

120918

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM BÖLÜMÜ FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

BÜTÜNLEŞTİRİCİ ÖĞRENME KURAMINA UYGUN BİLGİSAYAR DESTEKLİ
DİJİTAL DENEY ARAÇLARI İLE FEN LABORATUAR DENEYLERİ
TASARLAMA VE UYGULAMA

Miraç AYDIN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"Yüksek Lisans (Fen Bilgisi Eğitimi)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.08.2005
Tezin Savunma Tarihi : 31.08.2005

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Haluk ÖZMEN

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2005

ÖNSÖZ

Bilim ve teknolojinin katlanarak arttığı, bilginin paradan çok daha değerli olduğu 21. yüzyılda fen laboratuvarlarının bu gelişmelerin gerisinde kalması, teknolojik araç-gereçlerle donatılmaması düşünülemez. Bu nedenle özellikle ülkemizde bu araçlar fen laboratuvarlarındaki yerini almalıdır. Bu çalışmada, Data Logger kullanılarak hazırlanan deneylerin geliştirilme süreci ve uygulama sonrasında ortaya çıkan durum rapor edilmiştir.

Bu çalışmanın konusunun ortaya çıkmasından, sonuçların rapor edilmesine kadar yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Salih ÇEPNİ bey' e, çalışmalarımı yürütürken tecrübe ve desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ ile Prof. Dr. Alipaşa AYAS beyler' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, her türlü destekleri için mesai arkadaşlarıma da teşekkürü bir borç bilirim.

Bugüne kadar hiçbir türlü fedakarlıktan kaçınmayan ve desteklerini esirgemeyen aileme minnet ve şükranlarımı sunarım.

Miraç AYDIN
Trabzon 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Araştırmanın Problemi.....	2
1.3. Araştırmanın Amacı.....	3
1.4. Araştırmanın Hipotezleri.....	4
1.5. Araştırmanın Önemi.....	4
1.6. Araştırmanın Varsayımları.....	4
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
1.8. Fen Laboratuvarlarında Bilgisayar Destekli Dijital Deney Araçlarının Kullanımı.....	5
1.9. Geleneksel Deney Araçları ile Bilgisayar Destekli Dijital Deney Araçları Arasındaki Farklar.....	7
1.10. Laboratuvar Yaklaşımları.....	8
1.10.1. İspatlama (Tümdengelim) Laboratuvar Yaklaşımı.....	9
1.10.2. Tümevarım Laboratuvar Yaklaşımı.....	9
1.10.3. Bilimsel Süreç Becerileri Yaklaşımı.....	10
1.10.4. Teknik Beceriler Geliştirme Yaklaşımı.....	10
1.10.5. Buluş Esasına Dayalı Laboratuvar Yaklaşımı.....	10
1.10.6. Keşfedici Laboratuvar Yaklaşımı.....	11
1.10.7. Bütünleştirici Laboratuvar Yaklaşımı.....	11
1.10.7.1. Bütünleştirici Öğrenme Kuramı.....	13
1.10.7.2. Bütünleştirici Laboratuvar Yaklaşımına Uygun Modeller.....	16
1.10.7.2.1. Gösteri, Keşfetme ve Tartışma Modeli.....	17
1.10.7.2.2. R-S Modeli.....	17
1.10.8. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	18

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	25
2.1.	Deneylerde Kullanılan Öğretim Elemanı Kılavuzunun Geliştirilme Süreci.....	25
2.2.	Araştırmanın Tasarlanması.....	25
2.2.1.	Planlama.....	26
2.2.2.	Data Logger' ın Kullanımı Konusunda Öğrencilerin Bilgilendirilmesi	26
2.2.3.	Uygulama.....	27
2.2.4.	Değerlendirme.....	28
2.3.	Yöntem.....	28
2.4.	Araştırmanın Evreni.....	30
2.5.	Araştırmanın Örneklemi.....	31
2.6.	Veri Toplama Araçları.....	31
2.6.1.	Araştırmada Kullanılan Test.....	33
2.6.1.1.	Araştırmada Kullanılan Testin Pilot Çalışmasından Elde Edilen Veriler.....	34
2.6.1.1.1.	Araştırmada Kullanılan Testin Madde Analizinden Elde Edilen Veriler.....	34
2.6.1.1.2.	Araştırmada Kullanılan Testin Güvenirlilik Hesaplamalarından Elde Edilen Veriler.....	34
2.6.2.	Araştırmada Kullanılan Mülakat.....	35
2.6.3.	Araştırmada Kullanılan Gözlem.....	36
3.	BULGULAR.....	37
3.1.	Araştırmada Kullanılan Testten Elde Edilen Bulgular.....	37
3.2.	Araştırmada Kullanılan Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular.....	38
3.3.	Araştırmada Kullanılan Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular.....	46
4.	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	58
5.	ÖNERİLER.....	62
6.	KAYNAKLAR.....	63
7.	EKLER.....	69
	ÖZGEÇMİŞ.....	109

ÖZET

Fen laboratuvarlarında kullanılan geleneksel deney araçların öğrencileri sınırlı bir alanda çalışmak zorunda bırakması ve teknolojiye kolay adapte olabilecek bireyler yetiştirme zorunluluğu, fen laboratuvarlarını bilgisayar destekli modern araçlarla donatmayı zorunlu hale getirmiştir. Bu amaçla fen laboratuvarlarında kullanılacak bilgisayar destekli dijital deney araçlarından biri Data Logger'dır. Data Logger, sensörleri aracılığıyla gerçek ortamdan aldığı verileri, sanal ortamda grafik ve tablolarla işleyen bir deney aracıdır.

Bu çalışma, geleneksel deney araçları yerine Data Logger ile yapılan deneylerin, öğrenci başarısı üzerindeki etkisini araştırmak ve öğrencilerin Data Logger ile yapılan deneyler hakkındaki görüşlerini ortaya koymak amacıyla düzenlenmiştir.

Çalışma 2004-2005 eğitim öğretim yılı bahar yarıyılında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğrenci başarısını test etmek amacıyla deneysel yöntem; öğrencilerin uygulamalar ve Data Logger hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla özel durum yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, fen bilgisi öğretmenliği programı, birinci sınıfta, 2004-2005 öğretim yılı, bahar yarıyılında öğrenim gören ve Temel Fizik-2 dersi kapsamında yürütülen laboratuvar uygulamalarına katılan 100 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Deney grubunu örneklemden bir şube oluştururken, (N=50) kontrol grubunu da, başka bir şube (N=50) oluşturmuştur. Şubelerden hangisinin deney, hangisinin kontrol grubu olacağı şans yoluyla tayin edilmiştir. Çalışmada veri toplamak amacıyla 22 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test, yarı yapılandırılmış mülakat ve yapılandırılmamış gözlem kullanılmıştır.

Uygulamada, deney grubuna bütünleştirici laboratuvar yaklaşımı doğrultusunda Data Logger ile yürütülen deneyler yaptırılırken, kontrol grubuna aynı yaklaşıma uygun geleneksel deney araçlarıyla yürütülen deneyler yaptırılmıştır.

Araştırma sonunda, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundakilere göre daha başarılı oldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca, mülakat ve gözlemlerden Data Logger ile yapılan deneylerin öğrencilerin ilgisini çektiği, anlamlı öğrenme için fırsatlar sağladığı da tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Data Logger, Bilgi ve İletişim Teknolojileri, Bütünleştirici Laboratuvar Yaklaşımı, Fizik Laboratuvarı

SUMMARY

Design and Implementation of Science Laboratory Activities using Data Logger and Constructivist Laboratory Approach

We are living in a fast moving age. There are many developments in science and technology. In accordance with these developments, we have to enrich science laboratory activities using Information Communication Technologies (ICT). One of them is Data Logger.

Science students have been recording or logging information with a paper and pencil for generations. It is too difficult and confines students. To overcome this problem, data logging is offered to use in science laboratories. Data logger is a tool obtaining data. The basic elements of Data Logger are sensors, interface box and computer system.

The purpose of this study is two fold; a) to compare science student teachers' achievement between experimental and control group b) to obtain the views of the science student teachers on the application of data logging. This study was implemented at Karadeniz Technical University in Fatih Faculty of Education in the spring semester of 2004-2005 academic years. It is used two research methods in this study, a quasi-experimental design and a case study approach. The sample consists of 100 science teacher students. One of the classes is selected by control group (N=50) and another is selected by experimental group (N=50) randomly.

The test consisting of 22 multiple-choice questions was developed based on a pilot study. It was implemented two times on sample as pre and post-test. A semi-structured interview that consists of 3 questions was undertaken with 20 science student teachers in experimental group. In addition, an observation was applied during the applications.

The collected data showed that the experiments performed by Data Logger increased science student teachers' achievement according to experiments performed by conventional laboratory equipments. In addition, data logging created new opportunities for investigating and thinking about science concepts.

Key Words: Microcomputer Based Laboratories, Data Logger, ICT, Constructivist Approach, Physics Laboratory

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Data Logger'ın temel bileşenleri.....	6
Şekil 2. Dijital deney aracı ile geleneksel deney aracının laboratuvar ortamındaki işlevleri.....	8
Şekil 3. Aynı yaklaşımın kullanıldığı laboratuvar, geleneksel deney araçları ve Data Logger ile yapılan deneylerin işlem basamakları.....	9
Şekil 4. Laboratuvar Yaklaşımları, genel özellikleri ve aralarındaki ilişkiler.....	12
Ek Şekil 1. Data Logger ile yapılan, “Bir İletken Üzerinden Geçen Akım ve İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi” deneyi şeması ve resmi.....	70
Ek Şekil 2. Data Logger ile yapılan, “Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler” deneyi şeması ve resmi.....	73
Ek Şekil 3. Data Logger ile yapılan, “Elektroliz” deneyi şeması ve resmi	75
Ek Şekil 4. Data Logger ile yapılan, “Kalorimetre” deneyi şeması ve resmi.....	77
Ek Şekil 5. Manyetik alanın varlığını gözlemleme.....	79
Ek Şekil 6. Data Logger ile Yapılan, “Manyetik Alan” deneyi şeması ve resmi	79
Ek Şekil 7. Geleneksel deney araçları ile yapılan, “Bir İletken Üzerinden Geçen Akım ve İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi” deneyi şeması ve resmi.....	82
Ek Şekil 8. Geleneksel deney araçları ile yapılan, “Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler” deneyi şeması ve resmi.....	85
Ek Şekil 9. Geleneksel deney araçları ile yapılan, “Elektroliz” deneyi şeması ve resmi	87
Ek Şekil 10. Geleneksel deney araçları ile yapılan, “Kalorimetre” deneyi şeması ve resmi.....	89
Ek Şekil 11. Manyetik alanın varlığını gözlemleme.....	91
Ek Şekil 12. Geleneksel deney araçları ile yapılan, “Manyetik Alan” deneyi şeması ve resmi.....	91
Ek Şekil 13. Data Logger dönüştürücüsünün klavye tanıtımı amacıyla öğrencilere dağıtılan doküman.....	97

Ek Şekil 14. Data Logger ile buzun erimesi deneyinden elde edilen verilere ait grafik	101
---	-----



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan ön-testlerin karşılaştırmalarına ait bağımsız t-testi sonuçları.....	37
Tablo 2. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan son-testlerin karşılaştırmalarına ait bağımsız t-testi sonuçları	38
Tablo 3. Deney ve kontrol grubunun ön-test ve son-test karşılaştırmalarına ait bağımlı t-testi sonuçları	38
Tablo 4. Mülakattaki birinci soruya verilen cevaplar için oluşturulan kodlar, anlamları, tekrarlanma sıklıkları ve yüzde değerleri (N=20)	39
Tablo 5. Mülakattaki ikinci soruya verilen cevaplar için oluşturulan kodlar, anlamları, tekrarlanma sıklıkları ve yüzde değerleri (N=20)	42
Tablo 6. Mülakattaki üçüncü soruya verilen cevaplar için oluşturulan kodlar, anlamları, tekrarlanma sıklıkları ve yüzde değerleri (N=20)	45
Ek Tablo 1. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, “Bir İletken Üzerinden Geçen Akım ve İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi” deneyi veri giriş tablosu.....	82
Ek Tablo 2. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, “Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler” deneyi veri giriş tablosu	85
Ek Tablo 3. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, “Elektroliz” deneyi veri giriş tablosu	87
Ek Tablo 4. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, “Kalorimetre” deneyi veri giriş tablosu	89
Ek Tablo 5. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, “Manyetik Alan” deneyi veri giriş tablosu	92
Ek Tablo 6. Uygulamalar süresince hangi grubun, ne zaman, hangi deneyi yapacağını gösteren çalışma planı	93
Ek Tablo 7. Data Logger ile buzun erimesi deneyinden elde edilen sıcaklık ve zaman verileri	98
Ek Tablo 8. Pilot çalışma ile yapılan madde analizi verileri (madde güçlükleri ve ayırt edicilikleri).....	106
Ek Tablo 9. Pilot çalışmada testin güvenirlik katsayısı hesaplamalarına ilişkin veriler.....	108

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanoğlu varolduğu günden bugüne, doğa olaylarını merakla incelemiş, araştırmalar yapmış ve bu olayları kontrol altına almak için çeşitli çabalar sarf etmiştir. Genelde bilim, özelde ise fen bilimleri olarak ifade edilen bu süreç, doğadaki varlıkları ve olayları sistemli bir şekilde inceleme, buradan elde edilen bilgilerden genellemelere ulaşma ve sonradan olması muhtemel olayları önceden kestirme gayretleri olarak tarif edilmektedir [1].

Fen bilimlerinin uygulamaya yansımaları şeklinde kendini gösteren teknoloji, temelini bilimden almakta ve bilimsel çalışmalarla üretilen bilgileri kullanmaktadır. Bu süreç sonunda ortaya çıkan ürünler, bilimin gelişmesinde etkili olmaktadır. Bilim ile teknoloji birbirini döngü halinde takip etmektedir. Ülkeler, bilim ve teknoloji yarışında kıyasıya rekabet halindedirler ve bu yarışta geri kalmamak için, eğitim ve öğretim faaliyetlerine yatırım yapmaktadırlar [2], [3]. Bu faaliyetler arasında yer alan laboratuvar çalışmaları genellikle soyut konu ve kavramları içeren fen bilimlerinde somut materyallerle çalışmayı sağlamakta, öğrenci motivasyonunu artırmakta, kavramların zihinde daha doğru bir şekilde yapılanmasına olanak vermektedir [57], [62], [67].

Fen öğretiminde laboratuvar çalışmalarına yer verilmesi 1850'li yılların ikinci yarısından sonra bilim çevrelerince tartışılmaya başlamıştır. Bu yıllarda, fen derslerinde laboratuvar uygulamalarına yer verilmesinin zaman kaybı olacağı düşünülmüştür. Sonraki dönemlerde, öğrencilerin bağımsız çalışmalarına fırsat vermesi, problem çözme becerilerini geliştirmesi, bilimsel çalışmaların doğasını anlamaya yardımcı olması, bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine olanak sağlaması gibi yararları fark edilince, laboratuvar çalışmaları fen derslerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu dönemlerde, laboratuvarı merkeze alan fen müfredatları geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Ancak bu yıllarda geliştirilen fen müfredatları laboratuvar merkezli olmasına rağmen, istenen verim elde edilememiştir. Çünkü deneyler genellikle gösteri veya ispatlama yaklaşımları doğrultusunda gerçekleştirildiği için laboratuvar çalışmalarından istenen düzeyde yararlanılamamıştır [4], [62]. Ayrıca, hazırlanan bu müfredatlar öğrencileri değişen dünyaya ayak uydurmayı sağlayacak deneyimler sunmadığı gibi, konular ile günlük yaşam arasında da ilişki kurulmamıştır.

Sonraki yıllarda, laboratuvarın yeri ve öneminde de değişimler meydana gelmiştir. Önceleri bilimsel bilgilerin ispatlandığı veya gösteri deneylerinin yapıldığı yer olarak görülen laboratuvarlar, bireysel ve küçük gruplarla çalışmayı sağlayan ve bilginin keşfedilerek öğrenilmesine imkan tanıyan yerler haline gelmiştir [6]. Günümüzde, laboratuvar çalışmalarının önemi bilinmekte ve gerekliliği kabul edilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar, laboratuvarın yararlı mı yoksa zararlı mı olduğu üzerinde değil, nasıl yürütülmesi gerektiği üzerinde yoğunlaşmaktadır [56], [57]. Ancak, laboratuvarlarda kullanılan geleneksel deney araçları öğrencileri sınırlandırmaktadır. Çünkü, bu araçlarla yapılan deneyler öğrencilere sınırlı deneme imkanı sağlamaktadır. Bu durum, öğrencilerin araştırıcı ve sorgulayıcı bir anlayışla deneyler yapmasını engellemektedir [48].

1.2. Araştırmanın Problemi

Laboratuvar çalışmalarının teorik olarak öneminin bilinmesine rağmen bu yönetime uygulamada yeteri kadar yer verilmediği, yer verilse de uygulamaların ispatlama deneyi şeklinde ve geleneksel araçlarla yürütüldüğü, bu nedenle öğrencilerin sınırlandırıldığı ifade edilmektedir [63], [44], [48], [58], [59],[60], [56], [61], [68], [69]. Uluslar arası düzeyde fen ve matematik derslerinde öğrenci başarısını ölçmek amacıyla, Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 38 ülkenin katılımıyla Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) ve Third International Mathematics and Science Study TIMSS-Repeat (TIMSS-R) araştırmaları yürütülmüştür. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen uygulamaların birinde fen derslerinde laboratuvar kullanımına yönelik öğretmen ve öğrencilerden veriler toplanmış ve ülkeler arasında sıralama yapılmıştır. Değerlendirme sonunda fen derslerinde laboratuvar etkinliklerine yer verilmesi bakımından ülkemizin son sıralarda olduğu ortaya çıkmıştır [64]. Ayrıca, 2003 yılı Mayıs ayında, 40 ülkenin katılımıyla gerçekleştirilen Program for International Student Assessment (PISA-2003) projesinde, fen bilimleri başarısı açısından ülkemiz 35. sırada yer almıştır. Öğrencilerin okulda öğrendikleri fen konularını günlük yaşamda kullanabilme düzeyini de ortaya koymayı amaçlayan bu projede, laboratuvar faaliyetlerinin etkili bir şekilde yürütülemediği veya laboratuvara gerekli ilginin gösterilmediği ortaya çıkarılmıştır [65].

Laboratuvar çalışmalarında amaç, öğrencilere verilen bir yönerge doğrultusunda bilimsel bilgileri ispatlatmak değil, onların araştırmalar yaparak, hipotez kurarak ve kurduğu hipotezi yaptığı deneylerle test ederek bilimsel bilgiye ulaşmasını sağlamak

olmalıdır [5]. Ancak fen laboratuvarlarında kullanılan geleneksel deney araçları ve çalışma biçimleri öğrencinin sadece sınırlı sayıda deneme yapmasına fırsat vermektedir. Örneğin, geleneksel araçlarla hız ölçümü yapmak için, telem şeridi ve tık makinesi kullanılmaktadır. Bu sistemde, hareket yapıldıktan sonra telem şeridi üzerindeki noktalar sayılarak hız, “tık/zaman birimi” biçiminde ifade edilir. Bu hem çok zaman alan, hem de öğrenciler tarafından sıkıcı olarak ifade edilen bir süreçtir. Deney için ayrılan sürede sadece bir bağımsız değişkeni deneme fırsatı elde edilebilmektedir. Deney süresi sonunda, diğer değişkenleri denemeye zaman kalmadığı için, öğrencilerin hipotezlerini test etme ve olayları keşfetme imkanları ortadan kalkmaktadır.[48]

Geleneksel deney araçları ile yürütülen deneylerde, ölçümler ve hesaplamalar yapıldıktan sonra sınırlı sayıda grafik çizilebilmektedir. Oysaki araştırmacı bir anlayışla deneylerin yürütülmesi için, kurulan hipotezlerin denenmesi ve hipotez doğrulanıncaya kadar deney yapılması gerekmektedir. Ancak, geleneksel araçlarla yapılan deneylerde, grafik çizme işlemi çok zaman aldığı için, deneyler etkili bir şekilde yürütülmemektedir. Ayrıca geleneksel deney ölçüm araçları hassas ölçüm yapmaya imkan tanımadığı gibi bu araçlarla her fiziksel niceliğin ölçümü de yapılamamaktadır. Örneğin, hız, ivme veya elektrik enerjisi gibi fiziksel nicelikler ancak bir kısım ölçümlerden sonra yapılan hesaplamalarla ortaya çıkarılabilir. Bu durum, deneylerde zaman kaybına neden olmaktadır [36], [66].

Müfredat içeriğinde değişiklik yapmadan, kısa sürede hassas verilerin alınmasını sağlayacak deney araçları kullanılarak bu sorunun üstesinden gelmek mümkündür. Bu amaçla, bilgisayar destekli deney araçlarından biri olan Data Logger kullanılmaktadır [48], [49], [66]. Data Logger deney ortamından aldığı veriyi hızlı bir şekilde bilgisayarda yorumlayarak kullanıcıya sunan dijital bir deney aracıdır.

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, Data Logger ile yapılan deneylerin, geleneksel deney araçları ile yapılan deneylere göre fen bilgisi öğretmen adaylarının başarısı üzerindeki etkisini araştırmak ve bu öğrencilerin Data Logger ile yapılan deneyler hakkındaki görüşlerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

1.4. Araştırmanın Hipotezleri

Bilgisayar destekli dijital deney araçları ile deney yapan öğrenciler, geleneksel araçlar ile deney yapan öğrencilere göre daha başarılı olmaktadır.

1.5. Araştırmanın Önemi

Dünyada, fen laboratuvarlarında Data Logger' ın kullanılmaya başlandığı ve uygulamaların son derece etkili sonuçlar verdiği, bu konuda yapılan çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır [43], [44], [45], [46], [47], [48]. Ülkemizde ise henüz bu doğrultuda bir çalışma yapılmamıştır. Data Logger ile yapılan deneylerin çok kısa sürede tamamlanması, öğrencilerin araştırmacı bir anlayışla deneyler yapmasına imkan sağlamaktadır. Bu nedenle, fen laboratuvarlarında ispatlama yaklaşımının kullanıldığı ülkemizde, yeni yaklaşımların kullanılmasına geçişi sağlamak açısından, Data Logger fayda sağlayacaktır. Ayrıca, bu çalışma, ülkemizde, üniversite öğrencilerinin bu tür bilgisayar destekli dijital deney araçları ile yapılan deneylere bakış açılarını yansıtması bakımından, sonraki çalışmaların planlanması aşamasında da faydalı olacaktır.

Bilindiği gibi 1996 yılından başlamak üzere YÖK tarafından ülkemizde ihtiyaç duyulan nitelikli öğretmenlerin yetiştirilmesi amacıyla *YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi* başlatılmıştır. Proje kapsamında, 1997 yılında eğitim fakültelerine dijital ve bilgisayar destekli deney araçları gönderilmiştir [71]. Bu çalışma, gönderilen araçlardan birinin kullanılması sonrasında ortaya çıkan durumun rapor edilmesi bakımından da önem taşımaktadır.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

Öğrencilerin başarılarını tespit etmek amacıyla hazırlanan 22 sorudan oluşan testin bu amaca hizmet ettiği, 4 öğrenci grubunda toplam 20 öğrenci ile yürütülen mülakatta, öğrencilerin mülakat sorularına samimi ve güvenilir cevaplar verdiği ve 5 ders saati gözlemin bilgisayar destekli deney araçlarının kullanımı hakkında fikir sahibi olmak için yeterli olduğu varsayılmıştır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma, 2004-2005 yılı bahar yarıyılında, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı birinci sınıfta öğrenim gören ve Fizik-2 dersini zorunlu olarak alan 100 öğrenci ile sınırlıdır.

Aşağıdaki bölümde, araştırmanın teorik temelleri ele alınacaktır. Bu bağlamda, fen laboratuvarlarında bilgisayar destekli dijital deney araçlarının kullanımı, laboratuvar yaklaşımları ve bütünleştirici öğrenme kuramı tartışılacaktır.

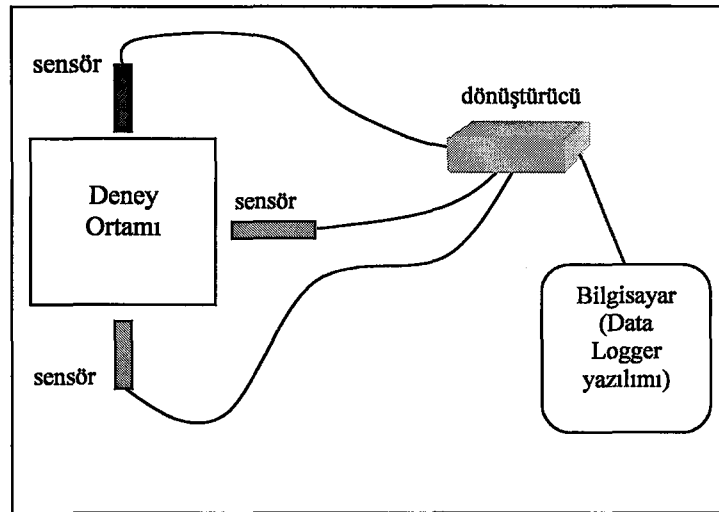
1.8. Fen Laboratuvarlarında Bilgisayar Destekli Dijital Deney Araçlarının Kullanımı

IT (Information Technologies) veriyi alan, yorumlayan, tablo, formül, resim ve grafik gibi farklı formatlarda sunan, depolayan ve iletimini sağlayan sistemdir. Data-Logger, spreadsheets, veri tabanları ve simülasyonlar öğretimde kullanılan IT araçlarıdır [66], [35]. Data Logger, bilgisayar destekli dijital bir deney aracıdır. Hız, zaman, yol, ses frekansı, nem, sıcaklık, basınç, oksijen seviyesi, ışık miktarı gibi fiziksel nicelikleri hızlı ve hassas bir şekilde ölçebilmektedir. Data Logger sensörleri aracılığıyla sıcaklıktaki çok küçük değişimleri ölçer, insan kulağı ile duyulamayacak sesleri algılar, serbest düşmeye bırakılan bir cismin 1/100 zaman aralığındaki hızını ölçebilir. Bunlara ilave olarak, uzun bir zaman diliminde meydana gelen olayları da kaydederek, bu olayların analiz edilmesini de sağlar. Örneğin bir sınıfın sıcaklığının 24 saat boyunca nasıl değiştiği, Data Logger ile ölçülerek bilgisayara kaydedilip, daha sonra incelenebilir. Katı, sıvı ve gaz ortamlarda ses hızının ölçülmesi, yerçekimi ivmesinin ölçülmesi, kuvvet ile ivme arasındaki ilişkinin eşleşmeli bir şekilde sunulması, hareket halinde olan bir cismin herhangi bir andaki hız ve ivmesinin ölçülmesi, güneş ile dünya arasındaki uzaklığın değişmesi durumunda, dünya üzerine düşen ışık miktarındaki değişimin ölçülmesi gibi geleneksel deney araçlarıyla gerçekleştirilmesi imkansız veya zaman alan ölçümler kısa sürede ve kolayca yapılabilmektedir. Deneylerde elde edilen yüzlerce veri, tablolar halinde bilgisayar ekranında gösterildiği gibi, bu verilerin grafiği de anında çizilebilmektedir.

Data Logger'ın deney ortamlarında kullanılmasının öğrencilere sağladığı avantajları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Data Logger ile çok küçük fiziksel değişimler bile büyük bir hassaslıkla ölçülebilir.
- Bir veya birkaç değişkene ait ölçümler yapılarak bilgisayara kaydedilebilir.
- Birkaç değişkene ait olan değerler, aynı grafik üzerinde gösterilebilir. Böylece, değişkenler arasındaki ilişki rahatlıkla incelenebilir.
- Verilerin alınması ve grafik çizilmesi eş zamanlı olarak çok kısa sürede gerçekleşir. Bu nedenle, deneyler farklı ortamlarda veya başka değişkenler ile defalarca tekrarlanabilir [31], [48], [36], [39], [41], [42].

