

FİZİK LABORATUARINDA KULLANILAN DENEY MALZEMELERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Erdal SÖNMEZ*

Refik DİLBER**

İbrahim KARAMAN***

Derya ŞİMŞEK****

Özet

Bu çalışmada temel fizik laboratuvarında kullanılan deney malzemelerinin nitelik ve niceliklerinin öğrencilerin motivasyonu ve başarılarına etkileri incelenmiştir. Bu amaçla temel fizik II laboratuvarında yapılan; 1. Ohm Kanunu, 2. Bir iletkenin direnci nelere bağlıdır? deneylerini öğrencilerin farklı ölçüm araçları kullanarak yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin elde ettikleri bulguları karşılaştırmaları istenmiş ve öğrencilerle daha sonra mülakat yapılmıştır. Öğrencilerin, deney ölçüm cihazlarının duyarlılığına ve ölçüm kolaylığına önem verdikleri görülmüştür. Yaparak, yaşayarak öğrenmenin en önemli destekleyicilerinden olan laboratuvar derslerinin istenilen amaçlarına tam olarak ulaşabilmesi için gerekli görülen bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Laboratuvar uygulaması, dijital ölçüm cihazları, analog ölçüm cihazları, başarı

* Araş. Gör. , Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, OFMAE Fizik Bölümü, Erzurum. esonmez@atauni.edu.tr

** Araş. Gör. , Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, OFMAE Fizik Bölümü, Erzurum.

*** Dr. Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, OFMAE Fizik Bölümü.

**** Yahya Kemal İlköğretim Okulu, Fen Bilgisi Öğretmeni, Erzurum

Abstract

A Study on the Experiment Utilities Used In Physics Laboratories

In this study, the effects of the qualities and quantities of the experiment utilities used in the main physics laboratories on the success and motivation of students are investigated. For this purpose, the subjects were asked to administer the 1.Ohm Law, 2. On what the resistance of a conductor depend experiments done in the physics laboratory by using different measures. The students were asked to compare their findings; and an interview was done with them. It was seen that students give attention to the sensitiveness and feasibility of the measures. Some suggestions were presented for the laboratory courses which are some of the most important supporters of “learning while practicing and experiencing” to be able to be used most appropriately to reach the desired goals.

Key words: *Laboratory applications, digital measuring utilities, analogue measuring utilities, success*

1.GİRİŞ

Hızla gelişen ve ilerleyen bilim çağına ayak uydurmak ancak iyi ve kaliteli eğitim almış bireylerin varlığıyla mümkündür. Bu bireylerin yetiştirilmesinde en önemli görev hiç kuşkusuz o toplumun eğitim kurumlarına düşmektedir. Eğitim kurumlarında iyi bir fen eğitimi ancak laboratuvarın ve deneylerin derslerde hakim olduğu, ezbercilikten uzak yapılan derslerle mümkün olabilir(Güven, Gürdal, 2000).

Laboratuvar çalışması, muhakemeyi, eleştirel düşünmeyi, bilimi anlamayı etkiler ve öğrencilere bilgi üretme yollarını öğretir (Akdeniz, Çepni ve Azar, 1999). Fen dersi ve fizik derslerinin laboratuvarları öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme olanağı tanıdığı için teorik derslerden elde edilen

bilgilerin pekişmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda öğrencilerin beş duyu organını öğrenme aktivitelerine kattığı için daha kalıcı olmasını olanaklı kılmaktadır.

Fen derslerinin özellikle soyut kavramları içeren konularda öğrencilerin ilgisini çekecek, yüksek düşünme becerileri geliştirecek ve anlamlı öğrenmeyi sağlayacak şekilde düzenlenmesi ve uygulanması gerekmektedir (Novak ve Gowin, 1984).

Deneysel çalışmalar, bugüne kadar yapılan araştırmalar sonucunda çoğumuzun kabullendiği bir yöntem ve eğitimin bir parçasıdır. Genellikle deney çalışmalarından beklenen temel amaç, öğrencilerin derslerde gördükleri teorik bilgileri deneyerek ve kanıtlayarak anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamaktır (Nakhleh, 1994). Alan deneyimlerinin öğrencilerin daha sonraki iş yaşamlarında onlara yardımcı olabilmesi için, iş hayatlarında karşılaşacakları teknolojik malzemelerin bir benzerini öğrenim hayatlarında tanıma fırsatlarının olması gerekmektedir (Kenneth, Stier 1996).

