubuna analog aletlerin kullanılması ile öğretilmesi sonucu gruplar arasında önemli derecede manidar bir farklılık ($t_{47}=9.38$, $p<0.05$) vardır ve bu farklılık deney grubu lehinedir.

Kontrol grubuna yapılan ön test-son test karşılaştırmasında, ohm kanununun analog cihazlarla öğretilmesinin öğrenci başarılarını belirgin şekilde artırmadığı ($t_{47}=-2.47$, $p<0.05$) görülmüştür. Kontrol grubuna yapılan ön testte sınıf ortalaması $\bar{x}=35.38$ iken, uygulama sonunda ortalama $\bar{x}=44.03$ olmuştur. Analog aletlerle yapılan fen laboratuvarında öğrencilerin başarılarının az da olsa artmıştır. Fakat öğrencilerin son testteki başarılarındaki bu artış ön test uygulamasından sonra konuyu öğrenmeleri ve bilgi edinmelerinden kaynaklanabilir.

Deney grubuna uygulama öncesinde yapılan ön testte sınıf ortalaması $\bar{x}=39.56$ iken son testte $\bar{x}=77.82$ olmuştur. Bilgisayar destekli fen laboratuvarında ohm kanununun data logger'ın kullanılması ile öğretilmesinin deney grubundaki öğrencilerin öğrenmelerini önemli derecede ($t_{47}=-10.38$, $p<0.05$) artırmıştır.

Deney grubundaki öğrenciler, yapılan deney esnasında elde edilen verilerin grafiksel yorumunu bilgisayar ekranında anında gözlemlene imkanına sahip olmaları motivasyonlarını ve öğrenmelerini olumlu yönde etkilemiştir. Rodrigues, Pearce ve Livette (2001)'nin çalışmalarında, deney sırasında bilgisayar kullanılması ile öğrencilerin başarılarının arttığını ve derse karşı ilgilerinin olumlu yönde gelişmesine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Bayraktar (2000) ise bilgisayar destekli öğretim uygulamalarının ve bilgisayar programlarının kullanılmasının, öğrencilerin beceri ve yeteneklerini önemli bir şekilde artırdığını belirtmiştir. Bununla birlikte, bilgisayar destekli öğretim, öğrencilerin sentez ve değerlendirme yapma gibi üst düzey becerilerinin gelişmesinde katkı sağlamaktadır (Baki, 2000).

Fen deneylerinde kullanılan analog ölçü aletlerinin gerek yapısından, gerekse ölçülen değerlerin tam olarak okunamamasından kaynaklanabilecek hatalar, data logger kullanımı ile ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Osborne ve Hennessy'inde (2003) ifade ettiği gibi data logger ve bilgisayarın bir arada kullanılması ile ölçümler daha net alınmış, deneyin doğasını etkileyen değişkenlerin etkileri anında bilgisayar ortamında grafiksel olarak gözlenmiş ve zamanın ekonomik olarak kullanılması açısından büyük kolaylıklar sağlanmıştır. Fen bilgisi laboratuvarında bilgisayar kullanılması ile deney yapmaya daha fazla zaman ayrılmış bu ise öğrenci başarısını artırmıştır. Fakat elde ettiğimiz sınırlı sonuçlar her deneyin bilgisayarla öğretilmesi gerekliliği konusunda kesin bir sonuca ulaşmamızı engellemektedir. Çünkü bir zaman sonra bilgisayar destekli fen laboratuvarı öğrenciler için güncelliğini kaybedip sıradan bir hale dönüşebilme ihtimali olabilir.

Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin analog aletlerle laboratuvarında deneyi yapmaları konuyu öğrenmelerinde önemli bir artış meydana getirmemiştir. Deney esnasında öğrencilerin, alınan verileri matematiksel olarak yorumlayamadıkları ve deney süresince grafiksel işlemleri yapamadıkları da gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, öğrenciler analog ölçü aletlerini okumakta zorlanmışlar ve bu durum ise onların zamanı etkili bir biçimde kullanılmalarını engellemiştir. Bu nedenle deney bitiminde elde edilen verilerin değerlendirilmesi tamamlanamamış bu durum da başarılarını olumsuz yönde etkilemiştir.