Data Logger temel olarak üç bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler ve Data Logger'ın deney ortamındaki bir resmi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Data Logger'ın temel bileşenleri

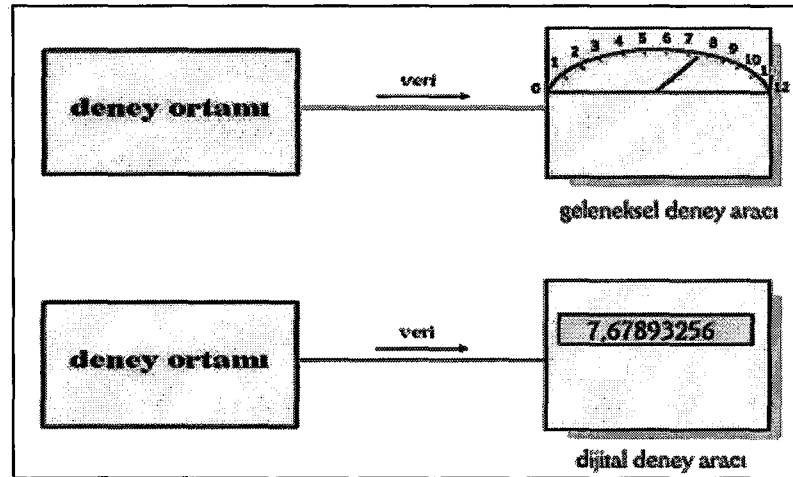
Sensörler, deney ortamından aldıkları verileri dönüştürücüye iletmektedirler. *Dönüştürücü*, sensörler ile bilgisayar yazılımı arasındaki iletişimi sağlar. Gerçek ortamdan alınan veriler, dönüştürücü aracılığıyla sanal ortama aktarılır. *Bilgisayar yazılımı* ise, verileri tablo, grafik, diyagram vb. gibi grafik araçlar şeklinde kullanıcıya sunar [37], [38].

1.9. Geleneksel Deney Araçları ile Bilgisayar Destekli Dijital Deney Araçları Arasındaki Farklar

Dijital (digital) kelimesi, fiziksel verilerinin bir ekran üzerinde elektronik olarak gösterilmesi anlamında kullanılmaktadır [50]. Bu sistemde, her türlü veri ikili kod sistemine (sıfır ve bir) çevrilerek hızlı bir şekilde, tablo, grafik, şekil veya diyagramlar şeklinde kullanıcıya sunulmaktadır. İkili kod sistemine çevrilen verilerin iletilmesi de son derece kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir [51]. Dijital deney araçları, gerçek ortamdan aldıkları verileri, dijital kod sistemine çevirerek ekranda göstermektedir. Dijital sistemlerde verinin üretilmesi, saklanması ve işlenmesi iki durumda gerçekleşir. Pozitif (var) veya negatif (yok). Pozitif durum 1 sayısı ile ifade edilirken negatif durum 0 sayısı ile ifade edilir. Böylece veriler 0 ve 1'lerden oluşan diziler halinde saklanır veya iletilir. 0 ve 1 olarak isimlendirilen bu rakamlara bit, bu rakamlardan oluşan dizilere de byte adı verilmektedir [53], [54].

Geleneksel deney araçlarında ise deney ortamından elde edilen veriler bir kadran ve bu kadran üzerinde hareket eden bir ibre aracılığıyla gösterilir [52]. Geleneksel deney araçları mekaniksel işlerliğe sahiptir ve kullanıcıdan kaynaklanan ölçme hataları olması muhtemeldir. Bu araçlarda ibrenin gösterdiği değer, farklı açılardan bakan kullanıcılar için farklı olabilmektedir. Bu nedenle, geleneksel deney araçları ile yapılan ölçümlerde, deney yapanın yeteneği, ölçme aracının gösterdiği değeri okurken kullandığı bakış açısı, ölçüm sayısı ve ölçme aracının niteliği gibi faktörler ölçüm sonuçlarını tartışmalı hale getirmektedir. Ayrıca, geleneksel deney araçlarının çok yer kapladığı, okuma güçlükleri ve hatalarına sebep olduğu da bilinmektedir [55].

Şekil 2'de, dijital deney aracı ile geleneksel deney aracının laboratuvar ortamındaki işlevleri gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, geleneksel deney aracı ile deney ortamından alınan veriler bir kadran üzerinde gösterilirken, dijital deney aracında yorumdan bağımsız bir şekilde kullanıcıya sunulmaktadır.



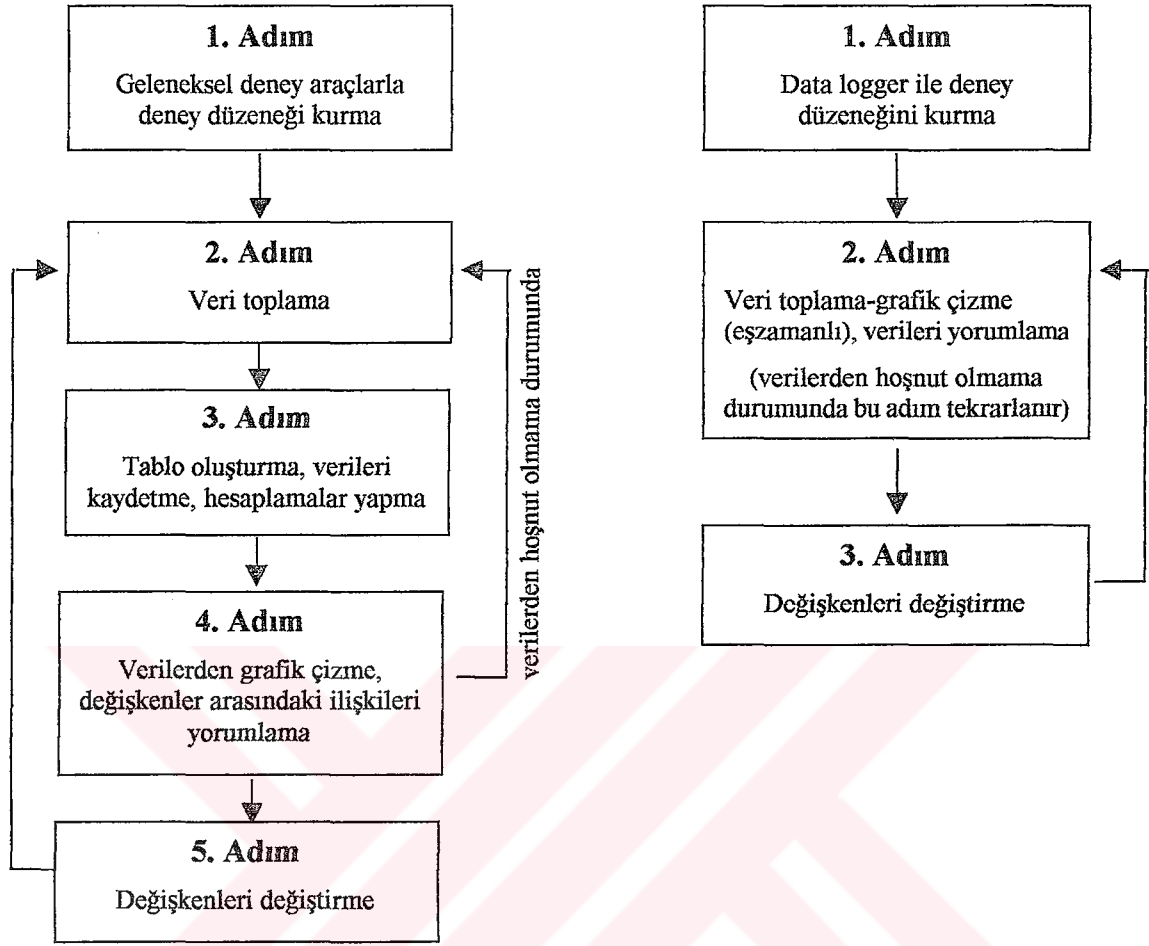
Şekil 2. Dijital deney aracı ile geleneksel deney aracının laboratuvar ortamındaki işlevleri

Şekil 3'te geleneksel araçlar kullanılarak yapılan deneyler ile Data Logger kullanılarak gerçekleştirilen deneylerdeki işlem basamakları sunulmuştur. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan deneylerde, grafik çizme en son aşamadır ve çoğu zaman öğrenciler grafikleri deney için ayrılan süre içinde çizememektedirler [36]. Data Logger ve benzeri araçlarla yapılan fizik deneylerinde, grafik çizme son aşama değildir. Çünkü veri toplama ve grafik çizme işlemleri çok kısa süre içinde gerçekleştiği için, veriler yorumlanır ve eğer istenirse değişkenler değiştirilerek deney tekrarlanır veya veriler tatmin edici değilse aynı değişkenlerle deney yeniden yapılır [44].

Laboratuvarlarda kullanılan geleneksel deney araçları ve bilgisayar destekli dijital deney araçları etraflıca tartışıldıktan sonra, bundan sonraki bölümde laboratuvar yaklaşımları kısaca tanıtılmaktadır. Ayrıca son yıllarda adından sıkça söz ettiren bütünleştirici laboratuvar yaklaşımı ve bütünleştirici öğrenme kuramı da etraflıca ele alınıp incelenecektir.

1.10. Laboratuvar Yaklaşımları

Fen laboratuvarlarında çeşitli yaklaşımlar kullanılmaktadır [5], [10], [8], [14]. Bu yaklaşımlar ve genel özellikleri aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 3. Aynı yaklaşımın kullanıldığı laboratuarda, geleneksel deney araçları ve Data Logger ile yapılan deneylerin işlem basamakları

1.10.1. İspatlama (Tümdengelim) Laboratuvar Yaklaşımı

Bu yaklaşımda , kavram, ilke, teori veya kanunlar önce çeşitli yöntem ve teknikler kullanılarak öğretilir. Ardından, deneyin amacı, elde edilecek sonuç ve işlem basamakları öğrenciye verilir ve bu doğrultuda uygulama yaptırılır. Kullanımı kolaydır ancak uygulamada etkili sonuçlar elde edilememektedir. Ülkemizde öğretmenler tarafından en çok kullanılan laboratuvar yaklaşımıdır [11].

1.10.2. Tümevarım Laboratuvar Yaklaşımı

Bu yaklaşımda, önce konuyla ilgili bir deney yaptırılır. Bu deneyde, öğrencilere amaç ve araç gereç verilir; işlem basamakları ve ne bulacakları verilmez. Deney yapıldıktan ve

sonuç elde edildikten sonra, derste kullanılan çeşitli yöntem ve tekniklerle öğretim yapılır. Tümevarım Laboratuvar Yaklaşımı, İspatlama Laboratuvar yaklaşımının tersi şeklinde yürütülmektedir [5].

1.10.3. Bilimsel Süreç Becerileri Yaklaşımı

Bilim adamının çalışırken ve bilgiyi üretirken kullandıkları beceri ve düşünme süreçleri bilimsel süreçler olarak adlandırılır [7]. Bu laboratuvar yaklaşımında, amaç öğrencilere fennin doğasını, araştırma yöntemini ve olayları ele alış biçimini kavratmaktır. Deneyler, öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kazandırmaya yönelik olarak düzenlenir. Bilimsel süreç becerileri yaklaşımı doğrudan kullanılmak yerine diğer yaklaşımları desteklemek amacıyla kullanılır. Böylece öğrenciler, diğer laboratuvar yaklaşımlarını daha etkili kullanabilirler [5], [8].

1.10.4. Teknik Beceriler Geliştirme Yaklaşımı

Laboratuarda deneylerin etkili bir şekilde yapılabilmesi için, öğrencilerde bir takım el becerilerinin gelişmiş olması gerekmektedir. Cetvel ile uzunluk ölçebilme, mikrometre, sürgülü kumpas gibi hassas uzunluk ölçümü yapabilen araçları kullanabilme, kronometreyi kullanarak zaman ölçümü yapabilme, terazi ile kütle ölçümü yapabilme, dinamometre ile kuvvet ölçebilme, elektrik devrelerinde akım ve gerilimi ölçebilme, mikroskop kullanabilme gibi temel ölçme işlemlerini yapabilmek, başarılı laboratuvar deneyleri gerçekleştirmek için önemlidir. Bilimsel süreç becerileri yaklaşımında olduğu gibi, bu yaklaşım da doğrudan kullanılmak yerine diğer yaklaşımları desteklemek amacıyla kullanılır [5], [8].

1.10.5. Buluş Esasına Dayalı Laboratuvar Yaklaşımı

Bir sonraki bölümde ele alınan keşfedici laboratuvar yaklaşımı ile tümevarım laboratuvar yaklaşımı arasında bir yaklaşımdır. Deneyler öğrenciler tarafından yapılır. Ancak öğretmen bu süreçte öğrencileri yönlendirir. Öğrencilere verilen bir problem, öğretmenin yardımı ve yönlendirmesi ile deney yapılarak çözümlenmeye çalışılır. Öğretmen, öğrencilerin yanılgıya düştükleri, yanlış anladıkları veya zorlandıkları yerde

onlara yönlendirici sorularla destek sağlar. Deney sonunda ne bulunacağını öğrenci tarafından bilinmemesine dikkat edilmelidir. Süreç sonunda öğrencilerin değişkenler arasındaki ilişkileri bulması sağlanmalıdır. Süreç öğretmene bağlı olduğu için, öğrenciler buldukları sonucun öğretmen tarafından onaylanmasını beklerler.

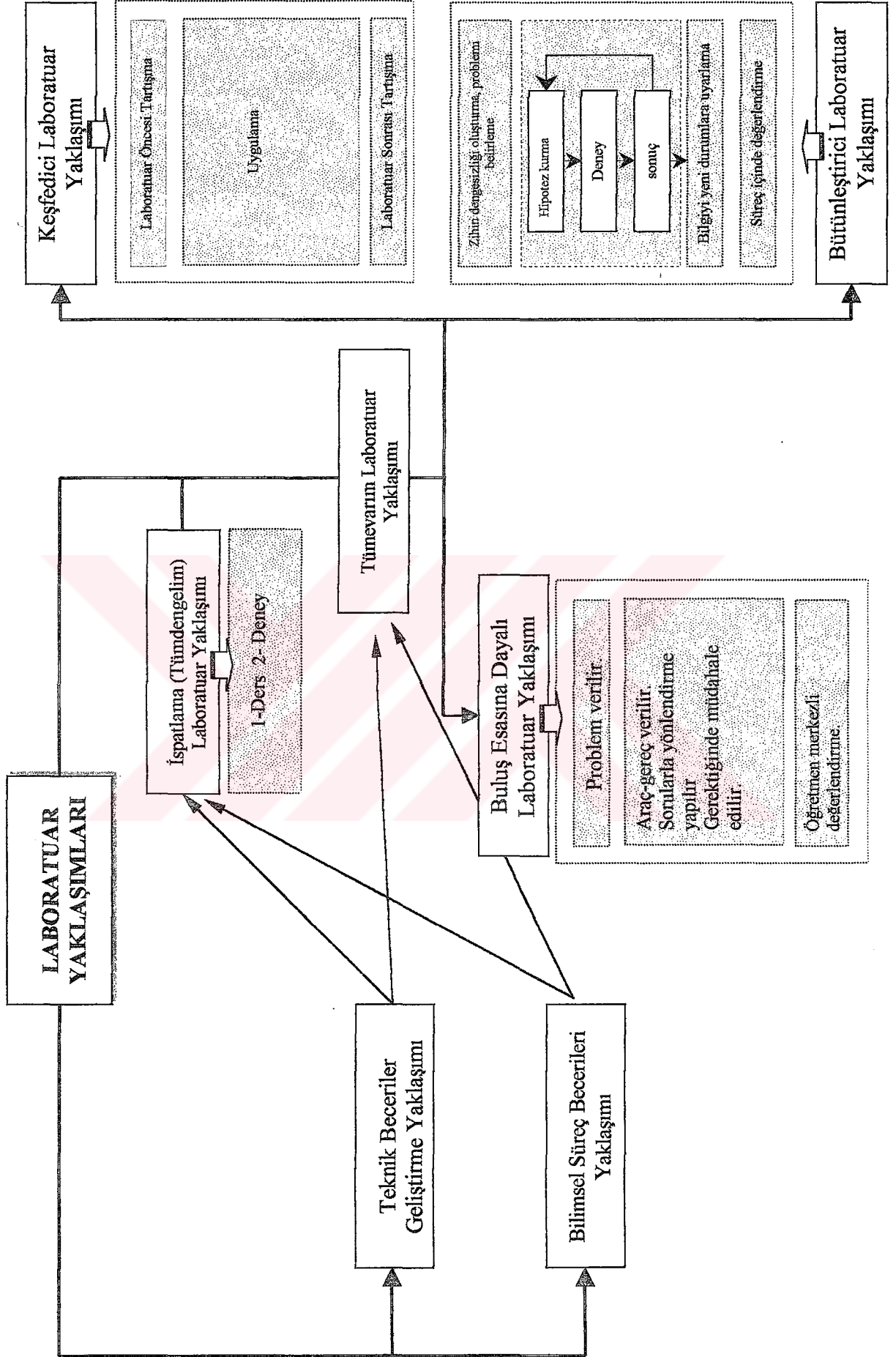
1.10.6. Keşfedici Laboratuvar Yaklaşımı

Bu yaklaşımda, öğrencilere kendi kurdukları hipotezleri test etmeleri için ortam oluşturularak, deneyler yapmaları ve ilke, teori veya kanuna bu süreç sonunda ulaşmaları sağlanır. Deneyden elde edilecek sonuçlar ve işlem basamakları öğrenciye verilmez. Ancak öğrenciler uygulama sırasında doğru sonuca ulaşmaları için yönlendirilirler. Öğrencilerden üretken olmaları, belirledikleri probleme kendilerinin çözüm üretmeleri beklenir [5], [12], [13].

1.10.7. Bütünleştirici Laboratuvar Yaklaşımı

Keşfedici laboratuvar yaklaşımında olduğu gibi, öğrenciler kendi buldukları problemler için kurdukları hipotezleri test ederler ve bu yolla bilgiye ulaşırlar. Hipotezler öğrencilerin zihinlerindeki eski bilgilerinden hoşnut olmamasından ötürü, yerine yenilerini getirmeyi amaçlamasıyla kurulur. Yani ön bilgilerin doğruluğu sorgulanır ve problemler bu sorgulama sonunda ortaya çıkartılır [9].

Şekil 4'te, laboratuvarde kullanılan yaklaşımlar, özellikleri ve birbirleri ile ilişkileri görülmektedir. Burada da görüldüğü gibi, laboratuvar yaklaşımları temel olarak ispatlama ve tümevarım laboratuvar yaklaşımları şeklinde ikiye ayrılabilir. Bilimsel süreç becerileri yaklaşımı ile teknik beceriler geliştirme yaklaşımı diğer yaklaşımları destekleyici özelliğe sahiptir. İspatlama ve tümevarım laboratuvar yaklaşımları işleyiş olarak birbirlerinin tersi şeklindedirler. Tümevarım laboratuvar yaklaşımı kendi içinde, bütünleştirici, buluş esasına dayalı ve keşfedici şeklinde üçe ayrılabilir. Bütünleştirici laboratuvar yaklaşımında, keşfedici laboratuvar yaklaşımından farklı olarak, ön bilgiler doğrultusunda oluşturulan problemlere deneyler ile çözüm aranır. Buluş esasına dayalı laboratuvar yaklaşımı, keşfedici ve bütünleştirici laboratuvar yaklaşımı arasında bir laboratuvar yaklaşımıdır. Bu süreçte, öğretmen diğer tümevarım yaklaşımlarından farklı olarak yönlendirici bir rol üstlenmektedir.



Şekil 4. Laboratuar Yaklaşımları, genel özellikleri ve aralarındaki ilişkiler

Bütünleştirici Laboratuvar yaklaşımı, Bütünleştirici Öğrenme Kuramı'nın laboratuvarda uygulanması şeklinde de ifade edilmektedir. Son zamanlarda, laboratuvar etkinlikleri bütünleştirici öğrenme kuramına dayandırılarak geliştirilmekte ve uygulanmaktadır [57]. Bu çalışmada yürütülen deneyler bütünleştirici laboratuvar yaklaşımı doğrultusunda yapıldığı için aşağıdaki bölümde, bütünleştirici öğrenme kuramı etrafıca tartışılmıştır.

1.10.7.1. Bütünleştirici Öğrenme Kuramı

Literatürde, constructivist approach veya generative learning olarak kullanılan, bütünleştirici öğrenme kuramı, ülkemizde, bütünleştirici, inşacı, yapısalcı, oluşturmacı gibi isimlerle kullanılmaktadır.

Öğrenmeyi etki-tepki ilişkisi şeklinde açıklayan davranışçı kuramın aksine, bireyin zihninde cereyan eden bir süreç olarak ifade etmektedir. Kurama göre birey, karşılaştığı yeni durumlara veya duyu organları ile etrafından aldığı uyarımlara, mevcut bilişsel yapısını kullanarak anlam verir. Yeni bilgiler bu bilgi birikiminin üzerine inşa edilir [1] , [8]. Bütünleştiricilikte *zihin*, bilginin depolandığı yer değil, önceden öğrenilen bilgilere dayanılarak yeni bilgilere anlam yüklenen yerdir [15] , [23]. Yani zihin dışarıdan gelen bilgileri tüketen rolünde değildir. Aktiftir, bilgileri alan, yorumlayan ve yapılandıran rolündedir [20]. Bu yapılanma aşağıda ifade edildiği biçimde meydana gelmektedir [21], [22]:

Yeni bilgi zihindeki yapı ile örtüşüyorsa kabul edilir. Eğer bilgi, zihin örüntüsü ile uyuşmuyorsa, zihin dengesizliği oluşur ve denge durumuna gelmek için aşağıdaki durumlardan biri gerçekleşir.

- 1- Bilgi, zihindeki yapıya ters düşmesine rağmen yerleştirilir.
- 2- Bilgi olduğu gibi yerleştirilmeyip, zihindeki yapıya uygun bir şekilde değiştirilerek yerleştirilir.
- 3- Zihindeki yapı bilgiyi yerleştirecek biçimde düzenlenir ve bu düzenlenmenin ardından yerleştirme gerçekleşir.

Bütünleştirici kurama göre *bilgi* ise, bireyin dışında yani nesnel değil; bireyin bilgi birikimine, gözlem ve deneyimlerine göre şekillendirilir, yani öznel [16]. Öğrenciler formal öğrenme ortamına gelmeden önce, aile, sosyal çevre, iletişim araçları gibi kaynaklardan çeşitli bilgi ve deneyimler edinirler. Yapılan zor sınavları başarıyla geçen öğrencilerde bile, bu deneyimlerden kaynaklanan yanlış bilgiler bulunmaktadır. Ayrıca, bu

bilgilerin değişime son derece dirençli olduğu ve öğrenme üzerinde etkili olduğu da bilinmektedir. Bu nedenle öğrenme ortamına gelmeden edinilen *ön bilgilerin* açığa çıkarılması gerekmektedir [20]. Öğrencilerin konu veya kavram hakkındaki ön bilgileri; test ve mülakat gibi ölçme araçları kullanılarak veya bir olay üzerinde grup tartışması yaptırılarak ortaya çıkarılabilir [26].

Bütünleştirici Öğrenme Kuramı, öğrenmeyi açıklarken kendi içinde de farklılıklar göstermektedir. Bunlardan en çok ön plana çıkanlar bilişsel oluşturmacılık ile sosyal oluşturmacılıktır. Bilişsel oluşturmacılık, bilginin oluşturulmasında Piaget' in teorisini; sosyal oluşturmacılık ise, Vygotsky' nin öğrenmeyi açıklamak için kullandığı görüşleri temel alır [17]. Ancak son yıllarda, bütünleştiriciliğin öğretimdeki uygulamalarında bu yorumların birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bu görüşe göre, bilgi ön bilgiler doğrultusunda, birey tarafından zihinde oluşturulur ve bu süreçte bireyin içinde bulunduğu sosyal çevre de etkin rol oynamaktadır [16] , [17].

Bütünleştirici öğrenme kuramına uygun olarak gerçekleştirilen öğretimde öğrenci aktiftir. Ayrıca, öğrenci bir bilim adamı gibi çalışarak, bilimsel süreç becerilerini de etkili bir şekilde kullanır. Bu bağlamda öğrenciler, bir problem hakkında kalıplaşmış bilgileri kullanarak sonuca gitmek yerine, kendi çözüm önerilerini deneyerek, araştırma yaparak ve bulunduğu bütün sonuçları yorumlayarak bilgiye ulaşırlar [18]. Kavramsal ve araştırmaya dayalı öğretim, bu kuramın kullanıldığı sınıflarda ön planda tutulmaktadır [26].

İşman [19], bütünleştirici öğrenme kuramında öğretmenin rollerini şöyle sıralamıştır:

- Öğrencileri bağımsız ve bilinçli rol almaya yönlendirir.
- Öğrenci farklılıklarının bilincindedir.
- Güncel kaynakları ve gelişmeleri bilir ve öğrencileri bu doğrultuda yönlendirir.
- Öğrencilere, bilgi, beceri ve yeteneklerini sergileyebilecekleri ortamlar sunar ve onları işbirliği yapmaya teşvik eder.
- Özellikle fen dersleri, konular birbirinin devamı niteliğinde olduğu için, ön bilgilerin belirlenmesi ve yeni bilgilerin var olanlar üzerine inşa edilmesi, bilginin zihinde etkili ve doğru bir şekilde yapılanması açısından son derece önemlidir. Bu nedenle öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini ortaya çıkarması gerektiğini bilir ve bu doğrultuda çaba sarf eder.
- Sınıfta otorite değil, organizatör rolündedir. Öğrencilere, ders içinde düşünmeye ve araştırmaya sevk edici açık uçlu sorular sorar.

- Öğrencilerde sorumluluk bilincinin gelişmesi için onları problem durumundan haberdar eder ve yapılan yönlendirmelerle geliştirilen çözüm önerisinin sunumunu yapmaya teşvik eder.
- Öğrencilerde kendine güven bilincini kazandırmak için, grup tartışması organize eder, sonuçların ortaya konulması ve gerektiğinde savunulması yönünde telkinlerde bulunur.
- Özellikle fen derslerinde, konuların birbiri ve diğer derslerle olan ilişkilerinin farkına varılmasını sağlamak için, disiplinler arası ilişki kurulması amacıyla yönlendirmeler yapar.

Bütünleştirici öğrenme kuramına göre ders işleyecek olan bir öğretmen derse öğrencilerin ilgisini çekecek, problem durumunu yansıtan, günlük yaşamla ve hatta öğrencilerin kendi yaş seviyelerine göre çok değer verdiği bir durum, karakter veya olay kullanarak başlayabilir [25].

Bütünleştirici öğrenme kuramına göre ölçme ve değerlendirmede, sonuç yerine sürecin değerlendirilmesi ön planda tutulmaktadır. Kurama göre, ölçme ve değerlendirme, öğretimin sonunda gerçekleştirilen bir aktivite değil, öğretimin bir parçasıdır. Bu süreçte öğrenciler pek çok bilgi ve beceri kazanabilir ve eksikliklerini giderebilirler.