Taiwan'da 8. sınıf öğrencileri üzerinde yapılan laboratuvarda öğrenme ile ilgili bir araştırmanın sonuçlarına göre; öğrencilerin laboratuvarda pratik çalışmanın amaçlarını doğru olarak kavradıkları ortaya çıkmıştır. Örneğin öğrenciler; laboratuvar deneyimlerinin bilimsel kavramları daha iyi anlamada yardımcı olduğunu, bilimsel bilginin kaynağını ve bilim süreçlerini kavramayı sağladığını ve bilim adamlarının bilimi nasıl icra ettiklerini öğrenebildiklerini ifade etmişlerdir (Tsai, 1999). Fen derslerinin uygulamalarının yapıldığı laboratuvarlar ilköğretimden yüksek öğretime kadar her kademedeki öğrenciler için hep ilgi çekici ve heyecan verici dersler olarak değerlendirilmiştir.

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 laboratuarda, 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 ve Altın, 1999; Çalıcı ve diğ., 2000).

Fen bilimlerindeki bu tür uygulamalar, öğrenci başarılarını, tutumlarını ve fen dersleri ile ilgili araştırma gayretlerini büyük ölçüde artırmaktadır (Soylu ve İbiş, 1998; McKethan ve Everhart, 2001; Sinclair, Renshaw ve Taylor, 2004).

2. YÖNTEM

Brickhouse (1992), Simons (1980), Gess-Newsome, and Lederman'a (1990) göre, fen bilimleri eğitiminde kapsamlı araştırmalar yapmak hem ekonomik hemde zaman açısından oldukça zordur. Genellikle araştırma verileri nitel ve nicel yöntemler kullanılarak toplanmaktadır. Literatürde bu yönde pek çok bilgi mevcuttur. Dünyada yaygın olarak kullanılan bu teknik tek başına veya küçük gruplarla çalışmakta olan araştırmacılar için uygun bir yöntem olarak önerilir. Bu teknik ile bir araştırmacı hem nitel hem de nicel veriler toplayabilir (Yin, 1989). Ayas (1993), Akdeniz (1993), bu teknik ile yapılacak araştırmalar, eğitimcilere faydalı bilgiler sağlayacaktır.

Bu çalışmada 48 öğrenciden 3'er kişilik 16 grup oluşturulmuş ve grup çalışması olarak yapılan deneylerden elde edilecek olan verilerin farklı ölçüm araçları ile (analog ölçüm araçları ve dijital ölçüm araçları) elde

edilmesi sağlanmıştır. Deney sonuçlarının öğrenciler tarafından değerlendirilerek birer rapor halinde sunmaları istenmiştir. Ayrıca her gruptan bir öğrenciyle deney ölçüm cihazlarıyla ilgili açık uçlu sorular sorularak mülakat yapılmıştır.

Örneklem (Katılımcılar)

Bu çalışmanın örneklemini Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği 2. sınıf fizik-II dersini alan. araştırmacılara uygun seçilmiş 48 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma 2004–2005 bahar yarıyılında yapılmıştır.

3. BULGULAR VE YORUMLAR

Aşağıda öğrencilerden alınan raporlardan deney sonuçlarına göre düzenledikleri tablolardan bazı örnekler bulunmaktadır.

Tablo–1. Öğrencilerin deney sonuçlarına göre oluşturdukları çizelgelerden 1. deney için seçilmiş örnek

Analog cihazla yapılan ölçüm					Dijital cihazla yapılan ölçüm				
a çizelgesi	1	2	3	4	b çizelgesi	1	2	3	4
V	0,8	2,5	6	12,5	V	1	2,9	6,23	13,4
I	0,08	0,2	0,4	0,8	I	0,05	0,15	0,35	0,72
V/I	10	12,5	15	15,6	V/I	20	19,3	18,5	18,6

Öğrenci ohm kanunu deneyinin sonucunda elde ettiği verileri iki ayrı çizelge halinde düzenlemiştir. Öğrenci, yukarıdaki a çizelgesinde 10 Ω luk direnç üzerinde çalışmış ve ölçüm sonunda teorik bilgilerine dayanarak V/I oranının tablodaki tüm sütunlarda 10'a eşit olmasını beklemektedir. Oysa 1. tablonun V/I oranının aritmetik ortalamasını 13,275 olarak bulmuştur. Dijital

cihazla aldığı verilerle yaptığı 2. tabloda ise 20 Ω luk dirençle çalışmış ve V/I oranının aritmetik ortalamasını 19,1 bulmuştur. Öğrencinin beklediği değere 2. tablonun verileri daha uygundur.