Her ne kadar, ülkemizde bilgisayar destekli etkinliklerin derslerde kullanımının önündeki en büyük engel, bilgisayar veya yazılım yetersizliğinden ziyade bu materyalleri kullanabilecek öğretmen eksikliği olarak görülsede (Çakmak, 1999; Akpınar, 2003), öğretmenlerin bilgisayar kullanmayı bilme düzeyleri ile bilgisayara yönelik tutumları arasında anlamlı bir ilişki olmaktadır (Brooks, 1987). Bu çalışmada, öğretmenlerin bilgisayar okur-yazarı olması, hem bu çalışmanın uygulanması teklifine olumlu yanıt alınmasında; hem de uygulama sürecinde karşılaşılan küçük problemlerin anında giderilmesinde etkili olmuştur.

5. ÖNERİLER

Araştırmanın sonucuna göre araştırmacılara aşağıdaki önerilerde bulunmaktadır.

- Fen bilgisi derslerinde teknolojiye yararlanabilmek için öğretim programları teknolojiye en etkili bir biçimde faydalanılacak şekilde yeniden düzenlenmelidir.

- Bilgisayar öğretim modellerinin uygulanmasında öğrencilerin motivasyonunu artırmakta ve ilgisini çekmektedir. Bu nedenle ders işlenmesi sürecinde teknoloji mümkün olduğunca, fen bilimlerinin öğrenilme sürecine katılmalıdır.
- Öğrencilerin fen deneylerini daha kolay anlayabilmesi için Data Logger cihazı gibi teknolojik aletlerin laboratuarlarda kullanımı öğrenmeyi olumlu yönde artıracaktır.
- Data Logger cihazının fen deneylerinin öğrenilmesinde sağladığı yararların yanında okula maliyetinin de araştırılması gerekmektedir. Data logger her ne kadar pahalı gibi görünse de eğitim-öğretimi kolaylaştırıcı özelliği göz önüne alınarak deney ortamında kullanılmalıdır.
- Fen bilgisi öğretmenleri, Data Logger ve bilgisayar destekli deney ortamı konusunda hizmet içi eğitimlerle desteklenmeli ve eğitilmelidirler. Ayrıca öğretmenlerin internet olanağına da sahip olmaları sağlanarak diğer meslektaşları ile fikir alışverişi sağlanmalıdır. Bu şekilde öğretmenler sürekli olarak değişimleri gözlemeleme fırsatı bulabileceklerdir.
- Data Logger ve bilgisayarın öğretmenlerin kullanımına sunulması kadar öğrencilerin de bu cihazlardan faydalanması gerekmektedir. Bu cihazların görevli bir personel aracılığı ile öğrencilerin kullanımına açık olması yerinde olacaktır.
- Laboratuvar araç-gereçlerinin ve laboratuvarında bulunan cihazların kullanımına yönelik geliştirilebilecek etkili rehber materyaller geliştirilmesi hem öğretmenlere hem de öğrencilere önemli bir kaynak teşkil edecektir.
- Elde edilen veriler öğretmen ve öğrencilerle mülakat yapılarak daha zengin hale getirilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Akpınar, Y. (2003). Öğretmenlerin yeni bilgi teknolojilerini kullanımında yüksek öğretimin etkisi; İstanbul okulları örneği, *TOJET (The Turkish Online Journal of Educational Technology)* <http://www.tojet.sau.edu.tr/archive/v2i2/akpinar.htm>.
- Asan, A. (2000). *Yazılım değerlendirme süreci ve Türkiye’de üretilen bazı yazılımların etki öğrenme ilkelerine uygunluğu (öğretmenler için bir model)*. IV. Fen Bilimleri Eğitim Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 727-732.
- Baki, A. (1996). Matematik öğretiminde bilgisayar her şeymidir?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 135-143.
- Baki, A. (2000). Preparing student teachers to use computers in mathematics classroom through a long-term pre-service course in Turkey. *Journal Of Information Technology for Teacher Education*, 9(3), 343-362.
- Bayraktar, S. (2000). *A meta-analysis on the effectiveness of computer-assisted instruction in science education*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ohio University, U.S.A.
- Brooks, C.E. (1987). An analysis of the influences of the attitudes of instructional in the district of colombia public school system on perceived computer based knowledge acquisition and askils application. *Dissertation Abstracts International*, 48(06A), 1438
- Cohen, L., & Manion. L. (1989). *Research methods in education*. New York Routledge.
- Çakmak, O. (1999). Fen eğitiminin yeni boyutu: Bilgisayar-multimedia-internet destekli eğitim. *D.E.Ü. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı* (11), 116-125.
- Çallica, H., Erol, M., Sezgin, G., & Kavcar, N. (2000). *İlköğretim kurumlarında laboratuvar uygulamalarına ilişkin bir çalışma*. IV. Fen Bilimleri Eğitim Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 217-219.
- Çorlu, M.A., & Altın, K. (1999). Bilgisayar destekli deney ortamı tasarımı ve uygulamaları. *D.E.Ü Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı* (10), 242-250.
- Demircioğlu, H., & Geban, Ö. (1996). Fen bilgisi öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ve geleneksel problem çözme etkinliklerinin ders başarısı bakımından karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 183-185.
- Hofstein, A., & Lunetta. V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century, *Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Issa, R.R.A., Cox, R.F., & Killingsworth, C.F. (1999). Impact of multimedia-based instruction on learning and retention. *Journal of Computing in Civil Engineering*, October, 281-290.
- İşman, A. (2002). Sakarya ili öğretmenlerinin eğitim teknolojileri yönünden yeterlikleri, *TOJET (The Turkish Online Journal of Educational Technology)* <http://www.tojet.sau.edu.tr/archive/v1i1/p1.htm>.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students’ understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, 183-204.
- McKethan, R. & Everhart, B. (2001). The effects of multimedia software instruction and lecture-based instruction on learning and teaching cues of manipulative skills on preservice physical education teachers. *Physical Educator*, Late Winter, Vol.58, Issue 1.

- Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). Report 6: Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions. A Report for NESTA Futurelab, www.nestafuturelab.org/research/reviews/se01.htm
- Pearce, J. (1988). Measuring speed using a computer-several techniques. *Physics Education*, 23(5), 291-296.
- Pearce, J. (1993). Measuring motion using a Macintosh computer. *Australian Science Teachers Journal*, 39(2), 44-51.
- Rodrigues, S., Pearce, J., & Livett, M. (2001). Using video analysis or data loggers during practical work in first year physics. *Educational Studies*, 27(1), 31-43.
- Ross, S. M. & Bolton, J.P.R. (2002). Physica: A computer environments for physics problem-solving. *Interactive Learning Environments*, 10 (2), 157-175.
- Sinclair, J.K., Renshaw, E. C., & Taylor, A.H. (2004). Improving computer-assisted instruction in teaching higher-order skills. *Computers & Education*, 42, 169–180.
- Snir, J., Smith C.L., & Raz, G. (2003). Linking phenomena with competing underlying models: a software tool for introducing students to the particulate model of matter. *Science Education*, 87(6), 794-830.
- Soylu, H., & İbiş, M. (1998). *Bilgisayar destekli fen bilgisi eğitimi*. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 225-227.
- Steed, M. (1992). Stella, a simulation construction kit: Cognitive process and educational implications. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 11, 39-52.
- Williamson, V.M., & Abraham, M.R. (1995). The effect of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521-534.
- Yiğit, N. & Akdeniz, A.R. (2000). *Fizik öğretiminde bilgisayar destekli materyallerin geliştirilmesi: Öğrenci çalışma yaprakları*. IV. Fen Bilimleri Eğitim Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 711-716.