Bu kurama uygun olarak yapılan ölçme-değerlendirme çalışmalarında, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, eşleştirmeli veya açık uçlu sorulardan oluşan testler gibi klasik ölçme araçlarının yanı sıra, alternatif ölçme araçları da kullanılmalıdır. Öğrencilerin performanslarını süreç içinde ölçmeyi amaçlayan bu araçlardan başlıcaları; gözlem formları, deney veya etkinlik raporları, görüşme kayıtları, proje değerlendirme formları, kavram haritaları, bulmacalar, tutum ölçekleri, öğrenci seçki dosyaları (portfolio), yapılandırılmış gridler olarak sıralanabilir [16], [26], [27]

Özellikle grup çalışmalarında, gözlem formları ile öğrencilerin grup arkadaşlarını veya kendilerini değerlendirmesi sağlanır. Proje değerlendirme formları ile öğrencilerin yaptıkları çalışmada ortaya koydukları ürün ve ürünü geliştirme süreci değerlendirilir. Ayrıca öğrenci seçki dosyaları (portfolio) kullanılarak deney, proje gibi faaliyetlerde gözlemlenen öğrenci davranışları kayıt altına alınır. Bir süreç veya ünite boyunca öğrencilerin yaptığı bütün faaliyetlerde gösterdikleri performans bu dosyada toplanır. Böylece, öğrencilerin gösterdikleri gelişim süreci incelenir. Bunların yanı sıra, görüşme kayıtları ile öğrencilerin neyi nasıl öğrendikleri irdelenebilir. [23], [24], [30].

Bütünleştiriciliğin fen laboratuvarlarında kullanılması, bütünleştirici laboratuvar kuramını doğurmuştur. Bu kuram fen laboratuvarlarında çeşitli modeller eşliğinde kullanılmaktadır. Bu modeller aşağıda ele alınmıştır.

1.10.7.2. Bütünleştirici Laboratuvar Yaklaşımına Uygun Modeller

Bütünleştirici öğrenme kuramının fen öğretiminde kullanımına yönelik literatürde pek çok çalışma yer almaktadır. Bu yaklaşımın laboratuvarlarda kullanılmasının ardından, laboratuvar uygulamalarında da bir takım değişiklikler meydana gelmiştir. Bu yaklaşıma dayalı olarak yapılan deneylerde, öğretmen ve kılavuz materyal etkisi asgariye indirilmiş ve öğrencinin tamamen kendisinin karar verici ve uygulayıcı olduğu bir süreç öngörülmüştür [29].

Merrill [28] bütünleştirici öğrenme kuramına uygun olarak düzenlenen deneylerde, aşağıda belirtilen özelliklerin bulunması gerektiğini belirtmiştir:

- Giriş aşamasında, öğrencilerin bireysel veya gruplar halinde yapabilecekleri deney veya etkinlikler kolay yapılabilir olmalıdır

- Giriş aşamasında kullanılan deney veya etkinlikler problem durumunu yansıtacak biçimde tasarlanmalıdır.

- Giriş aşamasında kullanılan deneylerin veya problem durumlarının mümkün olduğunca günlük yaşamdan seçilmiş olması gerekmektedir. Böylece öğrenci deneyi akademik başarısını yükseltmek yerine, günlük yaşamda karşılaştığı bir problemi çözmek amacıyla yapmış olacaktır.

- Giriş etkinlikleri sonuçları itibariyle sürprizler içermelidir. Böylece öğrenciyi, eksikliklerinin farkında olan ve öğrenmeyi zorunluluk değil istek haline getiren bir durum getirmelidir.

- Deneyler, yerine göre öğrencilerin bağımsız veya birlikte çalışmalarını teşvik edecek biçimde düzenlenmelidirler.

- Öğrencileri kendi başına karar vermeye zorlamalıdır.

- Öğretmeni mutlak bilgi kaynağı olarak değil, bilgi kaynaklarına yönlendirici yani bilgi kaynağı ile problem arasında köprü rolünde görmelidirler.

Literatürde, bütünleştiriciliğin fen laboratuvarlarında kullanımına yönelik olarak kullanılan çeşitli modeller aşağıda sunulmuştur.

1.10.7.2.1. Gösteri, Keşfetme ve Tartışma Modeli

Miller [27], kimya derslerini daha etkili bir şekilde yürütmek amacıyla aldığı bir dizi kursun ardından, özellikle kimya derslerinde laboratuvar faaliyetleri sırasında kullanılabilecek bir model ortaya atmıştır. Model; Gösteri, Keşfetme ve Tartışma (Demonstration, Exploration and Discussion) olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır.

Gösteri aşamasında, öğrencilerin bir gösteri deneyini izlemeleri ve gözlemlerini kaydetmeleri istenir. Bu gözlemleri doğrultusunda, onlara sorular sorularak problem durumu ortaya çıkarılır. Bu aşamada, problemin çözümüne yönelik hipotezler kurulur. *Keşfetme* aşamasında öğrenciler uygun araç ve gereçleri seçerek hipotezlerini test etmeleri gerekmektedir. *Tartışma* aşamasında ise, hipotezlerin sorgulanmasının ardından, grup tartışması yapılarak bir sonuca ulaşılır.

Miller geliştirdiği modele özgü yaptığı deneysel çalışmalarda, öğrencilerin bilim adamı gibi çalıştıklarını yani gözlem yapma, hipotez kurma ve test etme, kendi bilgilerini kurma ve bu bilgileri sunma şeklindeki bir dizi beceriyi etkili bir şekilde kullandıklarını belirtmiştir. Süreç içinde, öğrencilere günlük ödevler verme, bunların düzenli bir şekilde kontrolünü yapma, problem çözme, gösteri deneyleri düzenleme ve grup içi tartışmalar yapma gibi etkinlikler de gerçekleştirilmiştir.

1.10.7.2.2. R-S Modeli

“Rehberli Sorgulama” olarak kısaltılan R-S modeli temel olarak dört aşamalı olarak uygulanmaktadır.

1- *Gösteri Deneyi Aşaması*: Bu aşamada ön bilgilerin açığa çıkartılması amaçlanır. Sorular, görüşmeler veya gösteri deneyleri ile öğrencilere bilgilerinin yetersizliği fark ettirilir. Deneyler ve diğer etkinlikler eksikliği gidermek için yapılır. Problem durumu da bu aşamada ortaya çıkarılır. Öğrencilerin dikkati konuya çekilerek, problemi çözmeleri doğrultusunda hareket etmeleri teşvik edilir.

2- *Rehberli Sorgulama*: Öğrenciler grup içinde, problemi çözmek için tartışmalar yürüterek, öğretmenin rehberliğinde problem için olası çözüm önerileri ortaya atarlar. Hipotezlerini sağlam temellere dayandırmak için, çeşitli kaynaklardan bilgi toplarlar.

3- *Kavram Oluşturma*: Gösteri Deneyi ve Rehberli Sorgulama aşamalarında elde edilen bilgiler ve kurulan hipotezler, tamamen öğrenci tarafından düzenlenen bir deneyle

test edilir. Deneyden elde edilen verilerden bir sonuç ortaya çıkarılır. Öğretmenin soruları ve grup içi tartışmalarla edinilen yeni bilginin yapılanması sağlanır.

4- *Uygulama:* Doğruluğu yapılan deneylerle test edilen bilginin, günlük yaşamda ve özellikle teknolojiye nasıl kullanıldığı, insanlara ne gibi faydalar sağladığı irdelenir. Bu bağlamda, yeni problem durumları oluşturulur, zihinsel dengesizlik meydana getirilir ve yeni durumlarda karşılaşılan problemi çözmek için yeni deneyler veya araştırmalar yapılır [32], [33], [34].

1.10.8. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde, fen laboratuvarlarında bilgisayar destekli dijital deney araçlarının kullanılması ile ilgili yapılan çalışmalar özetlenerek sunulmuştur.

Pearce [43], yaptığı teorik çalışmada, lise ve yüksek öğretim fizik laboratuvarlarında bilgisayar kullanarak hız ölçümü yapmak için üç teknik önermiştir. Bunlardan biri, hassas sensörler aracılığıyla hareket eden bir cismin hızının ölçülmesi ve verilerin bir dönüştürücü ile bilgisayara aktarılmasıdır. Bilgisayara aktarılan veriler, özel tasarlanmış yazılım aracılığıyla resimler, grafikler veya diyagramlarla öğrencilere sunulmaktadır. Pearce, bu tekniğin fizik laboratuvarlarında öğretim amaçlı kullanılmasının öğrenmeyi kolaylaştıracağını ortaya atmıştır.

Rogers ve Wild [44], eğitim teknolojilerinden biri olan Data Logger'ın kullanıldığı deneyler hakkında öğrencilerin görüşlerini almak amacıyla bir çalışma düzenlemişlerdir. Çalışma birincisi pilot ikincisi asıl olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Pilot çalışmada Data Logger'ın öğrenme ortamına katkılarını ortaya koymak amacıyla, 9 ayı aşan bir sürede, öğrencilerle mülakatlar yapılarak ve deney ortamında gözlemler yapılarak tamamlanmıştır. Ayrıca, deneyler yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra da öğrencilere test uygulanmıştır. Çalışmanın asıl bölümü ise, 9 ayrı okulda 18 ayı aşkın bir sürede tamamlanmıştır. Bu bölümde amaç, “deneylerde Data Logger’ ı kullanan öğrencilerin verilerin yorumlanması ve tartışılması aşaması için yeterli zamanı buldukları ancak geleneksel araçlarla yapılan deneylerde bu aşamaya yeteri kadar zaman ayıramadığı” şeklinde oluşturulan hipotezi test etmektir. Bu amaçla, pilot çalışmadan elde edilen sonuçlar da göz önünde bulundurularak, yapılandırılmış bir gözlem çizelgesi oluşturulmuştur. Beş araştırmacı bu formları kullanarak gözlemler yapmışlardır.

Çalışmalar tamamlandıktan sonra aşağıda sıralanan sonuçlar elde edilmiştir. Data Logger ile yapılan deneylerde;

- öğrencilerin gözlem yapma becerilerinin geliştiği,
- yapılan ölçümlerin niteliğinin arttığı,
- verilerin işlenmesinin kolaylaştığı,
- öğrencilerin deneyleri pek çok defa tekrarlayarak olayları keşfetmesinin sağlandığı belirtilmiştir. Ayrıca Data Logger'ın;
- kullanımının kolay olduğu,
- öğrencilerin veri alma sürelerini en aza indirerek, kritik düşünme yeteneklerinin gelişmesine imkan tanıdığı,
- öğrencilerin grafikleri yorumlama becerisinin gelişimine katkı sağladığı da ifade edilmiştir.

Thornton ve Sokoloff [45] yaptıkları çalışmada, üniversite öğrencilerinin Fizik dersinde yer alan, Newton Mekaniği konusundaki kavramları anlama düzeylerini ortaya çıkarmak ve bilgisayar destekli laboratuvar ortamlarında yapılan öğretimin geleneksel ortamlarda yapılan öğretime göre kavramları anlama düzeyine etkisini ortaya koymak amacıyla deneysel bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada veri toplamak amacıyla, Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavramları Anlama Düzeylerini Değerlendirme Testi adı verilen ve geçerlik ve güvenilirlik çalışması önceden yapılmış olan standart bir test kullanılmıştır. Test, açık uçlu ve çoktan seçmeli türden toplam 43 adet sorudan oluşmaktadır. Deney grubundaki öğrenciler, buluş esasına dayalı laboratuvar yaklaşımı kapsamında öğretim elemanının gözetiminde aktif olarak deney yapmışlardır. Öğrenciler deneylerde, kuvvet sensörü ve hareket (konum, hız ve ivme) algılayıcıları gibi bilgisayar destekli dijital deney araçları kullanmışlardır. Sensörler tarafından gerçek deney ortamında alınan ve klasik deney araçlarıyla ölçülmesi ya zor ya da imkansız olan yüzlerce veri, bilgisayarda tablo veya grafikler aracılığıyla öğrencilere sunulmuştur.

Gruplara uygulama yapılmadan önce ve uygulama yapıldıktan sonra hazırlanan test uygulanmıştır. Verilerin analizinde testteki sorulara verilen cevaplar sırasıyla irdelenmiştir. Çalışmanın sonunda, geleneksel öğretim yapılan gruptaki öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki kavramları tam olarak öğrenemedikleri, bir kısım eksikliklerinin olduğu görülmüştür. Buna karşılık, bilgisayar destekli laboratuvar ortamında, dijital deney araçları kullanılarak yapılan öğretimde, öğrencilerin kavramları anlama düzeylerinde kontrol grubundaki öğrencilere nazaran kayda değer bir gelişme olduğu sonucuna varılmıştır.

Johansson ve Nilsson [46], yaptıkları çalışmada, İsveç'te kurulan bir laboratuvarı tanıtmışlar ve bu laboratuvarı deney yapan öğrencilerin görüşlerini almışlardır. "The Science Laboratory for Schools" adındaki laboratuvar, Stockholm Üniversitesi Fizik Bölümü tarafından hazırlanan ve 13-19 yaş grubundaki öğrencilere modern araçlarla çeşitli fizik deneyleri yapma imkanı sağlayan bir merkezdir. Merkezin kurulma amacı:

1. Öğrencilerin fenne karşı ilgilerini artırmak
2. Öğrencilerin bilimsel yöntemi daha iyi anlamalarını sağlamak
3. Okullar ile üniversite arasındaki işbirliğini artırmak

İsveç'te uygulanan fen müfredatına paralel olarak yürütülen deneylerle, öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgileri pekiştirmeleri ve bu bilgilerin günlük yaşamdaki uygulamalarını görmeleri sağlanmıştır.

Merkez 3 bölümden oluşmaktadır. *The Main Laboratory* ana laboratuvarıdır ve burada deneysel etkinlikler, gösteriler ve konferanslar düzenlenmektedir. *Library/Computer Room* laboratuvarın ikinci bölümüdür ve içinde kütüphane ile bilgisayar salonu bulunmaktadır. Küçük gruplar tarafından kullanılmaktadır. Bu bölümde, deneylerden elde edilen bilgileri analiz etmek, kitaplar veya internet aracılığıyla konuyla ilgili kaynaklara ulaşma imkanı sağlanmaktadır. *The Elementary School Laboratory* 13-16 yaş grubundaki öğrenciler için açılmış ve ilköğretim seviyesinde fizik deneylerinin yürütüldüğü bölümdür.

Merkez, haftanın belirli gün ve saatlerinde, öğrenciler ve öğretmenler tarafından ziyaret edilmiştir. Gösteri deneylerinin yanı sıra öğrencilere bir problem verilmiş ve öğrencilerden merkezin laboratuvar ve diğer olanaklarını kullanarak probleme çözüm önerisi getirmeleri şeklinde yürütülen deneyler yapılmıştır. Işık hızının tespit edilmesi, radyoaktif bozunma deneyleri, elektronun kütlesinin belirlenmesi, ışığın dalga ve tanecik yapısı ve süper iletkenlik başlıca deney konularını oluşturmaktadır. Ayrıca deneyler yapılırken, çoğunluğu dijital olan deney araçları kullanılmış ve bu araçlar merkezi ziyaret için gelen öğrenciler ile öğretmenlerin ilgisini çekmiştir.

Laboratuvar, 3000'in üzerinde öğrenci ve öğretmen tarafından ziyaret edilmiş ve ziyaretçilerin bu merkezle ilgili görüşleri alınmıştır. Bunlardan en çok dile getirileni, okulda bulunmayan modern araçlarla deney yapmanın ve konuları laboratuvarı öğrenmenin onların fiziğe karşı ilgilerini artırdıkları şeklindedir. Öğrenciler tarafından dile getirilen başka bir görüş ise, okulda yaptıkları deneylerin basit olması ve bunları yaparken sıkıldıkları oysa burada yapılan deneylerin güncel yaşamla ilgili olması nedeniyle oldukça fazla ilgilerini çektikleri yönündedir. Öğrencilerin bazıları, bilim adamı gibi çalışma

olanağı buldukları için fiziği sevdiklerini ve gelecekte bu alanda çalışma isteklerinin arttığını da ifade etmişlerdir.

Rodrigues, Pearce ve Livett [47] Avustralya’da üniversite birinci sınıfında öğrenim gören öğrencilere, fizik deneylerinde bilgisayar destekli araçları kullanarak, onların fiziksel kavramları anlama biçimlerini ortaya çıkarmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışma, “Üniversite Öğretimini Güçlendirme Topluluğu’nun 1996 yılında yürüttüğü, “Gerçek Zamanlı Fizik” isimli bir projenin rapor edilmiş şeklidir. Projenin amacı, üniversitede fizik öğretimi zenginleştirmek ve fizik öğrenen herkesin ulaşabileceği online kaynaklar oluşturmaktır. Projede, bilgisayar destekli iki araç kullanılmıştır. Bunlardan biri, “Hareket Atölyesi” adı verilen ve önceden bilgisayara kaydedilen bir hareketi analiz eden bilgisayar yazılımıdır. Bu yazılım için bilgisayar ekranında üç pencere görülmektedir. Hareketin meydana geldiği video penceresi, hareketin verilerinin kaydedildiği tablo ve tablolarındaki verilerin grafiğinin çizildiği grafik penceresi. Yazılımda, veriler video penceresindeki cisimler hareket ettirilerek toplanmakta ve eş zamanlı olarak hareketin grafiği çizilebilmektedir. Projede kullanılan diğer araç ise Data Logger’ dır. Data Logger’in Hareket Atölyesi’nden farkı, verilerin sanal ortamdan değil gerçek ortamdan alınarak, sanal ortamda kaydedilmesi, yorumlanması ve saklanmasıdır. Bu uygulamada, hareket sensörleri ile cismin belirli zamanlardaki konumları ölçülmekte böylece veriler anında bilgisayara aktarıldığı gibi, konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri de çizilebilmektedir. Öğrencilerin istemeleri durumunda, gerçek ortamda yapılan bir deney, videoya kaydedilerek, “Hareket Atölyesi” yazılımına kaydedilerek, analizi yapılabilmektedir. Projede, sürtünmeli ve sürtünmesiz zeminlerde hareket eden bir arabanın hızı ve ivmesi, dışarıdan bu cisme uygulanan kuvvetin cismin hızı üzerinde meydana getirdiği etki, belirli bir yükseklikten bırakılan cismin zemine çarptıktan sonra yaptığı zıplama hareketi gibi durumlar analiz edilmiştir.

Çalışmanın örneklemini, 14 grupta toplam 207 öğrenci oluşturmaktadır. Bunlar 3 grupta 47, 11 grupta 160 öğrenci olacak şekilde, rasgele seçilerek ayrılmıştır. Örneklemdaki 3 gruba Hareket Atölyesi yazılımıyla, diğer 11 gruba ise Data Logger ile hareket deneyleri yaptırılmıştır. Uygulamalar tamamlandıktan sonra öğrencilerle derinlemesine mülakatlar yürütülmüştür. Böylece, öğrencilerin hem Hareket Atölyesi hem de Data Logger kullanarak yaptıkları deneylerde, kavramları nasıl yapılandırdıkları incelenmiştir. Mülakatların analizin sonucunda, öğrencilerin her iki araç ile yaptıkları

deneylerden büyük bir zevk aldıkları, zihinlerindeki mevcut kavramları daha iyi yapılandırdıkları ortaya çıkarılmıştır.

Yeung ve NG [48], lise öğrencileri ve fizik öğretmenlerinin bilgisayar destekli dijital deney araçları ile yapılan uygulamalar hakkındaki görüşlerini ortaya koymak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma, Honkong’ da bir teknik lisede yürütülmüş ve bilgisayar destekli dijital deney araçları kullanarak yapılan üç deneyi içermektedir. Çalışmanın örneklemini bu okulda öğrenim gören 41 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrenciler 3 veya 4 kişilik gruplara ayrılmış ve her hafta deneyler yapılmadan önce öğrencilere, deneylerde kullanılacak olan bilgisayar destekli deney araçlar ve bilgisayar yazılımının kullanımına yönelik bir saatlik kurs verilmiştir. Öğrencilere bilgisayar destekli dijital deney araçlarının kullanımını öngören, ve keşfedici laboratuvar yaklaşımına dayalı deneyler yaptırılmıştır. Her deney en fazla bir saatlik zaman dilimi içerisinde tamamlanmıştır. Yapılan üç deney ve özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

Birinci deneyde, Data Logger ve hareket sensörleri kullanılarak, dünyanın yerçekimi ivmesi etkisi altında zıplayan bir topun yaptığı hareket analiz edilmiştir. Bu bağlamda cismin konumu, hızı ve ivmesi ölçülmüş ve dünyanın çekim ivmesi “g” değeri bulunmuştur.

İkinci deneyde, bir basit sarkacın yaptığı harekette, ipin ucuna bağlı olan cisme etki eden merkezci kuvvetin değişimi ve özellikle cisim en alt seviyede iken ona etkiyen merkezci kuvvet incelenmiştir. Bunun için, kuvvet sensörü, Data Logger ve photo-gate kullanılmış ve cisme etki eden kuvvet ve cismin hızı ölçülmüştür.

Üçüncü deneyde, bir ampulün içinde yer alan iletken telin direncini ölçmek amacıyla, bu ampule düşük bir gerilim uygulanmıştır. Bu deneyde, akım ve gerilim sensörleri ile Data Logger kullanılmıştır.

Uygulama üç hafta sürmüş, her hafta bir deney yapılmıştır ve deneyler tamamlandıktan sonra öğrencilere bir anket uygulanmıştır. Üç haftalık uygulamaların sonunda birkaç öğrenci grubu ve her biri en az 18 yıllık deneyime sahip öğretmenlerle mülakat yürütülmüştür.

Ankete katılan öğrencilerin % 80’i bilgisayar destekli deney araçları ile yapılan deneylerin, niceliklerin ölçülmesini kolaylaştırdığını, bu yolla pek çok verinin kaydedildiğini ve deney verilerinin analizinde kendilerine kolaylık sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca örneklemin büyük bir bölümü, deney araçlarını kullanabilme becerilerinin geliştiğini ve fiziksel olayları daha kolay anlama olanağı elde ettiklerini

belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, uygulamalar sonunda öğrenciler, arkadaşları ile aralarındaki işbirliğinin arttığını, fiziksel olaylara karşı daha fazla ilgili olduklarını ve başarılı olma konusunda istekli olduklarını belirtmişlerdir. Ancak öğrencilerin %80'e yakın bir bölümü bu araçların kullanımının oldukça zor olduğunu ifade etmişlerdir.

Mülakat sonunda öğrenciler bilgisayar destekli deney araçları ile yapılan öğretim konusunda genelde olumlu görüş bildirmişlerdir. Mülakata katılan öğrenciler;

- çok hassas ve doğru verilere çok kısa sürede ulaştıklarını,
- alınan verilerden tatmin olmamaları durumunda, deneyi tekrarlayarak verileri yeniden alabildiklerini,
- yazılımın grafik çizme özelliğini çok sevdiklerini, çünkü grafiği elle çizmenin çok sıkıcı bir iş olduğunu,
- birden fazla değişkene ait verileri, aynı grafik üzerinde inceleyerek değişkenler arasındaki ilişkileri inceleme olanağı bulduklarını belirtmişlerdir.

Ancak, örnekleme oluşturan öğrencilerin az bir bölümü mülakatta, bilgisayar destekli dijital deney araçları ile yaptıkları deneylerde, sıkıldıklarını, eskiden kullandıkları geleneksel deney araçlarla deney yapmayı bunlara tercih edeceklerini, yeni araçların verileri hızlı bir şekilde almayı sağladığını ancak bütün işi bu araçlar yaptığı için teknik becerilerinin gelişiminin engellendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, deneyleri bu araçlar yaptığı için, işbirliğini azalttığını da dile getirmişlerdir.

Öğretmenlerle yapılan mülakatta ise, fizik deneylerinde Data Logger kullanarak gerçekleştirilen uygulamalar konusunda genelde olumlu görüş belirtmiştir. Ancak öğretmenler aşağıda sıralanan hususlarda çekinceleri olduklarını da eklemişlerdir:

- Sınıflarda yeterli sayıda bilgisayar olmadığı için uygulamalar aksamaktadır. Ayrıca, bu sınıflarda öğrencileri kontrol etmek oldukça güçtür. Çünkü öğrenciler zaman zaman bilgisayarda başka yazılımlarla ilgilenebilmektedirler.
- Eğer öğretmenler bilgisayar veya dijital araçların kullanımı konusunda yeterli bilgi ve beceri donanımına sahip değillerse, bu araçları fizik laboratuvarlarında kullanmak oldukça güçtür. Çünkü, yanlış giden bir şeyler olması durumunda, öğretmenin müdahale etmesi geleneksel araçlarla yapılan deneylerle kıyaslandığında oldukça zor olduğu görülmektedir.

Fen laboratuvarlarında, bilgisayar destekli dijital deney araçlarının kullanımı konusunda yurt dışında yapılmış pek çok çalışma olmasına karşılık, ülkemizde bu konuda yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bilgisayar destekli dijital deney araçlarının fen laboratuvarlarında kullanımına yönelik olarak hazırlanan çalışmalarda, bu araçların genelde öğrenci başarısını artırdığı belirtilmiştir. Bu araçların, öğrencilerin kavramları anlama düzeylerine etkisini konu alan çalışmalarda da, olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Araçların kullanılması için ortaya atılan gerekçelerin başında, kısa sürede veri toplamayı sağladığı için, pek çok hipotezi denemeye fırsat sağlaması gelmektedir. Böylece, pek çok olay kısa sürede analiz edilebilmektedir.

Yapılan çalışmalar, bilgisayar destekli dijital deney araçlarının bilişsel öğrenmeler üzerinde etkisini ortaya çıkarmak üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak, hemen her çalışmada yürütülen mülakatlarla öğrencilerin bu araçlara bakış açısı ve tutumları da irdelenmiştir. Bu çalışmalarda bilgisayar destekli dijital araçların öğrencilerin derse karşı ilgilerini artırdığı ortaya çıkarılmıştır.

Sonraki bölümde, çalışmada kullanılan materyalin geliştirilme süreci, yöntem, ölçme araçları ve verilerin nasıl analiz edildiği ayrıntılı olarak açıklanmıştır.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, çalışmanın yürütülmesinde kullanılan bütünleştirici öğrenme kuramına uygun, bilgisayar destekli dijital deney araçları ile gerçekleştirilen deneyler için öğretim elemanı kılavuzunun geliştirilme süreci, çalışmanın yürütülme süreci, kullanılan ölçme araçları ve verilerin nasıl analiz edildiği üzerinde durulmuştur.

2.1. Deneylerde Kullanılan Öğretim Elemanı Kılavuzunun Geliştirilme Süreci

Çalışma süresince yapılan deneylerde Bütünleştirici Öğrenme Kuramı'na uygun olan Rehberli Sorgulama Modeli (R-S) kullanılmıştır. Öğretim Elemanlarına deneylerin yürütülmesi sürecinde yardımcı olmak amacıyla hazırlanan “Öğretim Elemanı Kılavuzu” da bu model uyarınca tasarlanmıştır. Rehberli-Sorgulama Modeli “1.Genel Bilgiler” bölümünde tanıtılmıştır. Hazırlanan materyal, aşağıda sıralanan beş deneyi içermektedir.

Deney 1- Bir İletken Üzerinden Geçen Akım ve İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi

Deney 2- Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler

Deney 3- Elektroliz

Deney 4- Kalorimetre

Deney 5-Manyetik Alan

Deneyler, Türkiye’de eğitim fakülteleri, ilköğretim bölümü fen bilgisi öğretmenliği lisans programları için hazırlanan ders programlarında, Fizik-2 ders içeriği [70] ve R-S Modeli göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Hazırlanan materyal, alanında uzman öğretim üyelerine inceletirilerek, gerekli görülen düzeltmeler yapıldıktan sonra geçerliği sağlanmıştır.

Çalışmada her deney için iki adet öğretim elemanı kılavuzu geliştirilmiştir. Kılavuzlardan biri, Data Logger ile deneyleri yapmayı öngörürken diğesinde geleneksel araçlar kullanılmaktadır. Data Logger ile yapılan deneyler için hazırlanan öğretim elemanı kılavuzu Ek 1’de; R-S modeli uyarınca, geleneksel araçlarla yapılan deneyler için hazırlanan öğretim elemanı kılavuzu ise Ek 2’de verilmiştir.