Tablo-2. Öğrencilerin deney sonuçlarına göre oluşturdukları çizelgelerden 2. deney için seçilmiş örnek

Çizelge (a)

Analog Ölçüm Cihazlarıyla Yapılan Ölçümler						
Kesit (S)	Boy (L)	Potansiyel fark (V)	Akım Şiddeti (I)	Direnç Deneysel (R)	Direnç Teorik (R)	Hata Payı (%)
0,4 mm	L	2,7	0,85	3,17	3,06	3,5
	2L	2,4	0,4	6	6,12	1,7
	3L	2,55	0,3	8,5	9,18	7,5
	4L	2,6	0,2	13	12,24	6,2
0,6 mm	L	2,15	0,8	2,687	2,04	31,7
	2L	2,15	0,4	5,375	4,08	31,7
	3L	2,5	0,3	8,3	6,12	35,6
	4L	2,6	0,22	11,81	8,16	44,7
0,8 mm	L	2,1	0,95	2,21	1,53	44,4
	2L	2,3	0,6	3,83	3,06	25,1
	3L	2,4	0,4	6	4,59	30,7
	4L	2,5	0,25	10	6,12	63,3

Çizelge (b)

Dijital Ölçüm Cihazlarıyla Yapılan Ölçümler						
Kesit (S)	Boy (L)	Potansiyel fark (V)	Akım Şiddeti (I)	Direnç Deneysel (R)	Direnç Teorik (R)	Hata Payı (%)
0,4 mm	L	2,5	0,71	3,5	3,46	1,1
	2L	2,9	0,42	6,9	6,92	0,3
	3L	3,1	0,30	10,3	10,38	0,8
	4L	3,2	0,23	13,9	13,84	0,4

0,6 mm	L	2,2	0,89	2,47	2,03	21,6
	2L	2,7	0,53	5,09	4,06	25,3
	3L	2,9	0,38	7,6	6,09	24,7
	4L	3,1	0,30	10,3	8,12	26,8
0,8 mm	L	2,1	1	2,1	1,73	21,3
	2L	2,6	0,64	4,06	3,46	17,3
	3L	2,9	0,47	6,17	5,19	18,8
	4L	3	0,37	8,10	6,92	17

Tablo-2`de öğrenci 2. deneyde kullandığı farklı ölçüm cihazlarından elde ettiği verileri iki ayrı çizelge halinde sonuçlarını rapor haline getirmiştir. Çizelge a`da görüldüğü gibi hata payı sütununda öğrencinin deney yaparken yaptığı hataların yüzdesel olarak değerleri verilmiştir. Bu yüzdelerin en küçüğü %1,7 en büyüğü ise %63,3 tür. Oysa çizelge b`ye bakıldığında öğrenci aynı maddeden yapılmış telin boy ve kesit alanlarına göre direnç değer değişimlerini dijital ölçüm cihazlarıyla ölçtüğünde yüzdelik hata paylarının en küçüğünü %0,3 en büyüğünü ise %26,8 bulmuştur. Hata yüzdeleri arasındaki bu büyük farklar iki ölçüm cihazı arasındaki farkı çok güzel bir şekilde ortaya koymaktadır.

Tablo-3 1. Deney verilerinden grupların direnç değerlerinin potansiyel fark (V) ve akım şiddeti (I) değerlerinden bağımsız olduğunu göstermeleri için bulunması gereken değerlerden sapma yüzdeleri

Grup	10 Ω luk direnç		20 Ω luk direnç		30 Ω luk direnç	
	Analog (%)	Dijital (%)	Analog (%)	Dijital (%)	Analog (%)	Dijital (%)
1	3,25	0	9,5	2,5	4,15	0
2	3,2	2,1	9,2	2,1	22,3	0,2
3	25	5	17	0	21,3	6,7
4	17,75	2,25	33,12	4,25	10,4	5,15
5	17,25	4,75	32,25	0,4	18	1,55
6	5	0,5	23	9,5	18,16	8,9

7	13,6	1,25	21	2,4	16,19	10,91
8	13,72	1,5	16	4,8	14,56	1,6
9	27,1	5	33,6	4,2	13,24	1,8
10	22,3	1,8	32,68	2,5	27	2,75
11	15,3	7	31,38	2,2	18,80	3,5
12	11,3	5,2	22,3	4,5	31	2,75
13	13,75	3,4	30,4	2,25	16,7	8,1
14	12,39	4,3	22,32	4,57	18,8	4,6
15	11,72	2,7	31,34	5,2	13,4	5,63
16	10,3	6,4	22,4	3,4	19,54	7,4

Tablo-3'te 16 grup öğrencinin farklı ölçüm cihazlarını kullanarak yaptıkları 1. deneyin sonucunda elde ettikleri verilerin gerçek değerlerden sapma yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda hata yüzdeleri arasında büyük farklar bulunmuştur.

Tablo-4 2. Deney verilerinden, grupların iletken tellerin kesit alanlarına göre direncin ters orantılı olduğunu göstermeleri için bulunması gereken değerlerden sapma yüzdeleri

	Analog (%)	Dijital (%)		Analog (%)	Dijital (%)
1. Grup	17,8	3,6	9. Grup	44	11,4
2. Grup	27,6	15	10. Grup	18	4
3. Grup	40	11	11. Grup	22,5	2
4. Grup	42,5	11,4	12. Grup	39	10,7
5. Grup	41	11	13. Grup	19,5	4,5
6. Grup	19,56	10	14. Grup	23	2,5
7. Grup	19,5	10	15. Grup	12	5,2
8. Grup	21,1	1,7	16. Grup	15	2,8

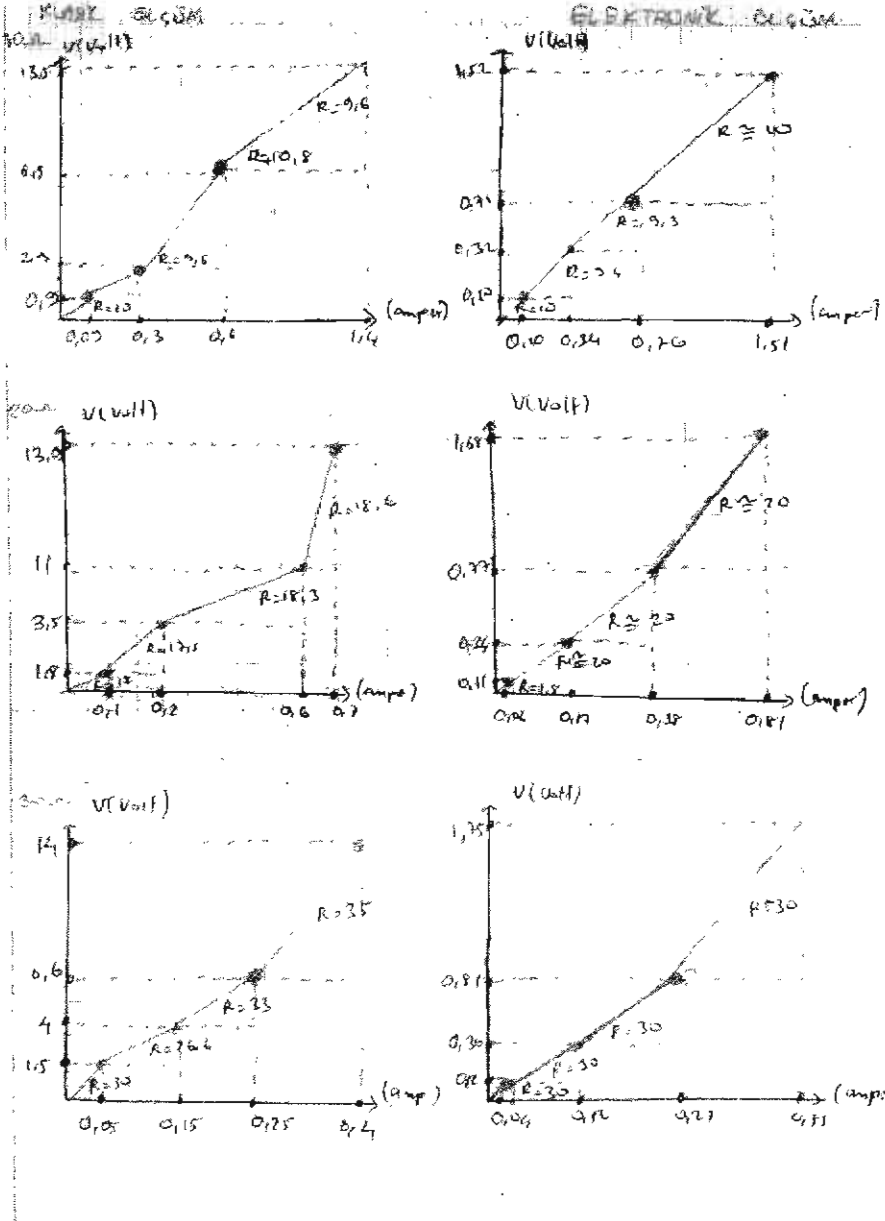
Tablo-5 2. Deney verilerinden grupların iletken tellerin boyları ile dirençlerinin doğru orantılı olduğunu göstermeleri için bulunması gereken değerlerden sapma yüzdeleri