2.2. Araştırmanın Tasarlanması

Uygulamalar aşağıda belirtilen dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Planlama

Çalışma, on iki haftalık bir sürede tamamlanmıştır. Birinci hafta, aşağıda belirtilen uygulamalar yapılmıştır:

50 kişilik sınıf önce ikiye ayrılarak her iki grubun farklı saatlerde, laboratuvar çalışmalarını yürütmesi planlanmıştır. Her bir grup, beşer kişilik beş gruba ayrılmıştır. Data Logger sayısı yeterli olmadığı için, deneyler, dönüşümlü olarak yapılmıştır. Yani bir derste, aynı anda beş deney gerçekleştirilmiştir ve her bir grup farklı bir deneyi yapmıştır. YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi kapsamında, eğitim fakültelerinin yeniden yapılandırılması çerçevesinde, eğitim fakülteleri için standart hale getirilen lisans ders programlarında, Fizik-2 dersi için dört saat teorik ve iki saat uygulama öngörülmüştür [70]. Bu nedenle bu çalışmada her bir grup, 30+30 dakikalık sürede deneyleri tamamlamışlardır. Bu zamanın ilk 30 dakikası, problemin belirlenmesi, hipotezlerin kurulması ve deneylerin yapılması için ayrılırken, son 30 dakikalık bölümü ise verilerin yorumlanması ve grafiklerin çizilmesi için ayrılmıştır. Hangi grubun, ne zaman, hangi deneyi yapacağı hazırlanan bir çalışma planında belirtilmiştir. Bu çalışma planı Ek 3'te verilmiştir.

Çalışma planında, her gruba bir numara verilmiştir. Örneğin, D-2-4, 50 kişilik sınıfın ikinci 25 kişilik grubu içindeki dördüncü 5 kişilik grubu; D-1-3, 50 kişilik sınıfın birinci 25 kişilik grubu içindeki, üçüncü 5 kişilik grubu sembolize etmektedir.

İlk hafta, gruplar belirlenmiş, uygulamaların yürütülme süreci hakkında öğrencilere bilgi verilmiş ve laboratuvarlarda alınması gereken güvenlik önlemleri de anlatılmıştır. Ayrıca deneylerde kullanılacak olan direnç, pusula, çözelti, elektrot, kalorimetre kabı, kangal vb. gibi deney araçları da tanıtılmıştır.

2.2.2. Data Logger' ın Kullanımı Konusunda Öğrencilerin Bilgilendirilmesi

İkinci hafta, Data Logger Windows ortamında çalışan bir yazılım ile birlikte kullanıldığı için, öğrencilere temel bilgisayar terimleri ve Windows işletim sisteminin kullanımı anlatılmıştır. Dosya kaydetme, kaydedilmiş dosyayı açma, kesme, kopyalama-yapıştırma, dosyayı farklı bir isimle ve farklı biçimde kaydetme gibi temel özellikler bilgisayar laboratuvarında gösterilmiştir. Ayrıca, yazılım verileri Excel programında bulunduğu için, bu program da genel hatlarıyla tanıtılmıştır. Bu uygulamaların ardından, aynı

ortamda öğrencilere Data Logger'ın bilgisayar ile uyumunu sağlayan yazılım tanıtılmıştır. Ancak yazılımın bütün menülerini tanıtmak yerine yapılması planlanan deneyler için kullanılması gerekli olan menüleri ve bunların özellikleri tanıtılmıştır. Daha sonra öğrencilere, bilgisayar laboratuvarında öğrendiklerini uygulama fırsatı sunulmuştur. Uygulamaların ardından öğrencilere ders dışında da konuya ilgili olmaları amacıyla, iki adet doküman dağıtılmıştır. Bunlardan biri data Logger'ı genel olarak tanıtmakta (Ek 4), diğeri ise bilgisayar yazılımı anlatmaktadır. (Ek 5)

Üçüncü hafta, öğrencilere Data Logger'ın dönüştürücüsü tanıtılmış, bu aracın nasıl kullanılacağı ve bilgisayar ile olan iletişimin nasıl sağlanacağı da ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Özellikle, Data Logger ile bir iletkenin üzerinden geçen akımın ve gerilimin nasıl ölçüleceği uygulamalı olarak gösterilmiştir. Ders süresince, öğrencilerin öğrendiklerini uygulamaları için fırsat verilmiş, her gruba Data Logger ile uygulama yaptırılmıştır. Ders sonunda, Data Logger'ın dönüştürücüsü üzerinde bulunan klavye ve tuşlarının temel özelliklerini gösteren bir doküman (Ek 6) da dağıtılmıştır.

Ayrıca, Ek 7 ve Ek 8'de Data Logger ile deney ortamından veriler alınarak oluşturulan bir tablo ile bu verilerin grafiği gösterilmiştir. Bu deney, oda sıcaklığında, -30°C 'deki buzun $+30^{\circ}\text{C}$ 'deki saf su haline gelinceye kadar sıcaklığındaki değişmeyi zamana göre incelemek amacıyla önceden yapılmış ve deney verileri tanıtım amacıyla öğrencilere sunulmuştur. Deneyde, sıcaklığı ölçmek için sıcaklık sensörü kullanılmıştır.

2.2.3. Uygulama

Planlama ve araç tanıtımı aşamalarından sonra, deneylerin uygulanması 5 hafta sürmüştür. Uygulamalar, araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Her grup, Data Logger'ı kullanarak 5 deney yapmıştır. Uygulamalar, çalışma planında da belirtildiği gibi, zincirleme bir şekilde devam etmiştir. Her bir deney ortalama bir saatte tamamlanmıştır. Deneylerin ilk 10 dakikalık bölümü, ön bilgilerin açığa çıkarılması amacıyla soruların sorulması, problem durumunun belirlenmesi, tartışmaların yapılması ve hipotezlerin kurulması ile geçmiştir. Sonraki 20 dakikalık bölümde ise, deney düzeneği kurulmuş, birkaç değişkene ait veriler Data Logger ile hızlı bir şekilde diskete kaydedilmiştir. Son 30 dakikalık bölümde ise, bilgisayar salonuna geçilerek, diskete kaydedilen veriler Data Logger yazılımı ile analiz etmişlerdir. Bu yolla hipotezler test edilmiştir. Alınan verilerden memnun olunmaması halinde, yeniden deney ortamına dönülerek veriler alınmış ve diskete

kaydedilerek, tekrar aynı bilgisayara dönölüp analiz edilmiştir. Deneyler tamamlandıktan sonra, elde edilen veriler ve deneyde yapılanlar doğrultusunda bireysel olarak rapor hazırlanmıştır. Raporda, problem durumu, kurulan hipotezler, tasarlanan deney, kullanılan araçlar, deneyin yapılmasında takip edilen işlem basamakları, deneyin şeması, veri tablosunun ve grafiklerin çıktısı ve verilerin nasıl yorumlandığı açık bir şekilde ifade edilmesi istenmiştir.

2.2.4. Değerlendirme

Öğrencilerin değerlendirilmesi için test ve yapılandırılmamış gözlemler kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin deney sonrasında hazırladıkları raporlar da ayrıntılı olarak incelenmiştir.

2.3. Yöntem

Çalışmada, yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Deneysel yöntem, tarihsel yöntemde olduğu gibi geçmişini veya survey yöntemlerinde olduğu gibi o anki durumu araştırmak yerine yeni bir durumun gelecekteki etkilerini araştırmada kullanılır. Deneysel yöntemde, etkisi ölçülecek bir durum için, yapay bir ortam oluşturulur. Bu ortam, uygulama boyunca, duruma etki eden değişkenler kontrol altına alınarak meydana getirilir. Böylece olaylar arasındaki sebep sonuç ilişkileri ortaya çıkarılmaya çalışılır.

Deneysel yöntemin en önemli özelliği kontrol yapmaya imkan tanımasıdır. Bu yöntemde kontrol iki şekilde sağlanmaktadır:

- 1- *Bağımsız değişkenlerin kontrolü:* Olaya etki eden bağımsız değişkenlerin amaca yönelik olarak değiştirilmesidir. Örneğin, öğrenme kuramlarının akademik başarıya etkisi araştırılmak isteniyorsa kuramlara uygun materyaller hazırlanır. Materyallerin hazırlanmasında temel alınan öğrenme kuramı değiştirilerek, yeni materyaller oluşturulabilir. Bu durumda, çalışmada kullanılan öğrenme kuramlarının akademik başarıya etkisi incelenebilir.
- 2- *Deney ortamının kontrolü:* Deney ortamındaki değişkenlerin kontrol altına alınmasıdır. Örneğin, yukarıdaki örnekte, materyalin uygulanacağı grubun aynı yaş ve öğrenim düzeyindeki öğrencilerden seçilmesi ile deney ortamındaki yaş değişkeni kontrol altına alınabilir. Kontrolün yapılmaması durumunda,

örneklemdaki öğrencilerden bir veya bir kaç sonuca çok fazla etki yapabilir ve bu durumda etkisi ölçülmek istenen bağımsız değişken etkisi gözlenemez.

Deneysel yöntemde, birbirine denk olan iki veya daha fazla grup kullanılarak ta kontrol sağlanabilir [71], [73], [74].

Deneysel yöntem temel olarak iki şekilde tasarlanmaktadır. Bunlar, tam deneysel yöntem ile yarı deneysel yöntemdir.

Tam deneysel yöntemde, örnekleme teknikleriyle veya şans yoluyla birbirine denk iki grup oluşturulur. Rasgele, bu gruplardan biri deney, diğeri kontrol grubu olarak tayin edilir. Deney grubunda etkisi ölçülmek istenen uygulama yapılırken, diğeri grupta özel bir uygulama yapılmaz. Her iki gruba da, uygulamalar yapılmadan önce ön test ve uygulamalar yapıldıktan sonra son test uygulanır. Yarı deneysel yöntemde uygulanan desen aşağıda görülmektedir:

Deney Grubu	R	O ₁	X	O ₂
Kontrol Grubu	R	O ₃		O ₄

R: Rasgele örneklem seçimi
O: Bağımsız değişkenin etkisini ölçmek amacıyla kullanılan ölçme yöntemi
X: Deney grubunda yapılan uygulama

Bu yöntem daha çok, örneklem seçiminde sınırlama olmayan, araştırmacının istediği gibi seçim yapabileceği durumlarda kullanılır.

Tam deneysel yöntemde veriler analiz edilirken, önce ön ve son testlerdeki (O₁, O₂, O₃ ve O₄) ortalamalar hesaplanır. Ardından, deney grubuna uygulanan ön test (O₁) ile son test (O₂) arasındaki fark ile kontrol grubuna uygulanan ön test (O₃) ile son test (O₄) arasındaki farka bakılır. Bu farklar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlam ifade edip etmediği, deney grubundaki uygulamanın etkililiğini gösterir [71],[72].

Yarı deneysel yöntemde, gruplar, araştırmacının bilgisi dışında, önceden belirlenmiştir. Bu yöntemde, örneğin bir sınıfın iki şubesi, deney ve kontrol grubu olarak kullanılabilir. Ancak gruplardan hangisinin deney, hangisinin kontrol grubu olacağı şans yoluyla belirlenir. Tam deneysel yöntemde olduğu gibi, deney grubu özel bir muameleye tabi tutulurken, kontrol grubunda farklı bir uygulama yapılmaz. Her iki grubun durumu, uygulamalar yapılmadan önce ve uygulamalar yapıldıktan sonra ölçülür. Tam deneysel yöntemde uygulanan desen aşağıda görülmektedir:

Deney Grubu	O ₁	X	O ₂
Kontrol Grubu	O ₃		O ₄

O: Bağımsız değişkenin etkisini ölçmek amacıyla kullanılan ölçme yöntemi
X: Deney grubunda yapılan uygulama

Bu yöntem, örneklemin rasgele seçim yoluyla oluşturulmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Tam deneysel yöntem ile aralarındaki fark, deney ve kontrol grubu oluşturulurken kullanılan yöntemlerin farklı olmasıdır. Yarı deneysel yöntemde veriler tam deneysel yöntemdeki gibi analiz edilmektedir [72],[71].

Çalışmada, deneysel yöntem metodolojisi kapsamında yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Bilgisayar destekli dijital deney araçlarının, geleneksel deney araçlarına göre öğrenci başarısı üzerindeki etkisini ortaya koymak amacıyla deneysel yöntem metodolojisi tercih edilmiştir. Ayrıca, örnekleme rasgele veya örnekleme teknikleri ile belirleme olanağına sahip olunmadığı için yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Bu bağlamda, önceden belirlenmiş iki şubeden bir deney, diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubunun, 2004-2005 öğretim yılı, bahar yarıyılında, fen bilgisi öğretmenliği programı, birinci sınıfta öğrenim gören ve Fizik-2 dersi laboratuvar uygulamalarına katılan bir şube oluştururken (N=50), kontrol grubunu da, aynı programda öğrenim gören başka bir şube (N=50) oluşturmuştur. Şubelerden hangisinin deney, hangisinin kontrol grubu olarak kullanılacağı şans yoluyla tayin edilmiştir. Bu yöntem kapsamında, hazırlanan bir test deneyler yapılmadan önce ön test ve deneyler yapıldıktan sonra son test olarak deney ve kontrol grubuna uygulanmıştır.

Uygulamalar süresince, örnekleme oluşturan öğrencilerin, süreç ve özellikle bilgisayar destekli deney araçları hakkındaki görüşlerini yansıtmak amacıyla, özel durum yönteminden de faydalanılmıştır. Özel durum yöntemi, bir durum hakkında derinlemesine bilgi elde etmek ve “nasıl” sorusuna yanıt aramak için kullanılmaktadır [73]. Bu amaçla, uygulamalar tamamlandıktan sonra 20 öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Ayrıca, öğrenciler deneylerin yürütülmesi sırasında da gözlemlenmiştir.

2.4. Araştırmanın Evreni

Çalışmanın evrenini, Eğitim Fakültelerinde öğrenim gören ve Fizik-2 dersini alan öğretmen adayları oluşturmaktadır.

2.5. Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın örneklemini, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı, birinci sınıfta, 2004-2005 öğretim yılı, bahar yarıyılında öğrenim gören ve Fizik-2 dersi kapsamında yürütülen laboratuvar uygulamalarına katılan 100 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

Aşağıdaki bölümde, bu çalışmada kullanılan ölçme araçları, geliştirilme süreçleri ve verilerin nasıl analiz edildiği ele alınmaktadır.

2.6. Veri Toplama Araçları

Ölçme, bir büyüklüğün, standart olarak kabul edilen başka bir büyüklük cinsinden ifade edilmesidir. Ölçme sonuçlarının yorumlanması ise değerlendirmedir. Ölçüm yapmak için çeşitli veri toplama araçları kullanılır [75]. Bu çalışmada veri toplamak için test, mülakat ve gözlem kullanılmıştır.

Testler, çok yaygın olarak kullanılan ölçme araçlarıdır. Öğrencilerin ne kadar öğrendiklerinin yanı sıra öğrenme yeteneklerini de ölçmek amacıyla kullanılırlar. Genel olarak içerdikleri soru tiplerine göre; kısa cevaplı (boşluk doldurmalı, tamamlamalı, hatırlatma), çoktan seçmeli, eşleştirmeli ve doğru-yanlış olmak üzere dört grupta incelenebilirler. Testler, öğrencilerin bilgi durumunu ölçmek amacıyla kullanılabilir. Her ne amaçla olursa olsun testlerde veya diğer ölçme araçlarında en önemli özelliklerden biri geçerlik, diğeri ise güvenirliktir [76].

Geçerlik bir ölçme aracının belirlenen konuyu ne derece ölçebildiğini gösterir. Bir başka deyişle geçerlik ölçme aracının amaca uygunluğunun bir ölçüsüdür. Ayrıca ölçme aracındaki istenmeyen bir özelliğin ölçme sonucunu etkilememesi olarak ta ifade edilebilir [71], [77]. Aşağıda çeşitli geçerlilik tipleri kısaca açıklanmıştır.

Kapsam geçerliği, ölçme aracının veya testin amaca ne derece hizmet ettiğinin bir ölçüsüdür. Testin bütün maddelerinin veya her bir maddesinin ölçülmek istenen durumu ölçebilme özelliğidir

Tahmin geçerliği (Yordama); testin veya ölçme aracının mevcut durumundan yararlanarak bilinmeyen durumlar hakkında tahmin yapabilmeyi sağlayabilme özelliğidir.

Uygunluk geçerliği; ölçe aracının veya testin ölçmek istenen özelliği tek başına, başka bir araca gerek kalmadan ölçebilme özelliğidir

Yapı geçerliği, testte alınan puanın, psikolojik veya eğitimsel altyapı ile uygunluğunun bir ölçüsüdür.

Görünüş geçerliği; ilk bakışta test maddelerinin ölçmek istediği durumun kolayca görülebilmesi özelliğidir [75].

Güvenirlik, ölçme aracının benzer uygulamalarda da aynı sonucu vermesi ya da her uygulamada aynı hassasiyetle ölçüm yapabilmesidir. Ölçmede kararlılık olarak ta ifade edilmektedir. Güvenirlik hesaplamaları yapmak için aşağıda belirtilen yöntemler kullanılmaktadır.

1- Aynı test formunun iki ayrı zamanda kullanılması: Bu yöntemde, test örneklem grubuna uygulanır. Belli bir zaman sonra (2-3 hafta) tekrar uygulanır. İki ölçüm arasındaki ilişki, bir korelasyon katsayısı ile ifade edilir. Bu katsayı testin güvenilirliğini verir.

2- Bir testi iki eş parçaya bölme yöntemi: Test öğrenci grubuna uygulanır. Test maddelerinin güçlüklerine bakılarak, test birbirine denk iki yarıya bölünür. Bu yöntemde test, tek numaralı ve çift numaralı sorulara göre ta iki yarıya bölünmektedir. İki testin uygulama sonuçları arasındaki ilişki Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı formülü ile hesaplanır ve Sperman Brown formülü ile düzeltilir. Bu yolla güvenilirlik katsayısı bulunur.

3- Ölçme aracının eş formlarının kullanılması: Bu yöntemde, testin paralelinde, yeni bir test hazırlanır. Uygulamalardan sonra, güvenilirlik katsayısı *Bir testi iki eş parçaya bölme yönteminde* olduğu gibi hesaplanır [76].

4- Madde istatistiklerine göre test güvenirliliği: Bu yöntemde, önce test uygulanır ve madde analizi yapılarak madde güçlükleri hesaplanır. Kuder-Richardson (K-R) formülü ile güvenilirlik katsayısı hesaplanır [73].

Uygulamalar sonunda, testlerden alınan sonuçlar arasındaki korelasyon -1.00 ile $+1.00$ arasında değişir. Korelasyonun $+1.00$ 'a yaklaşması durumunda testin güvenilirliği de artar [73].

Mülakatlar, bireylerin neyi niçin düşündüklerini ortaya çıkarmak için kullanılan ölçme araçlarıdır. Bir konu hakkında derinlemesine bilgi elde etmek amacıyla, yüz yüze ve sözlü olarak yürütülmektedir. Mülakatlarda iki tip soru kullanılmaktadır. Birinci tip sorularda, soruyu soran karşısındakinin bu sorunun cevabını bilip bilmediğini sorgular. İkinci tip sorularda ise, amaç mülakat yapılan kişi veya kişilerin bilgilerini ölçmek değil,

onların düşüncelerini ortaya çıkarmaktır. Bu nedenle görüşmeci mülakat yaptığı kişi veya kişilerin vereceği cevabı bilmemektedir [71].

Mülakatların analizi yapılırken öncelikle bireylerin birleştikleri noktalar ile fikir birliğine varamadıkları noktalar tespit edilir. Bu hususlar, kategorilere ayrılarak frekanslandırılır. Başka bir veri analiz şekli ise, bireylerin ifadelerini olduğu gibi aktarmaktır. Bu yöntemin oldukça etkili olduğu belirtilmektedir. Bir başka yöntem ise, görüşmecinin verileri olduğu gibi değil de, kendi süzgecinden geçirerek ancak yorum katmadan aktarmasıdır [73], [78].

Gözlemler, olayların planlı bir biçimde izlemesi ve kaydedilmesi şeklinde gerçekleştirilir [71]. Bu süreçte araştırmacı “nasıl” sorusuna cevap aramaktadır. Özellikle video ve CD gibi teknoloji ürünlerinin yaygınlaşması ile gözlemler de kolaylaşmış, gözlemcinin uygulamaları detaylarıyla ve defalarca izlemesi imkanı doğmuştur. Gözlem verilerinin analizi mülakat verilerinin analizi gibi yapılmaktadır.

Veri toplama araçları genel özellikleri ile tanıtıldıktan sonra, aşağıda bu çalışmada kullanılan ölçme araçları sunulmuştur:

2.6.1. Araştırmada Kullanılan Test

Bu çalışmada, çoktan seçmeli 22 sorudan oluşan bir başarı testi kullanılmıştır. Test, öğrencilerin bilgi seviyelerindeki değişmeyi görmek ve bu yolla bilgisayar destekli dijital araçların, öğrenci başarısı üzerine etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır.

Testin hazırlanmasında takip edilen aşamalar sırasıyla aşağıda verilmiştir:

- 1- Her deney için eşit sayıda soru hazırlanmıştır.
- 2- Amaçların gerçekleşme düzeyini ölçmek için, 25 adet çoktan seçmeli soru hazırlanmıştır.
- 3- Sayfa sayısı asgariye indirilerek, test uygulanabilir bir hale getirilmiştir.
- 4- Geliştirilen testin kapsam geçerliği, fizik veya fizik eğitimi alanlarından mezun 4 öğretim elemanının görüşleri alınarak sağlanmıştır.
- 5- Araştırmada kullanılan testin madde analizini ve güvenirlik hesaplarını yapmak için pilot çalışma yapılmıştır.
- 6- Pilot çalışmada elde edilen veriler kullanılarak, testin madde analizi yapılmıştır. Ayrıca öğrencilerin okumakta zorlandıkları veya anlayamadıkları bölümler yeniden ele alınarak düzeltilmiştir.

7- Pilot çalışma ile birlikte, testin uygulanması için ideal süre de belirlenmiştir.

8- Gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, teste son şekli verilmiştir.

Bu aşamalardan sonra asıl uygulamaya hazır hale getirilen test Ek 9'da verilmiştir.

Pilot çalışması yapılan testin, "bir testi iki eş parçaya bölme yöntemi" uyarınca Microsoft Excel'e girilen verilerinden yararlanılarak, Sperman Brown güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır.

2.6.1.1. Araştırmada Kullanılan Testin Pilot Çalışmasından Elde Edilen Veriler

Testin pilot çalışmasında elde edilen bulgular, madde analizinden elde edilen veriler ve güvenilirlik hesaplamaları ile ilgili veriler şeklinde sunulmuştur.

2.6.1.1.1. Araştırmada Kullanılan Testin Madde Analizinden Elde Edilen Veriler

Pilot çalışma, 2004-2005 eğitim-öğretim yılının, bahar döneminde, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği, birinci sınıf, ikinci öğretim programında öğrenim gören 24 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. 25 maddelik test için madde güçlükleri ve ayırt edicilikleri Ek 10'da sunulmuştur. Pilot çalışmanın ardından etkisiz olduğu görülen, 3 soru (18, 22 ve 24) çıkarılarak 22 soruluk test oluşturulmuştur. Ayrıca pilot çalışmanın ardından, test için en ideal sürenin 30 dakika olduğu da belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri ifadeler düzeltilmiştir.

2.6.1.1.2. Araştırmada Kullanılan Testin Güvenirlik Hesaplamalarından Elde Edilen Veriler

Microsoft Excel programına aktarılan pilot çalışma verileri ile, öğrencilerin aldıkları puanlar, tek ve çift numaralı sorulardan alınan puanlar ve testin ortalaması hesaplanmıştır. Bu veriler Excel'de analiz edilerek Pearson ve Sperman Brown Güvenirlik katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonunda, pilot çalışması yapılan testin Pearson güvenlik katsayısı 0,65 ve Sperman Brown Güvenirlik katsayısı ise 0,79 olarak bulunmuştur. Pilot çalışması yapılan testin güvenilirlik katsayısı hesaplamalarına ilişkin verileri Ek 11'de sunulmuştur.

Testten alınan puanların analizinde bağımlı t testi ile bağımsız t testi kullanılmıştır. Bu testler, iki farklı örneklemden çıkan sonuçları karşılaştırmak, farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını ortaya koymak amacıyla kullanılmaktadır. Eğer, karşılaştırmada kullanılacak ölçme sonuçları, aynı örneklemden elde edilmişse, bu durumda bağımlı t testi; veriler farklı iki örneklemden elde edilmişse bağımsız t testi kullanılır [73].

Öğrencilerin testlerden aldıkları puanlar belirlendikten sonra, deney ve kontrol grubuna uygulanan ön test sonuçları SPSS/PC 9.0 paket programı ile bağımsız t testine tabi tutulmuştur. Aynı şekilde, deney ve kontrol grubunun son test sonuçları da kendi arasında bağımsız t testi yapılmıştır. Ayrıca, deney grubuna uygulanan ön ve son test sonuçları ile kontrol grubuna uygulanan ön ve son test sonuçlarına bağımlı t testi uygulanmıştır.

2.6.2. Araştırmada Kullanılan Mülakat

Çalışmada, örneklemdaki öğrencilerin genelde deneyler, özelde ise bilgisayar destekli dijital deney araçları ile yürütülen deneyler hakkındaki görüşleri ve bu süreçte karşılaştıkları sorunları ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu amaçla yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür.

Mülakatlar, 50 kişilik deney grubu içinden rasgele seçilen 20 öğrenci ile bireysel olarak ve deneyler tamamlandıktan sonra toplam iki saatte gerçekleştirilmiştir. Mülakatlar, ses kaydetme programı ve mikrofon aracılığıyla bilgisayara kaydedilmiştir. Deneylerin amaçları ve mülakatın gerçekleştirilme amacı dikkate alınarak aşağıda sıralanan sorular öğrencilere yöneltilmiştir.

- 1- Sizce laboratuarda deney yapmanın amacı nedir? Niçin deney yapıyoruz?
- 2- Laboratuarda yürütülen fizik deneylerinde, bilgisayar destekli dijital deney araçları kullanmak size ne gibi faydalar sağlamıştır?
- 3- Uygulamalar boyunca ne gibi zorluklarla karşılaştınız?

Mülakat verileri, Hyper Research 2.6 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bunun için, önce öğrencilerin mülakat kayıtları kelime işleme programına (Microsoft Word, Notepad), ardından Hyper Research 2.6 programına aktarılarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde, öğrencilerin cevapları kodlanmış, kodların anlamları ve tekrarlanma sıklıkları tablolarla belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin verdikleri cevaplar arasından bazıları olduğu gibi aktarılmıştır.

2.6.3. Araştırmada Kullanılan Gözlem

Çalışmada kullanılan deneyler toplam 5 hafta sürmüştür. Deneyler süresince, öğrencilere yardımcı olan ğretim elemanı tarafından yapılandırılmamış gözlemler [73] yürütülmüştür. Öğrencilerin deneyleri yaparken dikkatlerini dağıtımmamak, tavır ve davranışlarında samimi olmalarını sağlamak için, her hafta uygulamalar tamamlandıktan sonra yapılan gözlemler kayıt altına alınmıştır.

Gözlemlerde, ğrencilerin hangi aşamaya ne kadar zaman ayırdıkları, tartışmalar sırasında ne gibi ön bilgilere sahip oldukları, ne tür hipotezler kurdukları, ne tür deney tasarımları yaptıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, uygulamalara karşı ilgileri de gözlemler sırasında incelenmiştir.

Gözlem bulguları, genel olarak hangi aşamaya ne kadar zaman ayrıldığı ifade edildikten sonra, her bir deneyde yapılanlar, tartışmalar ve ğretim elemanının sorularını gösterecek şekilde sunulmuştur.

3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırmada kullanılan test, mülakat ve gözlemlerden elde edilen veriler sunulmuştur.