Grup	0.4 mm kesit alanlı tel		0.6 mm kesit alanlı tel		0.8 mm kesit alanlı tel	
	Analog (%)	Dijital (%)	Analog (%)	Dijital (%)	Analog (%)	Dijital (%)
1	4,5	2,1	11,1	3	7,9	4,3
2	11,5	4,7	6,6	3	7,9	4,3
3	16,6	4,5	21,7	8	17,8	1,4
4	26	4	27,2	7,1	15,38	3,8
5	27,2	4	15,8	7,1	4,5	2,5
6	21	4,16	13	4,16	4,76	2,5
7	21,2	6,6	21	3	13	2,5
8	25	5,9	10,3	2	4	1,3
9	11	1,3	11	3	13,1	3,3
10	14	2,5	14	5	12	4
11	12	4,5	15	2,5	13	4,5
12	17	5	14	3,5	17	5
13	18	4,7	15	5,2	18	3,5
14	16,6	3,5	21,7	5,8	17,8	4
15	12,3	2,6	15,6	3,8	12,6	5,6
16	9,6	4,5	19,3	3,2	11,8	2,4

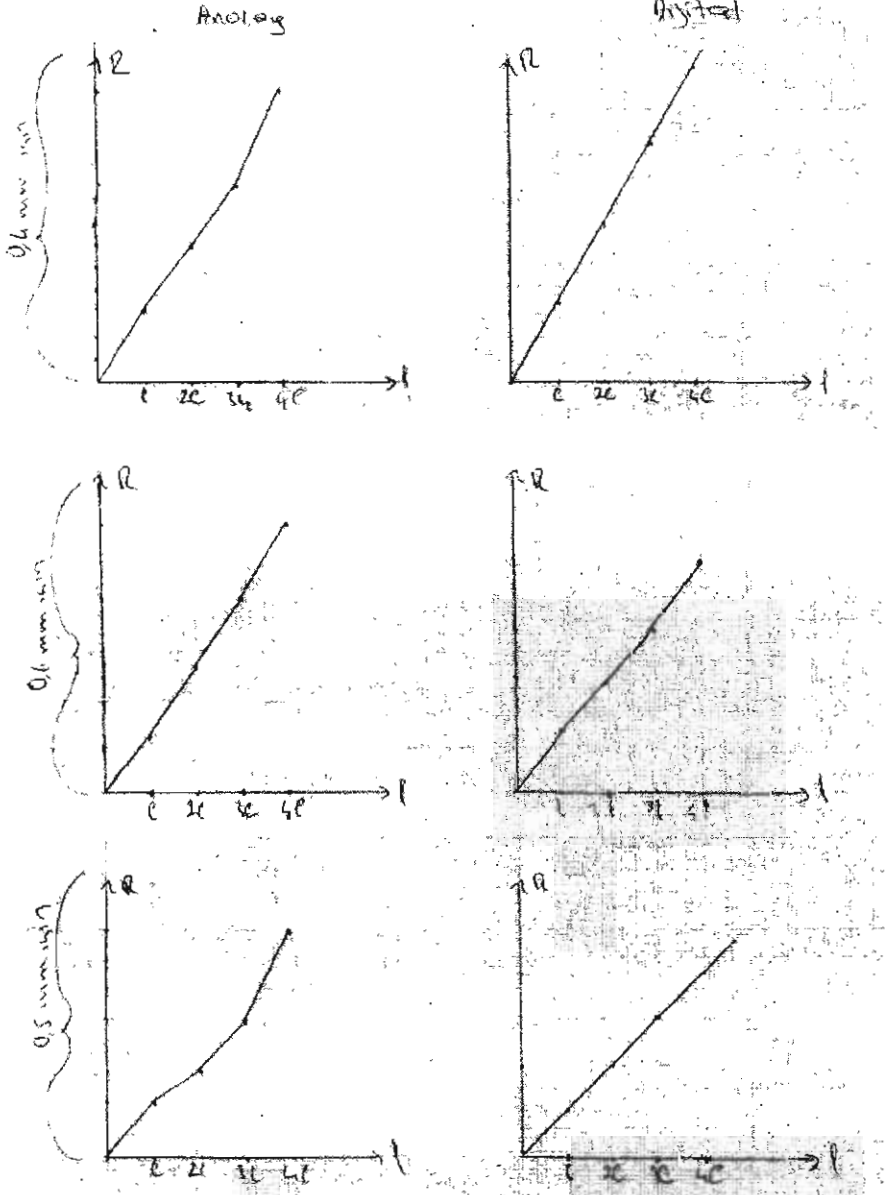
Tablo-4 ve tablo-5'te 16 grup öğrencinin farklı ölçüm cihazlarını kullanarak yaptıkları 2. deneyin sonucunda elde ettikleri verilerin gerçek değerlerden sapma yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda hata yüzdeleri arasında ilk deneyde olduğu gibi büyük farklar bulunmuştur.

Aşağıda bir öğrencinin raporundan elde ettiği verilere dayanarak çizmesi istenen grafiklerden örnekler verilmiştir.

Resim-1. Örnek öğrencinin 1. deneyde kullandığı analog ve dijital ölçüm cihazlarıyla elde ettiği verileri kullanarak yaptığı grafikler



Resim-2. Örnek öğrencinin 2. deneyde kullandığı analog ve dijital ölçüm cihazlarıyla elde ettiği verileri kullanarak yaptığı grafikler



Yukarıdaki grafiklerden de görüldüğü gibi, öğrencilerin daha önce teorik derslerde öğrendikleri genel bilgilere, dijital ölçüm cihazlarından elde ettiği verilerden yararlanarak yaptığı grafik çizimleri uygunluk göstermektedir.