3.1. Araştırmada Kullanılan Testten Elde Edilen Bulgular

Testten elde edilen bulgular, ön ve son test olarak uygulanmasından elde edilen bulgular şeklinde sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testten aldıkları puanların aritmetik ortalamaları hesaplanarak, her iki grubun ön ve son test ortalamaları arasındaki karşılaştırma bağımsız t-testi ile, her iki gruba ait ön-test ve son-test ortalamaları arasındaki karşılaştırmalar ise bağımlı t-testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön-testlerden aldıkları ortalama başarı puanları bağımsız t-testi kullanılarak karşılaştırılmış ve gruplar arasındaki karşılaştırmaya ait bulgular Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan ön-testlerin karşılaştırmalarına ait bağımsız t-testi sonuçları

Grup	$\bar{X}_{ort}$	N	S	t	sd	p
Deney	52.93	50	10,48	0,319	98	,751
Kontrol	53,75	50	14,80			

Tablo 1’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin ön-test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık tespit edilememiştir ($t_{(98)}=0,319$, $p=0,751$). Bu verilere dayanarak, grupların birbirine denk olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son-testlerden aldıkları ortalama başarı puanları bağımsız t-testi kullanılarak karşılaştırılmış ve gruplar arasındaki karşılaştırmaya ait veriler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan son-testlerin karşılaştırmalarına ait bağımsız t-testi sonuçları

Grup	X_{ort}	N	S	t	sd	p
Deney	74,18	50	5,84	9,714	98	,000
Kontrol	60,92	50	7,67			

Tablo 2’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin son-test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık meydana gelmiştir ($t_{(98)}=9,714$; $p<0,001$) Bu durumda, deney grubundaki uygulamaların, kontrol grubundakilere göre öğrenci başarısını artırdığı söylenebilir.

Kontrol ve deney gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testlerden aldıkları ortalama başarı puanları bağımlı t-testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Deney ve kontrol grubunun ön-test ve son-test karşılaştırmalarına ait bağımlı t-testi sonuçları

Grup	Test	X_{ort}	N	S	t	sd	p
Deney	Ön test	52,93	50	10,48	35,709	49	,000
	Son test	74,18	50	5,84	89,744	49	,000
Kontrol	Ön test	53,75	50	14,79	25,682	49	,000
	Son test	60,92	50	7,67	56,10	49	,000

Her iki grubun ön test ve son testleri arasındaki farkın anlamlı ($p<0,001$) olduğu tespit edilmiştir. Ancak deney grubunun ön test ve son test ortalamaları karşılaştırıldığında, deney grubunun ön test ve son test ortalamaları arasındaki farkın kontrol grubuna oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre deney grubu uygulamalarının, kontrol grubu uygulamalarına göre öğrenci başarısını daha fazla artırdığı söylenebilir.

3.2. Araştırmada Kullanılan Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Mülakatların analizi için öğrencilere yöneltilen sorulara verilen cevaplar kodlanmıştır. Her soru için, kullanılan kodlar, anlamları, kodların tekrarlanma sıklığı ve öğrencilerin verdikleri cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

1. Sizce laboratuvarda deney yapmanın amacı nedir? Niçin deney yapıyoruz?

Bu soru için, her öğrenci laboratuvarın birden çok amacından söz etmiştir. Öğrencilerin cevaplarına göre oluşturulan kodlar, anlamları, frekansları ve yüzde değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Mülakattaki birinci soruya verilen cevaplar için oluşturulan kodlar, anlamları, tekrarlanma sıklıkları ve yüzde değerleri (N=20)

Kod		Anlamı	f	%
Teoriği pratiğe aktarma	Hipotez test etme	Bir problemin çözümüne yönelik olarak ortaya atılan hipotezleri deneyerek test etmek için deney yapma	12	60
	Bilgi-ispatlama	Teorik derste öğrenilen bilgileri laboratuvarda yapılan deneylerle ispatlamak ve böylece bilginin kalıcılığını artırmak için deney yapma	6	30
Mesleğe hazırlama		Öğretmenlik yaşantısında, deney tasarlama, yürütme ve öğrencilere deneylerde yardımcı olabilecek bilgi ve beceriye sahip olmak için deney yapma	5	25
El becerileri geliştirme		El becerilerini geliştirmek için deney yapma	3	15

Tablo 4'te görüldüğü gibi, "hipotez test etme" kodu en fazla tekrar edilmiştir (f=12). Yani örnekleme oluşturan öğrencilerin % 60'ı, deney düzenleme amaçlarının, bir problemin çözümüne yönelik olarak ortaya atılan hipotezleri deneyerek test etmek, olayları gözlemleyerek ve ölçümler yaparak bilimsel bilgiye ulaşmak olduğunu belirtmişlerdir.

Bu öğrencilerin mülakatta verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda verilmiştir:

"...Çağ itibariyle çok gelişmiş bir dönemdeyiz. Sürekli gelişen teknolojinin ve değişim içerisinde olan bilgilerin hızına yetişmek gittikçe zorlaşıyor. Bilgimizi teknolojide eritmek istiyoruz. Zaten bütün insanlığın da istediği bu değil mi? Edison ampülü bir gece rüyasında gördükten sonra mı buldu? Chamist buhar makinesini 5 dakika içinde üretmedi. Onlar deney yaparak, onlarca, hatta yüzlerce hipotez kurarak ve bunları düzenledikleri sayısız deneylerle başarmışlar..."

"Birisi bana yüzmeyi anlatsa, kulaç şöyle atılır, şöyle dengede durulur diye saatlerce anlatsa ben yüzmeyi öğrenemem. Yüzmeyi öğrenmem için, denemeler yapmalıyım, el ve ayaklarımı çeşitli pozisyonlarda tutarak dengede durmayı ve hareket etmeyi kendim, deneyerek ve yanılarak ve biraz da su yutarak öğrenmeliyim. İşte böyle olursa, yüzmeyi

çok daha iyi öğrenirim. Laboratuvar da bunun gibi, olaylar bizzat, denenerek ve defalarca tekrarlanarak incelenmelidir. Amaç bu olmalıdır.”

“İnsanlar okudukları bilgileri bir süre sonra unutabilirler, ancak belirli olayların gözlemlendiği, hipotezlerin doğrulandığı ve çeşitli deneylerin yürütüldüğü çalışmalarda, kendi çabalarıyla öğrendikleri için daha kalıcı bilgi edinirler.”

“...Deneyleri yaparken neden- sonuç ilişkilerini daha açık bir biçimde görme imkanı buluyoruz. Ayrıca sürekli ezberci bir yaklaşımla beynimize yığılan bilgiler kısa zamanda kayboluyor ve bizim için hiçbir şey ifade etmeyecek hale geliyor. Deneyler de, kendi kurduğumuz hipotezimizi doğrulayarak bilgiye ulaştığımız zaman unutmuyoruz, o bilgi bizimmiş gibi hissediyoruz. Bence deneyin amacı, Kurduğumuz hipotezleri test etmek olmalıdır.”

“Bu deneylerdeki amacımız, değişkenler arasındaki ilişkileri tamamen bizim tasarladığımız ve kurduğumuz deneylerden sonra yorumlamak ve sayısal ilişkileri ortaya çıkarmaktır.”

Örnekleme oluşturan öğrencilerin, % 30'u, (f=6) deneylerde amaçlarının, derslerde öğrendikleri bilgileri ispatlamak ve böylece bilgiyi pekiştirmek olduğunu ifade etmişlerdir. Tablo 4'te de görüldüğü gibi “bilgi ispatlama” kodunun tekrar edilme sıklığı 6'dır.

Bu öğrencilerin mülakatta verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda sunulmuştur:

“...Çeşitli yollarla öğrendiğimiz teorik bilgileri veya önceki bilgilerimize ters düşen bilgileri deney yoluyla uygulamalı olarak görüyor ve doğruluğu konusunda daha iyi tatmin oluyoruz. Bence deney yapmadaki amaç, teorik bilgiler konusunda tatmin olmayı sağlamaktır.”

“...Deney yapmadaki amaç, teorik derste sindiremediğimiz bilgileri sindirmek, derslerde işlediğimiz konuları daha iyi anlamak ve pekiştirmek, görsel olarak bu bilgileri ispatlayarak daha kalıcı öğrenmeyi sağlamaktır.”

“Yaptığımız deneylerde, teorik olarak öğrendiğimiz bilgileri kendimiz deneyerek yeniden görüyoruz böylece formüllerin temelini, neyin nereden geldiğini anlayabiliyor, arasındaki sebep- sonuç ilişkilerini daha iyi kavırıyoruz. Bence deneyin amacı, derste gördüğümüz konuların daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır.”

Tablo 4'te görüldüğü gibi, örnekleme oluşturan öğrencilerin, % 25'lik bir bölümü (f=5) deneylerin yapılma amacının, öğretmenlik mesleğine hazırlık olduğunu düşünmektedirler. Bu öğrenciler, mesleki yaşantılarında gerekli olan deney tasarlama, yürütme, öğrencilere deneylerde yardımcı olabilmek gibi becerilere sahip olmak için deney

yürüttüklerini ifade etmişlerdir. Bu öğrencilerin mülakatta verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda verilmiştir:

“Alanımız olan fen bilgisinde çok fazla deney olduğu için, deney yapmadaki amacımızın bu deneylere bir ön hazırlık sağlamak, laboratuara ve araç gereçlere mesleğe atılmadan önce alışmak olduğunu düşünüyorum”

“Öğretmenlik yaşantımızda çok fazla deney yapacağımız için, fakültede deneyin gerekliliği konusunda tatmin olmamız gerekmektedir. Bence laboratuvarın amaçlarından biri deneylerin gerekliliğine inandırılarak, meslek yaşantımızda bu inanç doğrultusunda hareket etmemizi sağlamaktır.”

Örnekleme oluşturan öğrencilerin, % 15'i, (f=3) deneylerde amaçlarının, el becerisi geliştirmek olduğunu ifade etmişlerdir. Tablo-4'te de görüldüğü gibi bu kodun tekrar edilme sıklığı 3'tür. Bu öğrencilerin mülakatta verdikleri örnek bir cevap aşağıda sunulmuştur:

“Deneyler her türlü aracı kullanabilme yeteneği kazanmamıza, çalışmayan bir aleti nasıl çalıştırabileceğimiz bilgisini kazanmamıza imkan sağlamaktadır. Örneğin, kurduğumuz bir devrenin çalışmaması durumunda, bu el becerileri sayesinde çalışmayan devre elemanını kolayca bulabiliriz. İstediğimiz zaman, basit devreler kurarak kafamızdaki soruları cevaplayabiliriz. Bence bilgilerin kalıcı olmasını sağlamanın yanında, bu becerileri kazandırmak ta önemli bir amaçtır.”

2- Laboratuarda yürütülen fizik deneylerinde, bilgisayar destekli dijital deney araçları kullanmak size ne gibi faydalar sağlamıştır?

Bu soru için, öğrencilerin cevaplarına göre oluşturulan kodlar, anlamları, frekansları ve yüzde değerleri Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5'te görüldüğü gibi 'Doğru-güvenilir-hassas veri' kodu en fazla tekrar edilen koddur (f=18). Öğrencilerin % 90'ı Data Logger ile yapılan deneylerde elde edilen verilerin son derece hassas ve hata payının olabildiğince düşük olduğunu belirtmişlerdir. Doğru ve güvenilir veriler elde eden öğrenciler, hipotezlerini de aynı hassaslıkla test etme olanağı bulduklarını dile getirmişlerdir.

Aşağıda öğrencilerin bu kod altında toplanan cevaplarından bazıları verilmiştir.

“Bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenler deneyini yaparken, bakır telin uzunluğunu 5 cm. artırdık ve bu durumda üzerinden geçen akımın değiştiğini gözlemledik.

Tablo 5. Mülakattaki ikinci soruya verilen cevaplar için oluşturulan kodlar, anlamları, tekrarlanma sıklıkları ve yüzde değerleri (N=20)

Kod	Anlamı	f	%
Doğru-güvenilir-hassas veri	Data Logger ile yapılan deneylerin kısa sürmesi, elde edilen verilerin doğru, güvenilir ve hassas olması	18	90
Kısa sürede veri alma	Veri toplama sürecinin çok kısa sürmesi	12	60
Kullanım kolaylığı	Data Logger ile veri toplamanın kolay olması	8	40
Çok veri alma	Bir ölçümde yüzlerce veri alabilme	6	30
Yorumdan bağımsız veri	Veriler sayısal olduğu için, yorumlama veya yuvarlamaya gerek kalmaması	5	25
Görsellik	Veriyi grafiklerle ve tablolarla sunma ve kaydetme imkanı sunması	4	20

Buradan, akımdaki değişme sebebini dirençteki değişmeye onu da iletkenin boyundaki değişmeye bağladık. Araç o kadar hassas veri alıyor ki, ben normal bir ampermetre ile bu iletkenin boyundaki 5 cm gibi küçük bir artışta dirençteki değişiminin ölçülebileceğini zannetmiyorum.”

“Dijital araçlar daha kesin sonuçlara varmamızı sağlıyor. Çünkü bu araçlar ile saniyenin çok az bir diliminde meydana gelen değişimleri bile ölçebiliyoruz”

“...Bazen hassas olmayan ölçümler insanları çok yanlış sonuçlara götürebilmektedir. Bu yüzden deneysel işlemler yaparken hassas ölçümler yapmak gerekir. Ayrıca teknolojik gelişmelerin temelinde hassas ölçümler ve dikkat yatmaktadır.”

“Data Logger, görmemiz gereken bilgileri daha doğru olarak gösteriyor. Yaptığımız deneylerde aynı anda hem gerilimi hem de akımı büyük bir hassaslıkla ölçebildik. Mesela 0,0001 amper ölçtüğümü hatırlıyorum. Bu veriye geleneksel olarak kullanılan ampermetre ile ulaşamayız”

Örnekleme oluşturan öğrencilerin % 60'ı Data Logger ile yapılan deneylerde veri toplama işleminin çok kısa sürdüğünü belirtmişlerdir (f=12). Böylece pek çok hipotezi test etme imkanı buldukları gibi verilerin yorumlanması için kendilerine yeterli zaman kaldığını da belirtmişlerdir.

Bu öğrencilerin mülakatta verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

“Data Logger ile yaptığımız deneylerde hızlıca veri topladığımız için verileri yorumlamaya yeterince zaman kalıyor.”

“Arkadaşlarımızla, problemin çözümüne yönelik hipotezler ortaya atıyoruz. Bazen her birimizin farklı hipotezleri savunduğumuz bile oluyor. Ancak Data Logger ile her bir hipotezi test etmeye yetecek kadar veri toplayıp, kısa sürede bunları analiz edebiliyoruz.”

“Ben bir iletkenin direncinin neye göre değiştiğini liseden hatırlıyorum ama umutmuştum. Çünkü ezberlemiştim. Bu deneyi yaptıktan sonra, kolay kolay bunu umutacağımı sanmıyorum. Çünkü, deneyleri biz yaptık, bir bilim adamı gibi çalıştık. Kendimi gelişmiş araçlarla ve bilgisayarlarla çalışan bilim adamı gibi hissettim. Çok kısa zamanda, çok fazla veri aldık, yorumladık, yanlış çıkan hipotezler yerine yenilerini kurduk ve doğrulamak için deneyler yaptık...”

Tablo 5’te görüldüğü gibi, örneklemedeki öğrencilerin % 40’ı Data Logger’ in kullanımının kolay olduğunu belirtmişlerdir (f=8). Bu araç ile tasarladıkları bütün deneyleri kolayca uygulamaya aktardıklarını ifade etmişlerdir. Uygulamaların ilk haftalarında biraz zorlansalar da, yaptıkları sayısız denemelerin ardından rahatlıkla, etkili deneyler yürüttüklerini söylemişlerdir.

Aşağıda öğrencilerin bu kod altında toplanan cevaplarından bazıları verilmiştir.

“Data Logger ile, devredeki akım, gerilim ve hatta sıcaklığı ölçüp, bilgisayara aktarmak çok kolay olmaktadır. Ayrıca grafikte, eksenleri değiştirebilme üç farklı değişkenin birbiri ile ilişkisini aynı anda görebilme, hatta eksen aralıklarını genişletip küçük değişimleri incelemek zor gibi görünen ama Data Logger ile yapılması çok kolay olan uygulamalar...”

“...Ampermetre ve voltmetre ile ayrı ayrı ölçüm yapmak yerine ikisini birden kullanarak ölçüm yapmak ve grafik çizmek çok kolay oluyor...”

“...Data Logger bir çok deney aracının işlevini gerçekleştirdiği için deney düzeneği kurmada bize kolaylık sağlıyor...”

Örnekleme oluşturan öğrencilerin % 30’u, (f=6) yaptıkları hemen her ölçümde yüzlerce veri aldıklarını, hipotezlerini bu sorulara dayanarak test ettiklerini belirtmişlerdir. Aşağıda öğrencilerin bu kod altında toplanan cevaplarından bazıları verilmiştir.

“Akım-gerilim ilişkisini incelemek için yaptığımız deneyde, iki yüzden fazla veri aldığımızı hatırlıyorum. Böylece, bütün değişimleri, akım-gerilim ilişkisini kolayca inceleyebildik. Bunun yanında, kalorimetre kabı ile deney yaparken akım ve sıcaklık sensörlerini kullandık. Bu deneyde ise, her bir ölçümde beş yüzden fazla sıcaklık ve ona karşılık gelen akım değeri ölçtük. Anakol gerilimini değiştirdik ve aynı şekilde beş yüz

civarında sıcaklık ve akım değeri kaydettik. Bu şekilde yürütülen deneylerde hata payı çok düşük olmaktadır.”

Tablo 5’te görüldüğü gibi, öğrencilerin yüzde 25’i ($f=5$) Data Logger ile yürütülen deneylerde veriler sayısal olarak ifade edildiği için kullanıcıdan veya ölçme aracından kaynaklanan ölçme hatalarının asgari seviyeye indirildiğini belirtmişlerdir.

Aşağıda bu fikre sahip öğrencilerin verdikleri cevaplardan bazı örnekler sunulmuştur.

“Voltmetre ve ampermetre gibi araçlarda ibre olduğu için veriler bazen tahmini olarak okunuyor. Bu da sonuçlarda yanlışlıklara sebep olabiliyor. Bu durum deneyin sonucuna da olumsuz yönde etkiliyor.”

“Geleneksel araçlarda ölçüm sonucu gözlemleyen kişiye göre değişirken Data Logger’ da sonuçlar doğruya çok yakındır ve hata payı azdır. Bu yüzden deney hakkında daha doğru veriler bizi daha doğru sonuçlara götürür.”

Örnekleme oluşturan öğrencilerin % 20’si ($f=4$) deneylerde elde ettikleri yüzlerce verinin bilgisayar yazılımıyla grafiklerinin çizildiğini böylece değişkenler arasındaki ilişkileri kolayca inceleyebildiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrenciler verileri bilgisayara kaydetme imkanı bulduklarını böylece istedikleri zaman verileri inceleme olanağına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Aşağıda öğrencilerin bu kod altında toplanan cevaplarından bazıları verilmiştir.

“Bilgisayar ortamına verilerimizi aktarabiliyoruz ve bunları saklayıp gerektiğinde kullanabiliyoruz. Örneğin Data Logger da verilerin grafiklerini istediğimiz gibi görebiliyoruz.”

“...Data-logger’ dan alınan verilerin bilgisayarda grafik olarak gösterilmesi benim çok hoşuma gidiyor ve deneyleri severek yapmamı sağlıyor ayrıca diskete kaydettiğimiz grafikleri bilgisayar laboratuvarında inceleyerek deneyi yeniden yapıyor gibi hareket ettirebiliyoruz. Böylece değişkenleri daha iyi inceleyebiliyoruz...”

3- Uygulamalar boyunca ne gibi zorluklarla karşılaştınız?

Bu soruya öğrencilerin verdikleri cevaplara göre çeşitli kodlar oluşturulmuştur. Bu kodlar, anlamaları, kodların tekrar edilme sıklıkları ve yüzde değerleri Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6’da görüldüğü gibi, öğrencilerin deneyleri yaparken karşılaştıkları zorlukların başında, uygulamalardaki araştırma sorularını cevaplamak için gerekli olan kaynak

sayısının az, niteliğinin ise düşük olması gelmektedir. Örneklemi oluşturan öğrencilerin % 60'ı ($f=12$) kaynak eksikliğinden ötürü, özellikle elde ettikleri bilgilerin teknolojideki kullanımı ile ilgili araştırmalarda zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Tablo 6. Mülakattaki üçüncü soruya verilen cevaplar için oluşturulan kodlar, anlamları, tekrarlanma sıklıkları ve yüzde değerleri ($N=20$)

Kod	Anlamı	f	%
Kaynak eksikliği	Konu hakkında ayrıntılı araştırma yapabilmek için yeterli kaynak eksikliği	12	60
Adaptasyon zorluğu	Araç kullanımı ve deney yapma konusunda bilgi verilmiş olsa bile, ilk uygulamalarda zorluk yaşama.	10	50
İspatlama deneyi isteği	Hipotez test etme deneylerinde yapılacakların önceden belli olmaması	5	15
Teknik problem	Data Logger ile ölçüm yapılırken karşılaşılan teknik sorunlar	2	10

Öğrencilerin % 50'si ($f=10$), Data Logger Kullanımının her ne kadar kolay olsa da, ilk uygulamalarda zorlandıklarını ancak sonraki uygulamaların çok kolay olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle lisede hiç deney yapmadan buraya gelen veya yapsa da sürekli gösteri deneyleri veya ispatlama deneyleri yapan öğrenciler bu uygulamalara adapte olmakta güçlük çektiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca, temel bilgisayar bilgisine sahip olmayan öğrenciler, alışma sürecinin kendileri için biraz uzun sürdüğünü ancak alıştıktan sonra hiç problemleri kalmadığını da açıklamışlardır.

Öğrencilerin %15'i hipotezlerin test edilmesi şeklinde gerçekleştirilen deneyleri pek beğenmediklerini, bilimsel bilgilerin ispatlanması şeklinde gerçekleştirilen deneylerde önceden hazırlıklı geldikleri için daha iyi öğrendiklerini belirtmişlerdir. Oysaki hipotezi test etme şeklindeki deneylerde ne bulacaklarını bilmediklerini bu durumun kendilerinde olumsuz bir etki yaptığını ifade etmişlerdir.

Örneklemdaki öğrencilerin % 10'u ($f=2$) deney yaparken Data Logger'ın hata verdiğini, ölçme işlemini yarıda bıraktığını, zaman zaman bilgisayar yazılımı ile bağlantısının kesildiğini bu nedenle uygulamaların aksadığını belirtmişlerdir.

Aşağıda öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplardan bazıları aktarılmıştır:

“Deneylerde sorulan soruları araştırmak için kütüphanede yeterli kaynağa ulaşamıyoruz. İnternette ise, her zaman aradığımız bilgiyi bulamıyoruz. Bulduğumuz kaynaklar genelde ingilizce olduğu için bunlardan istenen düzeyde faydalanamıyoruz”

“....Bence bilgileri hipotezlere doğrulayarak ulaşmak yerine, önceden çalışarak gelmek ve öğrendiklerimizi laboratuvarlarda deneylerle ispatlamak daha faydalı olur. Aksi taktirde, ne bulacağını bilmeden hareket etmek dibi görünmeyen bir kıyıya doğru gitmeye benziyor...”

“Data Logger ile ölçüm yaparken, akım ve gerilim değerleri çok küçük olsa da değişim gözleniyor. Örneğin 3 V'luk bir gerilim uygulanan direncin üzerinden 6 Amperlik akım geçmesi gerekirken, Data Logger bu değeri 2,9999 Amper, 2,9899 Amper, 2,7989 Amper gibi zamanla değişen farklı değerlerde gösteriyor. Bu durumda, Excel'de oluşturulan veri tablosunda ortalama bir değer alıyor ve verileri bu şekilde yorumluyoruz.”

3.3. Araştırmada Kullanılan Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Gözlemler, uygulamayı yürüten öğretim elemanı tarafından yapılmış, kayıt işlemi deneyler tamamlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda uygulamalar boyunca yapılan gözlemler genel olarak sunulmuştur:

Uygulamaların ilk haftalarında, öğrencilerin bozulabileceği endişesiyle Data Logger'ı kullanmada biraz çekingen davrandıkları, grup tartışmalarına az katıldıkları, bir kısmının ise elektrik çarpabileceği kaygısından ötürü deney yapmaya pek yanaşmadığı gözlenmiştir. Ancak ilerleyen haftalarda bu kaygı ve endişelerin ortadan kalktığı, örneklemdeki öğrencilerin tamamına yakınının fikirlerini açıkça ifade ettikleri ve uygulamalara bizzat katıldıkları gözlemlenmiştir.

Hazırlanan çalışma planı uyarınca, öğrenciler deney yapacakları masaya yönlendirilmiş ve öğretim elemanı kılavuzundaki sorular öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrenciler deney süresinin ilk 10 dakikalık bölümünde, grup arkadaşları ile kendilerine yöneltilen sorular hakkında bildiklerini veya bilmediklerini ortaya koymak amacıyla, kendilerine yöneltilen sorular çerçevesinde tartışmalar yürütmüşlerdir. Grup tartışmalarına katılmaya istekli olmayan öğrenciler, araştırmacı tarafından tartışmaya katılmaları, yanlış bile olsa bildiklerini ifade etmeleri yönünde teşvik edilmişlerdir. Bu aşamada, probleme dayalı hipotezler kurulmuştur.

Öğrenciler, deneylerin ikinci 20 dakikalık bölümünde, kurdukları hipotezler için tasarladıkları deneyleri uygulamışlardır. Bu süreç, gruptaki öğrencilerin bir problem için birden fazla hipotez öne sürmeleri ve zaman zaman Data Logger' dan kaynaklanan

teknik arızalardan ötürü önerilenden biraz fazla sürmüştür. Öğrenciler grup arkadaşları ile verileri deney ortamından bilgisayara kaydederek, bilgisayar laboratuvarında analiz etmişlerdir. Bu süreçte öğrencilerin istekli oldukları gözlenmiştir. Verileri bilgisayara kaydeden öğrenciler, bunları kullanarak hipotezlerini test etmişlerdir. Örneklemdeki öğrenci gruplarından bazılarının, hipotezleri doğrulanmadığı için deneyi yeniden tekrarladıkları da gözlenmiştir.

Öğrencilerin deneyleri yürütürken, grup arkadaşları ile yaptıkları tartışmalarda yaptıkları yorumları ve öğretim elemanının sorularından oluşan gözlem bulguları verilmiştir. Öğretim elemanı, zaman zaman öğrencilerin yanlış cevaplar vermelerine rağmen bunları düzeltme yoluna gitmemiştir. Böylece öğrencilerin konu hakkında sahip oldukları bilgiler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Deney 1: Bir İletkenden Geçen Akım ve Bu İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi

Ön Bilgi Yoklama-Problemi Belirleme:

Deneye tartışmayı başlatma ve problem durumlarını ortaya çıkarmak için öğrencilere rehber materyalde bulunan çeşitli sorular yöneltilmiştir.

-Devreden geçen akım, iletkenin üzerinden geçen akım, elektrik akımı gibi ifadeleri sıklıkla duymaktayız. Peki, akım deyince ne anlıyoruz?

-Akım bir iletkenin birim kesitinden geçen yük (elektron) miktarıdır.

-O zaman şöyle diyebiliriz; iletken bir telin içinden zaman zaman yük geçer. Bu telin 1 cm^2 lik alanından geçen yük miktarı akımdır. Peki iletkende yük geçişi nasıl olur? Yani elektron güç kaynağının eksi ucundan yola çıkıp sonra telden geçip en son da artı uca yolculuğunu mu tamamlıyor. Akımın geçişi söylediğim gibi mi olmaktadır?

-Evet, güç kaynağından çıkan elektronlar iletken telden geçerler, devre elemanlarının üzerinden geçerek tekrar güç kaynağına dönerler.

-Bence akım söylediğiniz gibi oluşmaz. İletken telde zaten elektronlar var. Güç kaynağı bu elektronları harekete geçiriyor. İletken telde hareket eden elektron değil, güç kaynağının yaptığı etki. Bu durumu şuna benzetebiliriz. İçi su dolu bir hortum düşünelim. Hortumun bir ucundan üflediğimizde, diğer uçtan dışarı su çıkar. Dışarı çıkan su damlacıkları, ağızımıza yakın olan yerdeki su damlacıkları değildir. Üfleme etkisi, damlacıklar arasında aktarılarak en sondaki su damlacıklarının dışarıya çıkmasına sebep olmuştur. Bana göre akımın devreden geçişi de tıpkı suyun hortumda ilerlemesindeki gibi olmaktadır. Bunu şu duruma da benzetebiliriz. Pil veya güç kaynağı, öğrenciye soruları

çözüp cevaplarını veren öğretmen gibi davranmıyor. Öğrencideki potansiyelin farkında olan ve bu potansiyeli harekete geçirmek için çaba sarf eden öğretmen gibi davranıyor.

- Güç kaynağı veya pilleri düşünelim. Bunlar akımı nasıl üretiyorlar? Bu konuda ne düşünüyorsunuz?

-Bir pili, içi elektronlarla dolu bir kutu gibi düşünebiliriz. Yani kapağı açtığımız zaman (güç kaynağını veya devredeki anahtarı açtığımız zaman), elektronlar sırayla akmaya başlıyor. Belli bir zaman sonra da, pildeki elektronlar tükendiği için pil bitti diyoruz. Pildeki elektronlardan biri dolanımını tamamladıktan sonra diğeri devreye giriyor.

-Bana göre de, elektronlar kutudan boşalıyor gibi güç kaynağından çıkıp devreye giriyor. Ama sırayla değil. Hep birlikte devreden geçerek tekrar kutuya geliyor. Ancak, tekrar güç kaynağına dönen elektronlar ikinci defa devreden geçemiyorlar. Bir pilin veya güç kaynağının güçlülüğü, lambayı uzun veya kısa süre yakabilme yeteneği, içinde depoladığı elektron miktarına bağlıdır. Örneğin 9 voltluk bir pilde 1,5 voltluk pilden daha fazla elektron bulunmaktadır.

-Bence güç kaynağı ile devre arasındaki ilişki, kalp ile damarlar arasındaki ilişkiye benzer. Yani kalp depoladığı kanı damarlara yollamaz. Mevcut kanı, pompalama görevi görür. Bunun gibi, kalbi güç kaynağına, damarları da devreye benzetebiliriz

-Eğer söylediğiniz gibi ise, pil bitti dediğimizde, aslında orda biten nedir? Pilin eskidiğini, artık elektron pompalayamadığını mı söylemek istiyoruz? Bu düşünce pek mantıklı değil.

-Peki gerilim veya bir başka ifade ile potansiyel fark nedir? Burada, farktan söz ederken hangi niceliğin farkından söz ediyoruz? Mesela yaş farkı dediğimizde, bireylerin yaşamış oldukları yıl farkından bahsederiz. "Potansiyel fark" ifadesindeki fark nedir?

-Potansiyel fark, güç kaynağının veya pilin kutupları arasındaki elektron sayısındaki farktır. Pilin eksi ucunda artı ucundakinden daha fazla yük bulunmaktadır. Bu farklılık olmazsa devreden yük geçişi olmaz .

- Direnç kavramından ne anlıyoruz? Akım devredeki dirençten geçerken nasıl davranır?

-Bir devrede ne kadar çok direnç varsa, akım o kadar yavaş geçer. Direnç, devrede akıma karşı koyan devre elemanıdır.

-Bence söylediğiniz tam olarak doğru değil. Çünkü; pil, direnç ve iki ampermetreden oluşan basit bir devre düşünelim. Devreyi kuralım ve ampermetrelerden birini direncin bir

ucuna, diğerini direncin tam üstüne bağlayalım. Eğer direnç akımı yavaşlatıyorsa, ampermetrelerden biri diğerinden daha önce akımı ölçecektir. Öyle mi? Bunu deneyip, böyle olmadığını görebiliriz.

-Akım ile gerilim arasında nasıl bir ilişki vardır? Akım mı gerilime neden olur yoksa gerilimden ötürü mü akım meydana gelir? Yani bu iki nicelikten hangisi sebep hangisi sonuç durumundadır?

-Eğer devrede potansiyel fark olmazsa, akım meydana gelmez. Bu nedenle potansiyel fark akım üretilmesine sebep olur. Yani potansiyel fark sebep, akım sonuç durumundadır.

-Pil, direnç ve bağlantı kablolarından oluşan bir devre düşünelim. Bu devrede, akım direnç üzerinde potansiyel fark oluşmasına sebep olur. Bu olayda akım sebep; direnç üzerinde oluşan potansiyel fark ise sonuç durumundadır.

- Bir devrede direnç üzerindeki gerilim ile akım arasında nicel olarak nasıl bir ilişki vardır? Bunu bir deney tasarlayarak nasıl ortaya koyabilirsiniz?

-Devredeki potansiyel fark ne kadar çok olursa o kadar fazla akım oluşur. Birbirleriyle doğru orantılıdır.

-Potansiyel fark ile akım doğru orantılıdır ama potansiyel farkı belirli bir değerden sonra ne kadar artırsak ta akım o oranda artmaz. Çünkü direnç gerilime belirli bir değere kadar dayanır. Bu nedenle, doğru orantı her zaman geçerli değildir.

Bu deneyde pek çok problem durumu belirlenmiştir. Aşağıda problemlerden birinin çözüm sürecine yönelik gözlem bulguları verilmiştir.

Rehberli Sorgulama

Bu süreçte öğrencilerden, bir direnç üzerindeki akım-gerilim ilişkisini nicel olarak ortaya koymak için, Data Logger ile yapılabilecek bir deney tasarımları istenmiştir. Grup içi tartışmalarda öğrencilere ait cümleler italik olarak belirtilmiştir.

- Hipotezimiz, akımın gerilimle doğru orantılı olarak değiştiğidir. Bunu test etmek için, güç kaynağı, bağlantı kabloları ve dirençlerden oluşan basit bir elektrik devresi kuralım. Bu devreye akım ve gerilim sensörlerini bağlayalım. Akım sensörünü iç direnci oldukça küçük olduğu için devreye seri, gerilim sensörünü ise iç direnci çok büyük olduğu için direncin iki ucuna paralel olarak bağlayalım. Güç kaynağının gerilimini değiştirerek, direncin üzerinden geçen akım ile aynı direnç üzerinde oluşan gerilim değişimini bilgisayar ekranında gözlemleyelim.

- Yazılımın kaydettiği akım gerilim değerlerini ve grafiği inceleyerek akım-gerilim ilişkisini kuralım.

Kavram oluşturma

Öğrenciler deney tasarımı tamamlandıktan sonra, uygulamalara geçmişlerdir. Uygulama sürecinde bazı öğrencilerin özellikle bilgisayar kullanma konusunda biraz çekingen davrandıkları gözlemlenmiştir. Öğrenciler fizik laboratuvarında verileri diskete kaydettikten sonra, bilgisayar laboratuvarında incelemişlerdir. Ayrıca, yazılımın grafiği simüle etme özelliğini kullanarak, deney sürecini yeniden incelemişlerdir. Yazılımda akım-gerilim grafiğinin doğru orantı grafiği olduğu, bu nedenle akımın gerilim ile doğru orantılı bir şekilde değiştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Uygulama

Öğrenciler yaptıkları deney ile hipotezlerini doğrulamışlardır. Öğrencilere araştırma soruları verilmiş ve deneyde elde ettikleri sonuçlar ile araştırma sonunda bulduklarını birleştirerek bir rapor yazmaları istenmiştir. Araştırma konuları özellikle, deneyde öğrenilen bilgilerin teknolojidaki veya güncel yaşamdaki kullanım sahalarının araştırılmasına yönelik soruları içermektedir. Bunun yanı sıra, araştırma sorularının bir bölümünün, öğrenilen bilgiye dayanarak yeni durumların çözömlenmesi için deney tasarımlarını da içerecek türden olduğu gözlemlenmiştir.

Deney 2: Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler

Ön Bilgi Yoklama-Problemi Belirleme:

Deneye başlarken, ön bilgileri ortaya çıkarmak ve problemleri belirlemek için gruptaki öğrencilere, Öğretim Elemanı Kılavuzundaki sorular yöneltilmiştir. Aşağıda öğrencilere sorulan sorular ve onların verdikleri cevaplar aynen aktarılmıştır. İtalik olarak yazılan ifadeler, gruptaki öğrencilere aittir.

-İletken bir telin direncini değiştirmek için tel üzerinde ne tür değişiklikler yapmak gerekir? Bu konuda ne söyleyebilirsiniz?

-Direnç, iletkenin akıma gösterdiği karşı koyma isteğidir. Bana göre iletkenin boyunu artırdığımız zaman, üzerinden daha az akım geçer. Mesela yüksek gerilim hatlarında akımı taşımak istediğiniz mesafe artarsa, akım miktarı azalır. Demek ki akım, iletkenin boyu arttığında azalıyor. Buradan boy-direnç ilişkisini de şöyle kurabiliriz. Direnç akıma karşı gösterilen tepki ise, direnç ne kadar çok olursa akım da o kadar az olur. O halde, İletkenin boyunun uzaması üzerinden geçen akımı azaltıyorsa, direncin artmasına sebep oluyordur. Yani iletken bir telde boy arttıkça o iletkenin direnci de artar.

-Arkadaşımızın da söylediği gibi direnç akıma karşı gösterilen zorluktur. Ancak, bence iletkenin boyu ne kadar uzarsa, akım da o iletkenenden daha kolay geçer. İletkenin boyunun artması, akımı artırır ve akım artışının sebebi direncin azalmasıdır. Dolayısıyla, iletken bir telde boyun uzaması, o iletkenin direncini azaltır.

-Bence, iletkenin boyu direncini artırır. Tel ne kadar uzarsa, miktarı artar ve direnci de artar. Bunların yanı sıra, iletkenin direncini değiştiren tek etken boy değildir. Mesela, iki basit elektrik devresi düşünelim. Bunlardan biri, bakır tel, ampermetre ve pil ile; diğeri de alüminyum tel, ampermetre ve pil ile kurulmuş olsun. Devreyi çalıştırdığımızda, ampermetre farklı akım değerlerini gösterir. Bunun sebebi, iletkenlerin farklı cinsten olmalarıdır.

-Bunlara eklenmesi gereken başka bir husus ta, telin kalınlığıdır. Biri kalın diğeri ince olan telden aynı akım geçmez. Kalın olan telden akım daha kolay geçer. Kalın borudan suyun daha kolay geçmesi gibi. Kalın telin direnci de düşük olacaktır, çünkü akımı kolay geçirmektedir., Bu deneyde, iletken bir direncini etkileyen faktörler tartışılmış ve öğrencilerin konu hakkında bildikleri ortaya konulmuştur. Tartışmalardan da görüldüğü gibi, öğrenciler iletkenin boyunun direncine olan etkisi konusunda fikir birliğine varamamışlardır. Bu durum problem durumu olarak ele alınmıştır. Aşağıda bu problemin çözümüne yönelik gözlem bulguları verilmiştir. Ayrıca, Data-Logger ile yapılan bu deneyde, öğrenciler iletkenin kalınlığı ve cinsinin direncine olan etkisini de inceleme olanağı elde etmişlerdir.

Rehberli Sorgulama:

Bu aşamada, problemi çözmek için deney tasarımı yapılmıştır. Öğrenciler, iletken bir telde boy-direnç ilişkisini ortaya koymak ve bu iki fiziksel niceliğin sayısal olarak ilişkisini incelemek için bir deney tasarlamışlardır. Tasarlanan bu deneyin uygulanması sırasında yapılan gözlemlerde ortaya çıkan bulgular aşağıda verilmiştir.

Kavram Oluşturma:

Deneyde iletkenin direncine etki ettiği düşünülen kalınlık ve iletkenin cinsi faktörleri kontrol altına alınmıştır. Bu amaçla, uzunlukları aynı olan dört adet bakır tel alınmıştır. İletken tel, bağlantı kabloları, akım sensörü, Data-Logger ve güç kaynağı ile bir elektrik devresi kurulmuştur. Güç kaynağının gerilimi sabit tutularak, her defasında farklı uzunluktaki bakır teller devreye bağlanmış ve devreden geçen akımlar yazılım ile kaydedilmiştir. Her deneme sonunda, yazılım tarafından çizilen grafikler karşılaştırılmış ve iletkenin boyunun uzaması durumunda üzerinden geçen akımın azaldığı yani direncinin

arttığı sonucuna varılmıştır. İletkenin boyunun uzaması durumunda, akımın da artacağı yönünde düşünceye sahip olan öğrenciler bu düşüncelerini değiştirmişlerdir.

Bu süreçte ayrıca, iletkenin kalınlığı ve direnci ile iletkenin cinsi ve direnci arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla iki deney daha yapılmıştır.

Uygulama:

Öğrencilere, deneyleri tamamladıktan sonra reostanın çalışma prensibi ve bu deneyler sonunda ortaya çıkan durum ile ilişkisini ortaya koymaları istenmiştir. Ayrıca, öğrenciler deney süresinde yaptıklarını; kurdukları hipotezleri, deney tasarımlarını, elde ettikleri verileri, grafikleri, araştırma sonundaki bilgileri ve bu bilgilerle deney sonunda ulaştıkları bilgiler arasındaki ilişkiyi içeren bir deney planı hazırlamışlardır.

Deney 3: Elektroliz

Ön Bilgi Yoklama-Problemi Belirleme:

Diğer deneylerde olduğu gibi bu deneyde de, öğrencilere deneye başlamadan önce Öğretim Elemanı Kılavuzundaki sorular yöneltilerek, onların ön bilgileri yoklanmıştır. Aşağıda öğrencilere sorulan sorular ve verdikleri cevaplar aynen aktarılmıştır. İtalik olarak yazılan ifadeler, gruptaki öğrencilere aittir.

-Elektroliz kavramı size ne anlam ifade ediyor? Elektroliz denince ne anlıyorsunuz?

-*Elektrikle ayrıştırma anlamına gelebilir. Suyun elektroliz ile hidrojen ve oksijene ayrıldığını biliyorum. Bu ayrıştırma için elektrik akımı kullanılmaktadır.*

-Elektroliz başka nerelerde kullanılabilir? Diyelim ki, elinizde bir çay kaşığı var ve bunu altın ile kaplamak istiyorsunuz. Elektrolizi burada kullanabilir miyiz? Nasıl?

-*Mutfaklarda kullanılan metal eşyaların kalay ile kaplandığını biliyorum. Ama kalayla kaplama yapmak için elektroliz kullanılmıyor. Halk arasında kalaycı olarak ta bilinen kişiler, erittikleri kalayı metal eşyaya sürmek suretiyle, kalayla kaplıyorlar. Ama zamanla kalay kaplardan çıkıyor ve belki bu sağlık açısından zararlı sonuçlar doğurabilir. Çünkü çıkan kalay midemize gidiyor.*

-Aynı yolla, metal bir eşyayı altın ile kaplayabilir miyiz?

-*Yok zannetmiyorum. Altın kalay gibi metal eşyaya yapışmaz belki. Hem altını eritmek kalayı eritmek kadar kolay değil.*

-Peki ne yapmak gerekiyor? Eşyayı nasıl kaplayabiliriz?

-*Elektrolizi yoluyla yapılabilir. Aslında elektroliz olması için içinden akım geçen bir çözelti gerekiyor. Eğer altın kaplamacılığı yapacaksak, içinde altın iyonları olan bir*

çözelti gerekiyor. Bu çözeltiden akım geçirdiğimizde, altın iyonu artı yüklü olduğu için akımın yönünde hareket eder. Akımın çözeltiden çıkacağı yere eğer biz kaplamak istediğimiz metali yerleştirirsek, iyonlar bu metalin üzerinde toplanır. Ancak bu toplanma homojen bir dağılım gösterir mi bilmiyorum?

- Diyelim ki, elektroliz arkadaşınızın söylediği gibi meydana geliyor. Çözeltinin içindeki iyonlar zaten her yöne hareket etmiyorlar mı? Neden akım veriliyor. Akım vermeden metali çözeltiye yerleştirsek, metal altın ile kaplanmaz mı?

-Olabilir. Mesela, bazı saatler, altın sıyuna batırılarak altın ile kaplanıyormuş. Ama ben çok iyi bilmiyorum.

-Çözeltinin içinde iyonlar her yöne hareket ediyorlar. Ancak iyonların sistemli bir şekilde, bir yöne hareket etmesini sağlanırsa kaplama işlemi hızlanır. Bence çözeltiye saati batırmakla kaplama belki olur ama bu işlem çok yavaş gerçekleşir.

-Anot, katot, anyon, ve katyon kavramlarını duymuş muydunuz? Bunlar ne anlama geliyor olabilir?

-Bütün bunlar artı ve eksi yüklerin değişik şekillerde ifade edilmiş hali olduğunu zannediyorum. Ayrıca anot ve katot kutuplara verilen isim, anyon ve katyon ise çözeltinin içindeki iyonlara verilen isimdir. Ama hangisi artı hangisi eksi bunları karıştırıyorum.

-Diyelim ki söyledikleriniz doğrultusunda bir elektroliz düzeneği kurduk ve küçük bir demir levhayı bakır ile kaplamak istiyoruz. Acaba bu düzenekte devreye verdiğimiz akımı değiştirirsek, demirin üzerinde toplanan bakır miktarı değişir mi?

-Bence değiştirir. Ancak bunu görmek için deney yapmamız gerekmektedir.

Rehberli Sorgulama:

Bu aşamada, problem için, “Kavram Oluşturma” basamağında uygulaması anlatılan bir deney tasarlanmıştır. Bu deney tasarımı, elektroliz düzeneğinde katotta toplanan madde miktarı ile devreden geçen akım arasında bir ilişki olup olmadığı ve eğer bir ilişki varsa, bunun sayısal olarak nasıl olduğu incelenmiştir.

Kavram Oluşturma:

Öğrenciler, demir levhayı bakır ile kaplamak için, Bakır Sülfat çözeltisi hazırlamışlardır. Bir kabın içine yerleştirilen çözeltiye demir elektrotlar yerleştirilmiş ve bunlara akım verilerek çözeltinin içinden akım geçmesi sağlanmıştır. Devreden geçen akımı ölçmek için akım sensörü kullanılmıştır. Ayrıca, bakır ile kaplanmak istenen demir levha çözeltideki eksi uca bağlanmıştır. Katottaki elektrotun kütlesi ölçülmüş ve devreye üç dakika boyunca, 3 voltluk gerilim uygulanmıştır. Belirlenen zaman diliminden sonra,

akım kesilmiş ve katottaki elektrotun kütlesi yeniden ölçülmüştür. Bu işlem, aynı zaman diliminde devreye 4,5 ve 6 voltluk gerilimler uygulanarak tekrar edilmiştir. Her üç denemede, yazılımın çizdiği grafikler ve katotta toplanan madde miktarları karşılaştırılarak, akım-madde miktarı ilişkisi incelenmiştir.

Bu deneyde, her üç denemede de, zaman sabit tutulmuştur. Öğrenciler, katotta toplanan madde miktarı ile zaman ilişkisini incelemek amacıyla da deney düzenlemişlerdir. Bu deneyde akım sabit tutulmuştur.

Uygulama:

Öğrenciler deneyleri tamamladıktan sonra, araştırma sorularını cevaplamak amacıyla araştırmalar yapmışlardır. Özellikle, bakır madeninden çıkarılan bakırın diğer elementlerden ayrılması için elektrolizin kullanılıp kullanılmayacağı, kullanılması durumunda nasıl bir düzenek kurulması gerektiği konusunda yorumlar yapmaları istenmiştir. Böylece, öğrenilen bilgiler ile bunların günlük yaşamdaki kullanım alanları ilişkilendirilmiştir. Son aşamada öğrenciler, yaptıkları deneyleri ve araştırmaları yansıtan bir deney raporu hazırlamışlardır.

Deney 4: Kalorimetre

Ön Bilgi Yoklama-Problemi Belirleme:

Öğrencilere deneye başlamadan önce çeşitli sorular yöneltilerek, ön bilgileri yoklanmıştır. Bu bağlamda, sorulan sorular ve öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur. İtalik olarak yazılan ifadeler, gruptaki öğrencilere aittir.

-Kalorimetre kavramı ile günlük yaşantınızda karşılaştınız mı? Kalorimetre denince ne anlıyorsunuz?

-Kalorimetre, ısı enerjisini ölçmek amacıyla kullanılan bir araçtır.

- Bir su ısıtıcısı nasıl çalışır? Bu sistemde suyu ısıtmak için hangi enerji kullanılır? Bir enerji dönüşümü söz konusu mudur? Nasıl?

-Su ısıtıcıları, elektrik enerjisini ısı enerjisine çevirirler.

-Kalorimetre kabı su ısıtıcısı gibi düşünülebilir. Kalorimetredeki suyu daha fazla ısıtmak için ne yapmak gerekir? Yada, kalorimetre kabındaki suyun ısınmasına etki eden faktörler neler olabilir?

-Öncelikle, ne kadar fazla akım verirse su o kadar çok ısınır. Mesela, ısıtıcıdaki suyu pille ve şehir elektriğiyle ısıttığımızı düşünelim. Tabii ki, şehir elektriği ile su daha çok ısınacaktır. Ayrıca, zaman da suyun sıcaklığını etkiler. Yani su ne kadar çok ısınırsa

sıcaklık artışı da o kadar fazla olacaktır. Suyun miktarı da ısınma süresini etkiler. Çok su az zamanda ısınır.

-Böyle bir sistemde, devreye verilen akım ile sıcaklıktaki değişmeyi incelediğimizi düşünelim. Nasıl bir deneyle bunu ortaya çıkarabiliriz?

-Bunu şöyle bir deney yaparak ortaya çıkarabiliriz.

Aşağıdaki aşamada, öğrencilerin kalorimetre kabında, akım-sıcaklık değişimini ortaya koymak amacıyla tasarladıkları deney tasvir edilmiştir.

Rehberli Sorgulama:

Bu aşamada, öğrenciler sıcaklık değişimine etki ettiğini söyledikleri zaman ve kütle değişkenini sabit tutulması gerektiğini, çünkü bu değişkenlerin sıcaklık değişimi üzerinde etki ettiklerini belirtmişlerdir. Deney tasarımı, her defasında 5 dakika ve ilk sıcaklıkları ile miktarları aynı olan su kullanılması gerektiğini de belirtmişlerdir. Her denemede, 3, 4,5 ve 6 voltluk gerilimler uygulanması öngörülmüştür.

Kavram Oluşturma:

Bu aşamada, öğrenciler tasarladıkları deneyleri uygulamışlardır. Ölçümler sonunda, yazılımın çizdiği grafikte görülen akım değerleri ile sıcaklık değerleri incelenmiş ve sıcaklık farkının akım ile doğru orantılı bir şekilde değiştiği sonucuna varılmıştır.

Bu deneyde ayrıca, kalorimetre kabında, sıcaklık değişimi ile zaman ve kütle arasındaki ilişki de yapılan deneylerle ortaya konulmuştur.

Uygulama:

Son aşamada öğrencilere, ısı enerjisi birimi olarak genelde joule ve kalori kullanıldığı, ancak bunların kullanım alanlarının farklı olduğu ifade edilmiş ve onlardan bu farklı alanların neler olduğu konusunda araştırma yapmaları istenmiştir. Ayrıca, ısıнын mekanik eşdeğeri, ısı enerjisinin mekanik enerji cinsinden karşılığını ifade etmektedir. Isının mekanik eşdeğerini ölçmek amacıyla bir deney tasarladığınızı düşünürsek, nasıl bir deney yapar ve bu değere nasıl ulaşırsınız şeklinde bir soru yöneltilerek, deney tasarımı yapmaları istenmiştir. Son olarak, öğrenciler, yaptıkları deneyleri ve araştırmaları bir rapor halinde sunmuşlardır.

Deney 5: Manyetik Alan

Ön Bilgi Yoklama-Problemi Belirleme:

Öğrencilere, deneye başlamadan önce Öğretim Elemanı Kılavuzundaki sorular yöneltmiştir. Aşağıda öğrencilere sorulan sorular ve onların verdikleri cevaplar aynen aktarılmıştır. İtalik olarak yazılan ifadeler, gruptaki öğrencilere aittir.

-Manyetik alan kavramı size ne anlam ifade ediyor? Manyetik alan denince ne anlıyorsunuz?

-Manyetik alan elektrikle ilgili bir kavram. Tam olarak anlamını bilmiyorum. Dünyanın manyetik alanı veya şehirler arası elektrik nakil hatlarının oluşturduğu manyetik alan ifadelerini duymuştum. Sanırım, bütün maddeler manyetik alana sahip değil. Üzerinden elektrik akımı geçen maddeler etrafında manyetik alan oluşturuyor.

-Manyetik alan kaynakları neler olabilir?

-Arkadaşımın söylediği gibi, eğer bir iletken telden akım geçerse onun etrafında manyetik alan oluşur. Ama bunlara paralel olarak, doğal manyetik alan kaynakları da vardır. Mesela mıknatıslar. Bunlar doğal olarak manyetik alana sahiptirler. Mıknatısların demir tozlarını çekmesi bu manyetik alan etkisinden kaynaklanıyor. Bildiğim kadarıyla dünyanın da manyetik alanı var. Ancak bu manyetik alan, mıknatısın demir tozlarını çekmesi gibi, dünyanın içinde fazla miktarda demir bulunan gök taşlarını çekmesine sebep olur mu, bilmiyorum.

-Acaba, iletken telin etrafında manyetik alan oluşturup oluşturur mu? Bunu nasıl anlarız?

-Madem mıknatıs manyetik alanın etkisiyle demir tozlarını çeker, o halde içinden akım geçen tel de demir tozlarını çekmesi veya hareket ettirmesi gerekir. Bir telden akım geçirip, demir tozlarını bu tele yaklaştırdığımızda bunu görmek mümkündür.

-Bence söylediğiniz gibi olmaz. Tel manyetik alana sahiptir ama, demir tozlarını çekmez. İçinden akım geçen telin manyetik alana sahip olup olmadığını anlamak için yanına pusula yerleştiririz. Tele akım verdiğimizde, pusula sapıyorsa telde manyetik alan oluşmuş demektir.

-Niçin pusula yerleştirmek gerekir?

-Çünkü pusula normalde, dünyanın manyetik alanı doğrultusunda yönelmiş durumdadır. Pusula ibresinde sapma meydana gelmesinin sebebi, teldeki manyetik alanın pusula ibresini etkilemesidir.

-Arkadaşınızın söylediği gibi pusula kullanarak, üzerinden akım geçen iletken bir telin oluşturduğu manyetik alanı inceleyebiliriz. Acaba, bu manyetik alanın büyüklüğünü etkileyen faktörler neler olabilir?

-Tam olarak faktörleri bilmiyorum. Ancak, akım miktarı manyetik alanı etkileyebilir.

- Üzerinden akım geçen iletken bir telin etrafında oluşturduğu manyetik alan, telden geçen akımla değişir mi? Bu iki nicelik arasında nasıl bir ilişki vardır?

- *Bence değişir. Ancak bunu görmek için deney yapmamız gerekmektedir.*

Rehberli Sorgulama:

Bu aşamada, yukarıda belirlenen problem durumunu çözmek için bir deney tasarımı yapılmıştır. Bu deney tasarımında, üzerinden akım geçen iletken telin etrafında oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğünün akım ile değişip değişmediği, eğer değişiyorsa bu değişimin sayısal olarak nasıl olduğu incelenmiştir.