Her gruptan rasgele seçilen bir öğrenciyle yapılan görüşmelerde öğrencilere deneylerde kullandıkları malzemelerle ilişkili ucu açık sorular yöneltildi. Verilen cevaplar bir sınıflandırılmaya tabi tutulduğunda karşımıza birkaç tane genelleştirebileceğimiz ifadeler çıkıyor. Bunlardan bazıları maddeler halinde sıralarsak;

- Öğrencilerin teorik bilgileri ile uygulama sırasında elde ettikleri bilgilerin uyuşması, onların motivasyonlarını artırıyor.
- Öğrencilerin analog aletlerle laboratuarda deney yapmaları konuyu öğrenmelerinde sıkıntı yaratmıştır. 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 kullanılmasını engellemiştir. Bu nedenle deney bitiminde elde edilen verilerin değerlendirilmesi tamamlanamamış bu durum da başarılarını olumsuz yönde etkilemiştir.
- Deney yaparken kullandıkları araç ve gereçlerin hassasiyetlerinin üst seviyelerde olması onların derse olan ilgilerini artırıyor.
- Verileri elde ederken kullandıkları cihazların ölçüm duyarlılığı ve kullanılabilirliği öğrencilerin laboratuvar derslerine olan ön yargılarının yok olmasında önemli roller üstleniyor.
- Teknolojik gelişmelere paralel olarak laboratuvar derslerinde öğrencilere kullanılan son sistem ölçüm aletleri ve cihazların öğrencileri, eğitim-öğretim için vazgeçilmez bir olgu olan öğrenme heyecanını kamçilediğini öğrencilerin bizzat kendi ifadeleri belirtmektedir.

Lisans seviyesinde araştırma çalışmalarının teşvik edilmesi ve lisans öğrencilerinin araştırma etkinliklerine aktif katılımını sağlayacak mekanizmaların oluşturulması için laboratuvar ortamlarında gerekli

düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Yeni fikirlere açık, gelişen teknolojik araç ve gereçlerin kullanımına yabancı olmayan öğrencilerin yetiştirilebilmesi için bu konuya gerekli özenin gösterilmesi gereklidir. Ölçme teknikleri konusunda bilgili olunması, deney sonuçlarının doğru yorumlanması için yeterli değildir. Bunun için deney verilerinin olabildiğince hassas olması gerekmektedir. Bu da ancak dijital ve ölçüm hassasiyeti mümkün olduğunca yüksek cihazlarla mümkün olmaktadır. Laboratuvar altyapısı donanım ve yazılım olarak çağdaş ve güncel bir yapıya kavuşturulmalı. laboratuvar uygulamalarının lisans programına dikey entegrasyonu sağlanmalı. küçük gruplarla aktif katılım sağlayacak deneyler yapılmalı, gösteri amaçlı deneyler bu kapsamda sayılmamalıdır.

4.ÖNERİLER

Araştırmanın sonucuna göre araştırmacılara aşağıdaki önerilerde bulunmaktadır.

- Laboratuvar derslerinde teknolojiden yararlanabilmek için öğretim programları teknolojiden en etkili bir biçimde faydalanılacak şekilde yeniden düzenlenmelidir.
- Dijital ölçüm cihazlarının kullanılması 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 ölçüm hassasiyeti fazla olan dijital cihazların laboratuvarlarda kullanımı öğrenmeyi olumlu yönde artıracaktır.
- Teknolojik yeniliklerle donatılmış bir laboratuvar ortamı her ne kadar okula pahalıya mal oluyor gibi görünse de eğitim-öğretimi kolaylaştırıcı özelliği göz önüne alınarak deney ortamları bu şekilde düzenlenmelidir.

KAYNAKÇA

Akdeniz, A.R.; Çepni, S.; Azar, A. (1999). Fizik Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Kullanım Becerilerini Geliştirmek İçin Bir Yaklaşım. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 23-25 Eylül 1998). 118-125.

Ayas, A. (1993). Ph. D. Thesis, University of Southampton. England, U.K.

Akdeniz, A.R. (1993). Ph. D. Thesis, University of Southampton. England, U.K.

Brickhouse N.W. and Bodner G.M. (1992). Journal of Research in Science Teaching, 9(5), 471-485.

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.

Güven İlknur, Gürdal Ayla, (2000). V.Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi. sayfa 116.

Gess-Newsome, J. Lederman, N.G. (1990). Journal of Research in Science Teaching, 27(8), 717-726.

Kenneth W. Stier 1996. Integrating Research into Undergraduate Coursework to

Provide Professional Experiences. Journal of Construction Education Copyright 1996 by the Associated Schools of Construction Summer 1996, Vol. 1, No. 1, pp. 23 - 33

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.

Novak, J. D. ve Gowin D. B. (1984). *Learning How To Learn*. Cambridge University Cambridge.

Nakhleh, M. (1994). *Chemical Education Research in The Laboratory Environment.. Journal Of Chemical Education*, 71(3), 201-205.

Soylu, H., & İbiş, M. (1998). *Bilgisayar destekli fen bilgisi eğitimi. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Bildiriler Kitabı*. 225-227.

Sinclair, J.K., Renshaw, E. C., & Taylor, A.H. (2004). *Improving computer-assisted instruction in teaching higher-order skills. Computers & Education*, 42, 169–180.

Simons, H. (1980). *Occasional Publication.. University of East Anglia, Care. No:10*.

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.

Yin, R. K. (1989). *Case Study Research Design and Methods. (Rev. Ed.)*. Newbury Park, CA: Sage Publications.