Kavram Oluşturma:

Öğrenciler tasarladıkları deneyleri uygulamışlardır. İlk deneyde, güç kaynağı ve bağlantı kabloları ile basit bir elektrik devresi oluşturulmuştur. İletken telin yanına bir pusula yerleştirilmiş ve devreye akım verildiğinde pusula ibresinin saptığı gözlemlenmiştir. Manyetik alan-akım arasındaki sayısal ilişkiyi ortaya koymak için ise, kangal sarımı, güç kaynağı, akım sensörü ve bağlantı kabloları kullanılarak bir devre oluşturulmuştur. Pusula, kangal sarımında iletken telin tam altına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Devreye sırasıyla 1,5, 3 ve 4,5 volt değerinde gerilimler uygulanmıştır. Her denemede, pusulanın ibresindeki sapma açısı ölçülmüş ve bu değerler yazılımın gösterdiği grafiklerle karşılaştırılmıştır. Deneyde pusula ibresindeki sapma miktarı manyetik alanın bir ölçüsü olarak kabul edilmiştir. Devreye verilen akı ile pusulada meydana gelen sapma açısının yani manyetik alanın doğru orantılı olarak değiştiği sonucuna varılmıştır.

Bu deneyde ayrıca, sarım sayısı-manyetik alan ilişkisi de yapılan bir deneyle incelenmiştir.

Uygulama:

Öğrenciler deneyleri tamamladıktan sonra, kendilerine verilen soruları cevaplamak amacıyla araştırmalar yapmışlardır. Bu bağlamda, dünyanın manyetik alanı ve etkileri, Van-Allen kuşakları, şehirler arası yüksek gerilim hatlarının insan sağlığı açısından etkileri araştırılmıştır. Son aşamada ise araştırma bulguları ile deney süreci rapor edilmiştir.

Araştırmada veri toplamak amacıyla kullanılan test, mülakat ve gözlemlerden elde edilen verilere dayanarak yapılan tartışma ve tartışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölümde, test, mülakat ve gözlemlerle ilgili veriler tartışılmış ve tartışmaya dayalı sonuçlar sunulmuştur.

Deney ve kontrol grubuna uygulamalar başlamadan önce yapılan ön test sonuçları bağımsız t testi kullanılarak karşılaştırılmış ve öğrencilerin başarıları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($t_{(98)}=0,319$, $p=0,751$). Bu durum her iki grubun da birbirine denk olduğunu göstermektedir. Deney ve kontrol grubunu oluşturan öğrencilerin Öğrenci Seçme Sınavı (ÖSS) ile üniversitede okumaya hak kazanmış olmaları bu durumun ortaya çıkmasında önemli bir etken olabilir.

Uygulamalardan sonra, deney ve kontrol grubuna uygulanan son test sonuçları bağımsız t testi kullanılarak karşılaştırılmış ve deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($t_{(98)}=9,714$; $p<0,001$). Her iki gruba uygulanan ön testte öğrenci başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı için, deney grubunda yürütülen deneylerin öğrenci başarısını olumlu yönde artırdığı söylenebilir. Her iki gruba da aynı deneyler aynı yaklaşım doğrultusunda yaptırmış, ancak deney grubunda kontrol grubundan farklı olarak bilgisayar destekli dijital deney araçları kullanılmıştır. Buradan hareketle, bilgisayar destekli dijital deney araçlarının öğrenci başarısını artırdığı söylenebilir. Dijital araçların kullanımının kolay olması, öğrencilerin bu araçlarla deney yapmak için istekli olmaları ve araçların çok fazla veri toplamaya ve bu verileri yorumlamak için yeterince zamanın kalmasına olanak sağlaması bu durumun ortaya çıkmasında etkili olmuş olabilir. Data Logger' ın deney ortamındaki katkılarını ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çalışmalarda da bu duruma benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır [43], [47].

Deney grubuna uygulanan ön ve son test ortalamaları arasındaki fark, bağımlı t testi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda her iki grupta da anlamlı artışın meydana geldiği görülmüştür ($p<0,001$). Kontrol grubundaki ön ve son test arasındaki farkın anlamlı olması, deneylerde bütünleştirici laboratuvar yaklaşımının kullanılmasına bağlanabilir.

Deney grubuna uygulanan ön ve son test ortalamaları arasındaki fark ile kontrol grubuna uygulanan ön ve son test ortalamaları arasındaki fark incelendiğinde, deney grubundaki artışın, kontrol grubundaki artışa göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, bilgisayar destekli dijital deney araçları ile yapılan deneylerde öğrenci başarısının,

geleneksel deney araçları ile yürütülen deneylerdeki öğrenci başarısına göre daha fazla olacağı hipotezini doğrulamaktadır.

Thornton ve Sokoloff (1998) ile Rodrigues, Livett ve Pearce (2001) yaptıkları çalışmalarda, Data Logger' ın öğrenci başarısını artırdığını göstermişlerdir [45], [47]. Bu çalışmada elde edilen veriler, literatürde yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir.

Mülakatlarda öğrenciler, laboratuvarın kullanım amacı için genelde teoriğin pratiğe aktarılmasını sağlamak görüşünde birleşmişlerdir. Örneklemi oluşturan öğrencilerin % 30'u ($f=6$), her ne kadar bütünleştirici öğrenme kuramına dayalı etkinlikler yürütseler de, deney yapmadaki amaçlarının derste öğrendikleri bilgileri ispatlamak ve böylece bilgilerin kalıcılığını artırmak olduğunu düşünmektedirler. Örneklemi oluşturan öğrenciler Fizik-2 dersi kapsamında, Fizik Laboratuvar Uygulamaları yanında, diğer derslerde de laboratuvar uygulamalarına katılmışlardır. Bu uygulamalarda yürütülen deneylerde daha çok ispatlama yaklaşımının kullanıldığı bilinmektedir. Bu durumun, öğrencilerin laboratuvarı ispatlama yeri olarak görmesinde bir etken olduğu düşünülebilir. Ayrıca, öğrenciler bir bölümü, teorik derste kendilerine sunulan bilgilerin bir bölümünün önceki bilgilerine ters olduğunu ancak bunları kabullendiklerini ve ezberlediklerini ifade etmişlerdir. Bu durum, bütünleştirici öğrenme kuramına dayalı etkinlik geliştirmenin ve özellikle ön bilgilerin ortaya çıkarılarak bunları yeniden organize etmeye yönelik öğretim yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Örneklemdeki öğrencilerin % 60'ı ($f=12$) ise, laboratuvarında amaçlarının; probleme yönelik ortaya atılan hipotezleri deneyerek sorgulamak, elde edilen bilgiyi kullanmak, teknolojiye uygulama alanlarını görmek olduğunu düşünmektedirler. Uygulanan bütünleştirici laboratuvar etkinliklerinin örneklemdeki öğrencilerin bu noktada birleşmelerini sağladığı düşünülebilir.

Örneklemdeki öğrencilerin % 25'lik bir bölümü, deney yapmadaki amaçlarının, bilgiyi daha iyi anlamak veya teoriği pratiğe aktarmanın yanında, meslek yaşantılarında kendilerine gerekli olan beceriye sahip olmak olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca örneklemin % 15'i ise, sonraki deneyleri rahatlıkla yürütebilmek için el becerilerini geliştirmek amacıyla deney yaptıklarını belirtmişlerdir.

Deneylerde Data Logger'ın sağladığı yararlar konusunda, öğrencilerin %90'ı ($f=18$) bu aracın son derece hassas ve güvenilir veri topladığını, %60'ı ($f=12$) kısa sürede yüzlerce veri toplamaya fırsat verdiğini, %40'ı ($f=8$), ilk deneylerde biraz zorlansalar da, sonraki deneylerde hiç zorlanmadan veri aldıklarını ve hipotezlerini test ettiklerini, % 30'u ($f=6$)

bir ölçümde yüzlerce veri aldıklarını böylece deney sonuçlarının daha doğru ve güvenilir olduğunu, %25'i (f=5) dijital oldukları için kullanıcı yorumundan bağımsız veri topladıklarını ve %20'si (f=4) ise görselliği nedeniyle verileri yorumlamada kolaylık sağladığını, aynı grafikte değişkenleri incelemeye fırsatlar sunduğunu belirtmişlerdir. Rogers ve Wild (1996), Data Logger ile yapılan deneyler hakkında öğrencilerin yorumlarını aldıkları çalışmada, Data Logger'ın verilerin yorumlanması için yeterli zamanı sağlamada oldukça etkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca öğrenciler, Data Logger ile veri toplama işleminin kolay olduğunu ve deneylerin pek çok defa tekrar edilebildiğini de belirtmişlerdir [44]. Johansson ve Nilsson (1999) ise yaptıkları çalışmada, öğrencilerin modern araçlarla yaptıkları deneylerin onların fiziğe karşı olan ilgilerini artırdığını rapor etmişlerdir [46]. Görüldüğü gibi, literatürdeki bu çalışmalarda elde edilen bulgular, bu çalışmadaki mülakat bulguları ile uyumaktadır.

Öğrenciler mülakatta deneyleri yürütürken çeşitli zorluklarla karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Bunların başında, konu hakkında ayrıntılı araştırma yapabilmek için gerekli olan kaynakların eksikliği gelmektedir. Ayrıca öğrenciler, Data Logger ile yapılan uygulamalara alışmakta zorlandıklarını da dile getirmişlerdir. Bunun yanı sıra, öğrenciler, deneylere ön hazırlık yapmadan geldikleri için, hipotezleri test etmeye dayalı olan deneyleri yaparken zorlandıklarını da belirtmişlerdir. Bu duruma sebep olarak, örneklemini oluşturan öğrencilerin daha önceden gösteri veya ispatlama türünden deneyler yapmış olmaları gösterilebilir.

Mülakatlar sonunda, öğrenciler yaptıkları deneylerde Data Logger'ın kendilerine çok fazla yararlar sağladığını ancak, bu uygulamaların alışkın oldukları uygulamalardan farklı olduğu için adaptasyon sürecinde zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Araştırmada yapılan gözlemlerde, ön bilgilerin açığa çıkarılması aşamasında öğrencilerin bir kısım kavram yanılgılarına sahip oldukları gözlemlenmiştir. Örneğin, tartışmalarda öğrenciler, iletkeni bir telde elektronların bir uçtan diğerine hareket ettiklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin problemleri çözmek için deney tasarlama aşamasında zorlandıkları da gözlenmiştir. Ancak, öğrencilerin uygulamaları büyük bir ilgiyle yaptıkları da gözlem bulguları arasında yer almaktadır. Yeung ve NG (2002), yaptıkları çalışmada öğrencilerin Data Logger ile yürütülen uygulamaları ilgi ile takip ettikleri, deney tasarlama ve uygulama konusunda ise istekli oldukları belirtilmiştir. Bu durum, bu çalışmada ortaya çıkan bulgular ile uyum göstermektedir [48].

Gözlemlerde, öğrencilerin, uygulamalarda zorlansalar da ilgi ile yürüttükleri ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, öğrenciler değişkenler arasındaki ilişkileri rahatlıkla inceleyebilmişlerdir. Bu durum, Data Logger ile yapılan deneylerde hızlı veri alma ve verileri yorumlamak için yeterli zamanın ayrılmasının sağlanması sayesinde gerçekleşmiştir.

Test bulgularından öğrencilerin başarılarının arttığı, mülakat ve gözlem bulgularından ise öğrencilerin sıkılmadan, pek çok deneyi kısa sürede yürüttükleri sonucuna ulaşılmıştır.

Sonraki bölümde, çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda ilgililere sunulan öneriler yer almaktadır.



5. ÖNERİLER

Data Logger ile yapılan fen deneylerinin öğrencilerin başarısına etkisinin ve bu süreçte öğrencilerin görüşlerinin irdelendiği bu çalışmada, elde edilen veriler ve ortaya çıkan sonuçlardan hareketle araştırmacılara ve konu ile ilgilenen eğitimcilere aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

Dünyada, bilgisayar destekli dijital deney araçlarının gittikçe yaygınlaştığı ve geleneksel deney araçlar yerine bu araçların tercih edildiği bilinmektedir. Bu değişime ayak uydurabilmek için, ülkemizde de yüksek öğretim Fizik, kimya ve biyoloji laboratuvarlarında bu araçlar kullanılmalıdır. Data Logger ve benzeri dijital araçların kullanımı, ortaöğretim ve hatta ilköğretim kurumlarında da yaygınlaştırılmalıdır.

Öğrencilerin dijital deney araçlarını laboratuvarlarda zorlanmadan kullanabilmeleri için, aracın kullanımı konusunda bilgi verilmelidir. Bu zaman diliminde, öğrencilere bilgisayar destekli dijital deney araçlarının kullanımı, Data Logger yazılımının kullanımı ve bunların laboratuvarlarda kullanımının önemi anlatılmalıdır.

Data Logger verilerin doğrudan grafiğini çizdiği için öğrencilerin grafikleri yorumlayabilmeleri gerekmektedir. Bunun için de uygulamalardan önce öğrencilere, grafik çeşitleri ve nasıl yorumlanmaları gerektiği konusunda da bilgi verilmelidir.

YÖK/ Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi kapsamında eğitim fakültelerine gönderilen ve büyük çoğunluğu dijital olan laboratuvar araçları kullanılarak fen deneyleri yapılmalıdır.

Yüksek öğretim fen (fizik/kimya/biyoloji) laboratuvarlarında kullanılan deney kılavuzları dijital araçların kullanımını öğöreceğ şekilde düzenlenmelidir.

Bilgisayar destekli dijital deney araçlarının kullanımına yönelik ilgililere kurslar veya seminerler verilmelidir. Hatta hazırlanacak bir web sayfası ile bu araçların tanıtımı yapılmalıdır.

Bilgisayar destekli dijital deney araçlarının kullanıldığı fen laboratuvarlarında öğrencilerin tutumlarını ortaya koymayı amaçlayan çalışmalar da yürütülmelidir.

Bu araçlarla gerçekleştirilen deneylerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirme, kavram yanlışlarını giderme ve tutumu artırma yönünden etkililiği araştırılabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Turgut, M. F., Baker, D., Cunningham, R. ve Piburn, M., İlköğretim Fen Öğretimi, YÖK/DÜNYA BANKASI Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Dizisi, Ankara, 1997.
2. Çepni, S., Ayvaci, H., Ş. ve Bacanak, A., Fen Eğitimine Yeni Bir Bakış-Fen, Tenoloji, Toplum, Top-Kar Matbaacılık, Trabzon, 2004.
3. Tahran, N., Eğitim Politikası Olarak Öğretme ve Öğrenme Modellerinde Psikolojik Ekenler, Doğru Beyin Eğitimi, Yeni Yaklaşımlar, "AB Sürecinde Eğitimde Reform İhtiyacı" Sempozyumu, 9-10 Ekim 2004, Ankara, Bildiriler Kitabı, 54-63.
4. Brown, G. ve Atkins, M., Effective Teaching in Higher Education, Routhledge, London, 1988.
5. Collette, A. T. and Chiappetta, E. L., Science Instruction in the Middle and Secondary Schools, Merrill Publishing Company, USA, 1989.
6. Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A. R., Fen Bilimlerinde Laboratuvarın Yeri ve Önemi-I, Çağdaş Eğitim Dergisi, 204, (1995) 21-25.
7. Erbaş, S., Şimşek, N. ve Çınar, Y. Fen Bilgisi Laboratuvarı ve Uygulamaları, Nobel Yayınları, Ankara, Şubat 2005.
8. Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. and Turgut, M. F., Fizik Öğretimi, YÖK/DÜNYA BANKASI Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Dizisi, Ankara, 1997.
9. Yeşilyurt, M., Yüksek Öğretim Fizik Laboratuvar Uygulamalarında Bütünleştirici Yaklaşım, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
10. Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A. R., Fen Bilimleri Eğitiminde Laboratuvarın Yeri ve Önemi - II: Laboratuvar Uygulamalarında Amaçlar ve Yaklaşımlar, Çağdaş Eğitim Dergisi, 205, (1995) 7-12.
11. Şahin, Y., Türkiye'deki Bazı Üniversitelerin Eğitim Fakültelerindeki Fizik Laboratuvarının Kullanımı ve Uygulanan Yaklaşımların Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2001.
12. Kurt, Ş. ve Çepni, S., Laboratuvarların Kavram Yanılgılarının Giderilmesi Üzerine Etkisi, XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, 15-18 Ekim 2003, Ankara, Bildiriler Kitabı, 2089-2109.

13. Ozek, N. ve Gönen, S., Use of J. Bruner's Learning Theory in a Physical Experimental Activity, Journal of Physics Teacher Education Online, 2,3 (2005) 19- 21.
14. Johnstone, A. H. ve Al-Shuaili, A., Learning in the Laboratory; Some Thoughts from the Literature, U. Chemical Education, 5, (2001), 42-51.
15. Çepni, S., Küçük, M. ve Bacanak, A., Bütünleştirici Öğrenme Yaklaşımına Uygun Bir Öğretmen Rehber Materyali Geliştirme Çalışması: Hareket ve Kuvvet, XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, 15-18 Ekim 2003, Ankara, Bildiriler Kitabı, 1701-1723.
16. Kılıç, G. B., Oluşturmacı Fen Öğretimi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi, 1,1 (2001) 7-22.
17. Matthews, M. R., Science Teaching The Role of History and Philosophy of Science, Routhledge, New York, 1994.
18. İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, M. B. ve Kıyıcı, M., Bilgisayar Teknolojileri Işığında Eğitim Kongresi, 20-22 Mayıs 2002, Ankara, Bildiriler Kitabı, 279-288.
19. İşman, A., Eğitim Teknolojisinin Kuramsal Boyutu: Yapısalcı Yaklaşımın (Constructivism) Eğitim Öğretim Ortamlarına Etkisi, Öğretmen Eğitiminde Çağdaş Yaklaşımlar Sempozyumu, 18-23 Mart, İzmir, Bildiriler Kitabı, 78-85.
20. Osborne, R. J., ve Wittrock, M. C., Learning Science: A Generative Process, Science Education, 67,4 (1983), 489-508.
21. Baker, D. R. ve Piburn, M. D., Construction Science in Middle and Secondary School Classrooms, Ally & Bacon, Boston,, 1997.
22. Çepni, S., Akdeniz, A. ve Keser, Ö., Fen Bilimleri öğretiminde Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Rehber Materyallerin Geliştirilmesi, 19. Fizik Kongresi, 26-29 Eylül 2000, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
23. Osborne, J. ve Freeman, J., Teaching Physics, A Guide for Non Specialist, Cambridge University Pres, Cambridge, 1985.
24. Birgin, O., Bilgisayar Destekli Gelişim Dosyasının Uygulanabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
25. Akpınar, A. ve Ergin, Ö., Yapılandırıcı Kuram ve Fen Öğretimi, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 15 (2004) 108-113.
26. Martin, D. J., Elementary Science Methods, A Constructivist Approach, Delmar Publishers, USA, 1997.

27. Miller, T. L., Demonstration-Exploration-Discussion: Teaching Chemistry with Discovery and Creativity, Journal of Chemical Education, 70,3 (1993) 187-189.
28. Merrill, M. D., Constructivism and Instructional Design, Educational Technology, 31,5 (1991) 45-53.
29. Shilan, T. W., Constructivism: The Implications for Laboratory Work, Journal of Chemical Education, 76,1 (1999) 107-109.
30. Bekiroğlu, F. O., Ne Kadar Başarılı, Klasik ve Alternatif Ölçme-Değerlendirme Yöntemleri ve Fizikte Uygulamalar, Nobel Yayınları, Ankara, Haziran 2004.
31. Newton, L. and Rogers, L., Teaching Science with ICT, Continuum International Publishing Group, England, 2002.
32. Appleton, K., Analysis and Description of Students' Learning During Science Classes Using a Constructivist-Based Model, Journal of Research in Science Teaching, 34,3 (1998) 303-318.
33. Köseoğlu, F., Budak, E. ve Kavak, N., Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayanan Ders Materyali-Öğretmen Adaylarına Asit-Baz konusu ile ilgili Kavramların Öğretilmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002, Ankara, Bildiriler Kitabı, Cilt II, 746-752.
34. Yeşilyurt, M., Bayraktar, Ş. ve Erdemir, N., Laboratuarda Bütünleştiricilik: R-S Modeli, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1,1 (2004) 59-70.
35. Barton, R. ve Rogers, L., The computer as an Aid to Practical Science-Studying Motion with a Computer, Journal of Computer Assisted Learning, 7 (1991) 104-113.
36. Wellington, J., Henderson, J., Lally, V., Scaife, J., Knutton, S. And Nott, M., Secondary Science, Contemporary Issues and Practical Approaches, Routledge, London, 1994.
37. Anonim, Data Logger User's Manual For DB-525 Ver-3 & Ver-4, Fourier System Ltd., Israel, 1996.
38. Anonim, 2004 Physics Worldwide Catalog and Experiment Guide, Pasco Scientific, USA, 2004.
39. Osborne, J. ve Freeman, O., Teaching Physics - A guide for Non- Specialist, Cambridge University Press, New York, 1989.
40. Rodrigues, S., Pearce, J., ve Livett, M., Using Video Analysis or Data Loggers During Practical Work in First Year Physics, Educational Studies, 27, 1 (2001) 31- 43.

41. Martin, D. J., Elementary Science Methods - A Constructivist Approach, Delmor Publishers, USA, 1997.
42. Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., Turgut, M. F. Kimya Öğretimi, YÖK/DÜNYA BANKASI Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Dizisi, Ankara, 1997.
43. Pearce, J., M., Measuring Speed Using a Computer- Several Techniques, Physics Education, 23,5 (1988) 291-296.
44. Rogers, L. ve Wild, P., Data-Logging: Effects on Practical Science, Journal of Computer Assited Learning, 12 (1996), 130-145.
45. Thornton, R., K. ve Sokoloff, D., R., Assessing Student Learning of Newton's Law: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula, American Journal of Physics, 66,4 (1998) 338-352.
46. Johansson, K., E., ve Nilsson, N., Stockholm Science Laboratory for Schools: A Complement to the Traditional Education System, Physics Education, 34,6 (1999) 345-350.
47. Rodrigues, S., Pearce, J. ve Livett, M., Using Video Analysis or Data Loggers During Practical Work in First Year Physics, Educational Studies, 27,1 (2001), 31-43.
48. Ng, P ve Yeung, Y. Implications of Data- Logging on A.L. Physics Experiments: A Preliminary Study, Innovative Ideas in Science Teaching Theories and Exemplars, The Hon Kong Institute of Education, Hon Kong, 2002.
49. Ayvaci, H. Ş., Özsevgeç, T. ve Aydın, M., Data Logger Cihazının Ohm Kanunu Üzerindeki Pilot Uygulaması, The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET, 3,3 (2004), 108-115.
50. Türk Dil Kurumu (TDK), Türkçe Sözlük, Ankara, 2005.
51. URL-1, <http://en.wikipedia.org/wiki/Digital>, Digital, 12 Mart 2005.
52. URL-2, www.europe4drm.com/l_menu/glossary/glossary.htm, Analogue, 12 Mart 2005.
53. Stephens, M. ve Treays, R. (1998) Computers for Beginners (Çeviri: S. İkiz) Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 94, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 1998.
54. Bayram, H., Dijital Elektronik, Özkan Matbaacılık Ltd. Şt., Ankara, 1989.
55. Çolakoğlu, K., Fen ve Mühendislik İçin Fizik, Palme Yayıncılık, Ankara, 1995.

56. Pekmez, E. Ş., Procedural Understanding: Teachers' Perceptions of Conceptual Basis of Practical Work, Doctora Thesis, University of Durham, United Kingdom, 2000.
57. Honfstein, A.ve Lunetta., V. N, The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century, 88, 1 (2004) 28-54.
58. Akdeniz, A., Çepni, S. ve Azar, A., Fizik Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Kullanım Becerilerini Geliştirmek İçin Bir Yaklaşım, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 1998, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 118-123.
59. Kavcar, N. ve Erol, M. Fizikte Deney Yöntemi, Laboratuvar Yaklaşımları ve Uygulama Örneklerine İlişkin Bir Araştırma, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 1998, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 115-117.
60. Çallıca, H., Erol, M., Sezgin, G. ve Kavcar, N., İlköğretim Kurumlarında Laboratuvar Uygulamalarına İlişkin Bir Çalışma, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 2000, Ankara, 217-219.
61. Kaya, A., Fizik Öğretmenlerin Hizmet İçi Eğitim İhtiyaçlarına Yönelik Bir Laboratuvar Programı Geliştirme ve Model Önerme, Doktora Tezi, K.TÜ, Trabzon, 2003.
62. Tobin, K. G., Research on Science Laboratory Activities. in Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning, School Science and Mathematics, 90,5 (1990).403-418.
63. Şahin, Y., Türkiye'deki Bazı Üniversitelerin Eğitim Fakültelerindeki Fizik Laboratuvarının Kullanımı ve Uygulanan Yaklaşımların Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.TÜ, Trabzon, 2001.
64. National Center For Education Statistics, Pursuing Excellence: Comparision of International Eighth-Grade Mathematics and Achievement from a U.S. Perspective, 1995 and 1999, Office of Educational Research and Improvement , U.S. Department of Education, Initial Findings From the Third International Mathematics and Science Study –Repeat (TIMSS), Statistical Analysis Report, December, Washington, 2000.
65. Mili Eğitim Bakanlığı, Program for International Student Assessment (PISA) 2003 Projesi Ulusal Ön Raporu, Ankara, 2003.
66. Rogers, L., IT in Science in the National Curriculum, Journal of Computer Assisted Learning, 6 (1990), 246-254.
67. Kaptan, F., Fen Bilgisi Öğretimi, MEB Yayınları, İstanbul, 1999.
68. Akdeniz, A. ve Karamustafaoğlu, O., Fizik Öğretimi Uygulamalarında Karşılaşılan Güçlükler, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 1, 2 (2003) 193-202.

69. Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Sevim, S. ve Karamustafaoğlu, O., Genel Kimya Laboratuvar Uygulamalarının Öğrenci ve Öğretmen Gözüyle Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23 (2002) 50-56.
70. URL-3, http://www.yok.gov.tr/egitim/ogretmen/ogretmen_yetistirme_lisans/fenbil.doc, Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı, 27 Mart 2005.
71. Kaptan, S., Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri, Tekışık Web Ofset, Ankara, 1998.
72. Cohen, L. ve Manion, L., Research Methods in Education, Routhledge, London, 1994.
73. Çepni, S., Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Üçyol Kültür Merkezi, Trabzon, 2005.
74. Seyidoğlu, H., Bilimsel Araştırma ve Yazma El Kitabı, Kurtış Matbaası, İstanbul, 2000.
75. Kemertaş, İ., Öğretimde Planlama ve Değerlendirme, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2003.
76. Linn, R., L. ve Gronlund, N. E., Measurement and Assessment in Teaching, Merrill, USA, 1995.
77. Yıldırım, C., Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, ÖSYM Eğitim Yayınları 7, 3. baskı, Ankara, 1983.
78. Karasar, N., Bilimsel Araştırma Yöntemi, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2005.

7. EKLER

Ek-1. Bütünleştirici laboratuvar yaklaşımına uygun, bilgisayar destekli dijital deney araçları ile yapılan fizik deneyleri öğretim elemanı kılavuzu

DENEY NO-1 “Bir İletken Üzerinden Geçen Akım ve İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi” Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Bir direncin üzerinden geçen akım ile iletken üzerinde oluşan gerilim ilişkisini incelemek Seri ve paralel bağlı elektrik devrelerini incelemek.
Toplam süre:	30+30 dakika
Kavramlar:	Direnç, akım, gerilim, seri bağlama, paralel bağlama
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama ve yorumlama, sonuç çıkarma

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri ve grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

1. *Direnç, akım ve gerilim kavramlarını günlük yaşantınızda nerelerde ve hangi amaçlarla kullanmaktasınız?*
2. *Günlük yaşantınızda hangi tür akımı daha fazla kullanıyorsunuz? Neden?*
3. *Akım ile gerilim arasında nasıl bir ilişki vardır? Akım mı gerilime neden olur yoksa gerilimden ötürü mü akım meydana gelir? Yani bu iki nicelikten hangisi sebep hangisi sonuç durumundadır?*
4. *Seri veya paralel bağlı elektrik devreleri ile yaşamın hangi alanlarında karşılaşıyorsunuz? Dirençler neden seri veya paralel bağlanma gereği duyulmuş olabilir?*
5. *Basit bir elektrik devresinde, direnç üzerinde oluşan gerilim ile direnç üzerinden geçen akım arasında nicel olarak nasıl bir ilişki vardır?*

2. Rehberli Sorgulama

Problem belirlendikten sonra, problemin çözümü için öğrenciler grup içi tartışmalar yürütmelidirler. Öğretim elemanı öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları ve bu hipotezlerini test etmelerini ister. Bunun için, öğrenciler, Data Logger ile yapılabilecek deneyler tasarlamaları doğrultusunda yönlendirilirler. Bu aşamada, kurulan bütün hipotezler için deney yapılmasının gerekliliği belirtilir.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulayınca

Ek 1'in devamı

kadar deneye devam etmelidirler. Ayrıca bu aşamada, her bir problem için hipotez kurulup, Data Logger kullanılarak veriler alınmalı ve yorumlanmalıdır.

Aşağıda, bu deney için olası bir problem ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Problem

Bir direncin üzerinden geçen akım ile bu direnç üzerinde oluşan gerilim arasında nicel olarak nasıl bir ilişki vardır?

Hipotez

Bir direnç üzerinden geçen akım ile, direnç üzerindeki potansiyel fark doğru orantılı olarak değişir.

Deney Tasarımı

Araç-Gereçler

Data Logger (Dönüştürücü, akım ve gerilim sensörü, Data Logger yazılımı), DC güç kaynağı, bağlantı kabloları, direnç.

Deneyin Yapılışı

Ek Şekil 1'de görüldüğü gibi basit bir elektrik devresi kurulur.

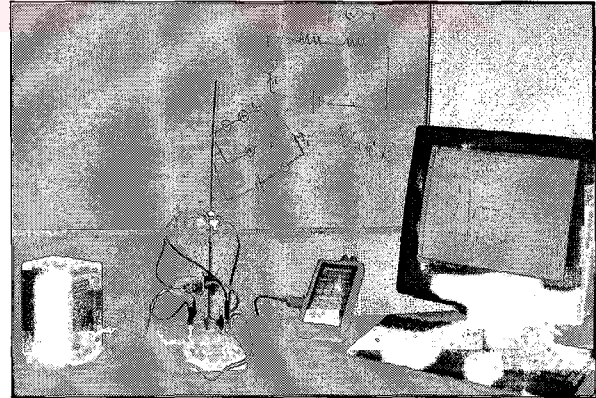
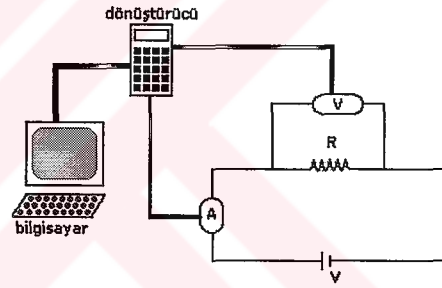
Devreye sırasıyla, 1.5, 3, 4.5 ve 6 voltluk gerilimler uygulanır. Data Logger yazılımı üzerinde çizilen grafik incelenir. Ayrıca, yazılım ile deneyde elde edilen veriler, Excel programında incelenerek, akım ve gerilim değerleri de incelenir.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurulur ve yeni bir deney tasarlanır.

4. Uygulama

Öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir ve onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplamaları istenir.

Ancak şu noktaya dikkat edilmelidir. Öğrenciler, araştırma sonunda elde ettikleri bilgileri olduğu gibi almakta ve rapora ilave etmektedir.



Ek Şekil 1. Data Logger ile yapılan, "Bir İletken Üzerinden Geçen Akım ve İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi" deneyi şeması ve resmi

Bu durumu önlemek için, verilen araştırma soruları, kaynaktan doğrudan bulunabilecek şekilde değil de, kaynaklar okunduktan sonra onlardan bir sonuç çıkarmayı gerektirecek şekilde düzenlenmelidir.

Aşağıda, örnek sorular verilmiştir.

1- Bir elektrik devresinde, akım ile direnç arasında nasıl bir ilişki vardır? Bir devrede direncin değişmesi akımı nasıl etkiler?

Ek 1'in devamı

2- Elimizde iki ampul, güç kaynağı ve yeterli sayıda bağlantı kablosu olduğunu düşünelim. Güç kaynağının gerilimini değiştirmeden bu lambaların daha parlak yanması için ampulleri nasıl bağlamak gerekmektedir?

Araştırmalar tamamlandıktan sonra, deney süresince yapılan bütün işlemler rapor edilir. Raporda, problem durumu, yanlış olsa da kurulan hipotezler, deney tasarımları, kullanılan araçlar, deneyin yapılmasında takip edilen işlem basamakları, yapılan deneyin şeması, veri toplama ve yorumlama süreci açık bir şekilde ifade edilmelidir. Raporun sonuç bölümünde, veriler ve yazılım tarafından çizilen grafikler yorumlanmalı, değişkenler arasındaki sayısal ilişkiler ortaya çıkarılmalıdır.



Ek 1'in devamı

DENEY NO-2 “Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler” Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Bir iletkenin direncini etkileyen değişkenleri belirlemek.
Toplam süre:	30+30 dakika
Kavramlar:	Direnç, iletken tel, akım, reosta
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama ve yorumlama, grafik çizme, sonuç çıkarma

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri ve grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

Elinizde, bir iletken tel olduğunu düşünün.

1. Bu telin, akıma karşı gösterdiği direnci artırmak için neler yaparsınız? Neden?
2. Bu telin, akıma karşı gösterdiği direnci azaltmak için neler yaparsınız? Neden?

2. Rehberli Sorgulama

Öğrencilere, yukarıda verilen ve öğretim elemanının da ekleyebileceği sorular etrafında grup tartışması yaptırılır. Öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları, hipotezlerini test etmeleri ve Data Logger ile yapılabilecek deneyler tasarlamaları istenir. Çeşitli kombinasyonların denenmesiyle, iletkenin direncine etki eden değişkenler belirlenir.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulanıncaya kadar deneye devam edilmelidir. Tasarlanan deneyler, yapılmalı ve elde edilen veriler yorumlanmalıdır.

Aşağıda, bu deney için olası bir problem durumu ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Problem

Kesitleri aynı olan ve farklı uzunluktaki bakır tellerin dirençleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Hangisinin akıma gösterdiği direnç en fazladır?

Hipotez

Bir iletkenin direnci, iletkenin boyu uzadıkça artar. Yani, direncin boyu ne kadar fazla olursa, akıma da o kadar fazla karşı koyar. Bu nedenle boyu en fazla olan bakır telin direnci en fazladır.

Ek 1'in devamı

Deney Tasarımı

Araç-Gereçler

Data Logger (Dönüştürücü, akım sensörü, Data Logger yazılımı), DC güç kaynağı, cetvel, bağlantı kabloları, kesitleri aynı, uzunlukları farklı olan bakır teller.

Deneyin Yapılışı

Bu deneyde, iletken telin direncini doğrudan ölçmek yerine, üzerinden geçen akımı ölçerek direnci hakkında yorum yapılmalıdır. Hipoteze göre, iletkenin boyu arttıkça direnci arttığı için, deney sonunda boyu en fazla olan iletken üzerinden geçen akımın en az olması beklenmektedir.

Deneyde kullanılacak bakır tellerin boyları ölçülür ve kaydedilir.

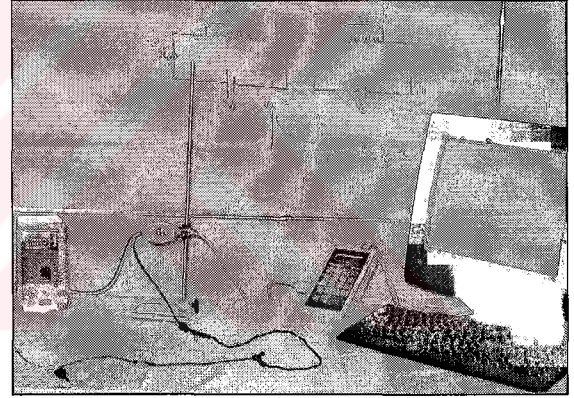
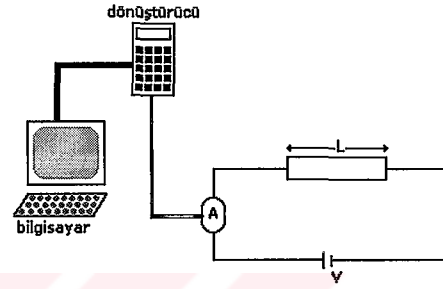
Ek Şekil 2'de görüldüğü gibi bir elektrik devresi kurulur.

Devreye en küçük bakır tel bağlanarak, 30 saniye boyunca iletken bakır telden geçen akım ölçülür, grafik ve ölçüm değerleri yazılım ile kaydedilir.

Bu işlem sırasıyla diğer bakır teller için de tekrarlanır.

Yazılımın çizdiği grafiklere bakılarak, boy ile akım arasındaki ilişki incelenir. Ayrıca, Excel programına aktarılan veriler için, ortalama değerler alınarak akım-boy grafiği çizilebilir. Bu grafik yorumlanarak boy, direnç ilişkisi kurulur.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurulur ve bu doğrultuda yeni bir deney yapılır.



Ek Şekil 2. Data Logger ile yapılan, "Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler" deneyi şeması ve resmi

4. Uygulama

Bu aşamada, öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir ve onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplamaları istenir.

Aşağıda, örnek bir araştırma sorusu verilmiştir. Öğretim elemanı bu soruya yeni sorular ekleyebilir.

Reosta fizik laboratuvarlarında, devrenin direncini artırmak ve bazı deney araçlarının aşırı akımdan zarar görmesini önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Reosta'nın çalışma prensibini araştırınız ve bu deney ile araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgileri ilişkilendiriniz.

Araştırmalar tamamlandıktan sonra, deney süresince yapılan bütün işlemler rapor edilir.

Ek 1'in devamı

DENEY NO-3 "Elektroliz" Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Çözeltilerin elektrik iletip iletmediklerini tespit etmek Elektroliz olayında, çözelti içindeki iyonların hareket yönünü tespit etmek. Devreden geçen akım ile, katotta toplanan madde miktarı arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak.
Toplam süre:	30+30 dakika
Kavramlar:	Çözelti, akım, anot, katot, anyon, katyon,
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama, grafik çizme, yorumlama, sonuç çıkarma

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri gerekmektedir. Bu nedenle, öğrencileri grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

1. Elinizde bir çözelti olduğunu düşünün. Örneğin bir bardak limonata. Bu çözeltinin elektrik akımı geçirip geçirmediğini nasıl gözlemlersiniz? Ne yaparsınız?
2. Günlük yaşamınızda elektroliz ve çözelti kavramlarıyla nerelerde karşılaşırız?
3. Bazı insanların dişlerini altın veya gümüş kaplı olduğunu görmüşsünüzdür. Dişler altın veya gümüşle nasıl kaplanıyor olabilir?
4. Elektroliz olayında, elektrotların birinde toplanan madde miktarını değiştirmek için neler yaparsınız?

2. Rehberli Sorgulama

Verilen sorular etrafında problem durumu veya durumları belirlendikten sonra, çözüm için öğrenciler grup içi tartışmalar yürütmelidirler. Öğretim elemanı öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları ve bu hipotezlerini test etmelerini ister. Bunun için öğrenciler, Data Logger ile yapılabilecek deneyler tasarımları doğrultusunda yönlendirilir.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulayınca kadar deneye devam etmelidirler. Ayrıca bu aşamada, her bir problem için hipotez kurulup, Data Logger kullanılarak veriler alınmalı ve yorumlanmalıdır.

Aşağıda, bu deney için olası bir problem ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Problem

Elektroliz düzeneğinde, katotta toplanan madde miktarı ile devreye verilen akım arasında bir ilişki var mıdır? Böyle bir ilişki söz konusu ise, akım ile madde miktarı birbirine göre nicel olarak nasıl değişir?

Ek 1'in devamı

Hipotez

Elektroliz yapmak amacıyla kurulan bir düzende, katotta toplanan madde miktarı ve devreye verilen akım birbiri ile ilişkilidir. Eğer akım arttırılırsa, katotta da toplanan madde miktarı da o ölçüde artar.

Deney Tasarımı

Araç-Gereçler

Data Logger (Dönüştürücü, akım sensörü, Data Logger yazılımı), DC güç kaynağı, eşit kollu terazi, krokodilli bağlantı kabloları, bakır sülfat çözeltisi, iki adet bakır elektrot, elektroliz kabı.

Deneyin Yapılışı

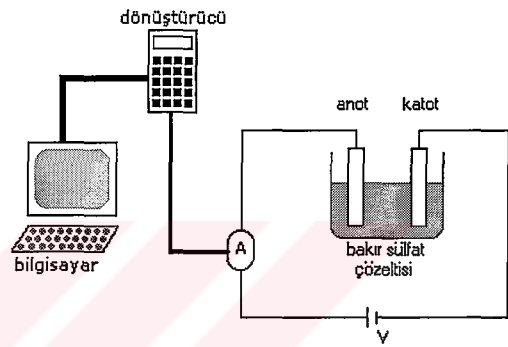
Ek Şekil 3'te görüldüğü gibi bir elektrik devresi kurulur.

Katottaki elektrotun kütlesi ölçülür. Devreye önce 3 voltluk gerilim uygulanır. 3 dakika sonra katottaki elektrotun kütlesi yeniden ölçülür. Elektrotun deneyden önce ve deneyden sonraki kütleleri arasındaki fark, katotta toplanan madde miktarını verir. Bu süreçte, Data Logger, devreden geçen akımı ölçer ve veriler bilgisayara aktarılır. Elde edilen veriler ve grafik kaydedilir.

Yukarıdaki işlem, temiz elektrotlar kullanılarak devreye 4,5 ve 6 voltluk gerilimler verilerek tekrarlanır. Yazılımın çizdiği grafiklere bakılarak akım-kütle ilişkisi yotumlanır.

Ayrıca, Excel'de sunulan akım değerlerinin ortalamaları alınarak, katotta toplanan madde miktarı ile karşılaştırılır. Bu amaçla, yazılım ile deneyden elde edilen veriler Excel programında incelenerek, akım değerleri alınır ve akım-kütle grafiği çizilir.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurularak deney tasarlanır ve uygulanır.



Ek Şekil 3. Data Logger ile yapılan, "Elektroliz" deneyi şeması ve resmi

4. Uygulama

Hipotezler denendikten ve sonuca ulaşıldıktan sonra, öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir. Onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplamaları istenir.

Aşağıda örnek sorular verilmiştir. Öğretim elemanı isterse bu soruların sayısını artırabilir.

1. Etrafınızdan, elektroliz yoluyla kaplanan eşyalara örnekler bulunuz ve bunların nasıl kaplanmış olabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Metal bir anahtarlığı altınla kaplamak istediğinizi düşünün. Nasıl bir deney tasarlarsınız. Hangi çözeltileri ve hangi elektrotları kullanırsınız.
3. Bakır madeninden çıkarılan bakır cevheri saflaştırılırken elektroliz olayı kullanılabilir mi? Bunun için nasıl bir yol izlenebilir?

Ek 1'in devamı

DENEY NO-4, "Kalorimetre" Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Joule ve kalori ilişkisini incelemek Kalorimetre kabında ısınan suyun sıcaklık değişimine etki eden faktörleri tespit etmek.
Toplam süre:	30+30 dakika
Kavramlar:	Isı, sıcaklık, joule, kalori, elektrik enerjisi, ısı enerjisi, akım
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama ve yorumlama, sonuç çıkarma

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri ve grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

1. *Kalorimetre kabındaki suyu ısırtı ocağı kullanarak veya güneş enerjisi ile ısıtabilirsiniz. Bunlara ilave olarak kaptaki suyu elektrik enerjisi kullanarak ısıtmak isterseniz nasıl bir düzenek kurmamız gerekmektedir?*
2. *Kurduğunuz düzenekte, suyun daha az ya da daha çok ısınmasına etki eden değişkenler neler olabilir?*
3. *Isı yalıtımı nasıl ve ne amaçla yapılır?*
4. *Isı enerjisi ve elektrik enerjisi kavramları günlük yaşamda hangi alanlarda kullanılmaktadır?*

2. Rehberli Sorgulama

Problem belirlendikten sonra, problemin çözümü için öğrenciler grup içi tartışmalar yürütmelidirler. Öğretim elemanı öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları ve bu hipotezlerini test etmelerini ister. Öğrenciler, Data Logger ile yapılabilecek deneyler tasarımlarını doğrultusunda yönlendirilir.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulayıcaya kadar deneye devam etmelidirler. Ayrıca bu aşamada, her bir problem için hipotez kurulup, Data Logger kullanılarak veriler alınmalı ve yorumlanmalıdır.

Aşağıda, bu deney için olası bir problem ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Problem

Kalorimetre kabındaki suyu elektrik enerjisi ile ısıttığımızı düşünelim. Böyle bir deneyde, suyun sıcaklığındaki değişim ile devreye verilen akım arasında nasıl bir ilişki vardır?

Ek 1'in devamı

Hipotez

Devreye verilen akım arttıkça, sudaki sıcaklık değişimi de artacaktır. Ancak bu süreçte, zaman ve suyun kütlesi sabit tutulmalıdır.

Deney Tasarımı

Araç-Gereçler

Data Logger (Dönüştürücü, akım ve sıcaklık sensörü, Data Logger yazılımı), kalorimetre kabı, DC güç kaynağı, bağlantı kabloları.

Deneyin Yapılışı

Ek Şekil 4'te görülen elektrik devresi kurulur.

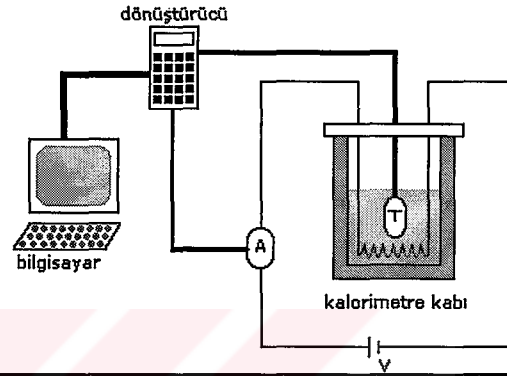
Devreye her biri beş dakika olmak üzere, 3, 4.5 ve 6 voltluk gerilimler uygulanır. Ayrıca, her denemede suyun kütlesi sabit tutulur. Data Logger yazılımı üzerinde çizilen grafik incelenir. Grafikte, sıcaklığın akıma karşı değişimi görülecektir. Ayrıca, yazılım ile deneyde elde edilen veriler, Excel programında incelenerek, akım ve gerilim değerleri de incelenir.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurulur ve yeni bir deney tasarlanır.

4. Uygulama

Öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir ve onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplamaları istenir.

Aşağıda öğrencilere araştırmaları için verilebilecek örnek sorular verilmiştir. Öğretim elemanı soru sayısını artırabilir.



Ek Şekil 4. Data Logger ile yapılan, "Kalorimetre" deneyi şeması ve resmi

1- Su ısıtıcıları nasıl çalışır? Araştırmamız ve yaptığımız deney sonuçlarını, araştırma bulgularınız ile ilişkilendiriniz.

2- Joule ve kalori ısı enerjisi birimi olmalarına rağmen, farklı alanlarda kullanılırlar. Çevrenizde, bu iki birimin kullanıldığı yerleri inceleyerek, bir liste oluşturunuz.

3- Isının mekanik eşdeğeri, ısı enerjisinin mekanik enerji cinsinden değerini ifade etmektedir. Bir düzenekte ısıнын mekanik eşdeğerini nasıl ölçebiliriz?

Ek 1'in devamı

DENEY NO-5 "Manyetik Alan" Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Manyetik alanın varlığını gözlemleme Manyetik alanın bağlı olduğu değişkenleri inceleme
Toplam süre:	30+30 dakika
Kavramlar:	Manyetik alan, mıknatıs, akım, pusula
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama ve yorumlama, grafik çizme, sonuç çıkarma.

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri ve grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

1. Tarağı saçınıza veya kumaş parçasına sürttükten sonra kağıt parçalarını çektiğini gözlemlemiştinizdir. Bunun yanı sıra, bir mıknatısın demir tozlarını çektiğini de gözlemlemiştinizdir. Tarağın kağıt parçalarını çekmesine sebep olan etki ile mıknatısın demir tozlarını çekmesine sebep olan etki aynı mıdır? Eğer farklıysa, aradaki fark ne olabilir?
2. Manyetik alan denince kafanızda ne canlanıyor? Manyetik alan ifadesiyle gündelik yaşamınızda nerelerde karşılaşıyorsunuz?
3. Manyetik alanı görebilir miyiz? Ya da varlığından nasıl haberdar olabiliriz?
4. Pusula hep kuzeyi gösterdiği için, gemiciler denizde pusula ile yönlerini bulabilmektedirler. Pusula neden hep kuzeyi gösterir?
5. Manyetik alan hangi kaynaklardan elde ediliyor olabilir? Manyetik alan elde etmek istersek, ne yapmamız ve neler kullanmamız gerekir?
6. Bir iletken telin üzerinden akım geçirerek manyetik alan elde edebilir miyiz? Bunu nasıl anlarız?
7. İletken telin etrafında oluşturduğu manyetik alana etki eden değişkenler neler olabilir?

2. Rehberli Sorgulama

Öğrencilere, yukarıda verilen ve öğretim elemanının da ekleyebileceği sorular etrafında grup tartışması yaptırılır. Öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları ve bu hipotezlerini test etmeleri istenir. Öğrenciler, Data Logger ile yapılabilecek deneyler tasarımlarını doğrultusunda yönlendirilirler.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulanıncaya kadar deneye devam edilmelidir. Tasarlanan deneyler, yapılmalı ve elde edilen veriler yorumlanmalıdır.

Aşağıda, bu deney için olası bir problem durumu ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Ek 1'in devamı

Problem

Üzerinden akım geçen iletken bir telin etrafında oluşturduğu manyetik alan, telden geçen akımla değişir mi? Bu iki nicelik arasında nasıl bir ilişki vardır?

Hipotez

İletken tel üzerinden geçen akım ile telin etrafında oluşan manyetik alan doğru orantılı olarak değişir.

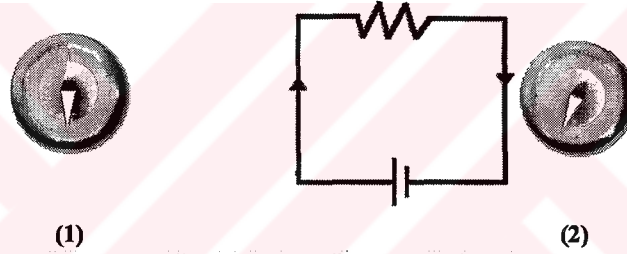
Deney Tasarımı

Araç-Gereçler

Data Logger (Dönüştürücü, akım sensörü, Data Logger yazılımı), DC güç kaynağı, bağlantı kabloları, kargal sarımı, pusula

Deneyin Yapılışı

Ek Şekil 5'te görüldüğü gibi, dünyanın manyetik alan çizgileri doğrultusunda yönelmiş olan mıknatısın (1) yanına, üzerinden akım geçen iletken bir tel yaklaştırılırsa, mıknatısın ibresinde sapma gözlemlenir (2). İbredeki sapmanın nedeni, telin etrafında oluşan manyetik alanın, pusulayı etkilemesidir.



Ek Şekil 5: Manyetik alanın varlığını gözlemleme

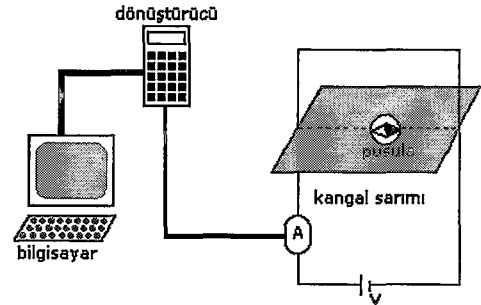
Bu deneyde, manyetik alanı doğrudan ölçmek yerine, pusuladaki sapma miktarı kullanılarak manyetik alanın büyüklüğü hakkında yorum yapılacaktır.

Ek Şekil 6'da gösterilen devre kurulur. Devreye, 1,5 voltluk akım verilir. Pusula üzerindeki, açılar kullanılarak ibredeki sapma miktarı ölçülür. Bu sırada, iletken telden geçen akım da ölçülür, grafik ve ölçüm değerleri yazılım ile kaydedilir.

Bu işlem sırasıyla 3 ve 4,5 voltluk ana kol gerilimleri ile de tekrarlanır.

Yazılımın çizdiği grafiğe bakılarak devreden geçen akım incelenir. Ayrıca, Excel programına aktarılan veriler için, ortalama değerler alınarak akım-sapma miktarı grafiği çizilir. Bu grafikten akım-manyetik alan ilişkisi kurulur.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurulur ve bu doğrultuda yeni bir deney yapılır.



Ek Şekil 6: Data Logger ile Yapılan, "Manyetik Alan" deneyi şeması ve resmi

Ek 1'in devamı**4. Uygulama**

Hipotezler denendikten ve sonuca ulaşıldıktan sonra, öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir. Onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplandırmaları istenir.

Aşağıda, örnek sorular verilmiştir. Öğretim elemanı isterse bu soruları artırabilir.

- 1- *Kanada gibi kuzey kutbuna yakın ülkelerde, yılın belirli zamanlarında, geceleyin gök yüzünde ışımlar şeklinde cereyan eden olaylar meydana gelmektedir. "Aurora Borealis (Kuzey Işıkları)" olarak adlandırılan olaylar, yabancı turistlerin ilgisini çekmekte, hatta bu ülkedeki oteller yılın belirli zamanlarında bu sıra dışı olayları görmek için gelen turistlerle dolmaktadır. Bu olayın nasıl gerçekleştiğini araştırınız.*
- 2- *Atmosferin katmanlarından olan manyetosfer tabakası ve "Van-Allen Kuşakları" hakkında bilgi toplayınız. Eğer bu tabaka olmasaydı dünya bu durumdan nasıl etkilenirdi, araştırınız.*
- 3- *Şehirler arasındaki yüksek gerilim hatları insan sağlığı açısından neden sakıncalar doğurur?*
- 4- *Üzerinden akım geçen bir telde, sarım sayısının değişmesi, telin etrafında oluşturduğu manyetik alanı değiştirir mi? Bu problemi çözmek için nasıl bir deney tasarlırsınız?*

Ek-2. Bütünleştirici laboratuvar yaklaşımına uygun, geleneksel deney araçları ile yapılan fizik deneyleri öğretim elemanı kılavuzu

DENEY NO-1 “Bir İletken Üzerinden Geçen Akım ve İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi” Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Bir direncin üzerinden geçen akım ile iletken üzerinde oluşan gerilim ilişkisini incelemek Seri ve paralel bağlı elektrik devrelerini incelemek.
Toplam süre:	60 dakika
Kavramlar:	Direnç, akım, gerilim, seri bağlama, paralel bağlama
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama ve yorumlama, sonuç çıkarma

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri ve grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

1. *Direnç, akım ve gerilim kavramlarını günlük yaşantınızda nerelerde ve hangi amaçlarla kullanmaktasınız?*
2. *Günlük yaşantınızda hangi tür akımı daha fazla kullanıyorsunuz? Neden?*
3. *Akım ile gerilim arasında nasıl bir ilişki vardır? Akım mı gerilime neden olur yoksa gerilimden ötürü mü akım meydana gelir? Yani bu iki nicelikten hangisi sebep hangisi sonuç durumundadır?*
4. *Seri veya paralel bağlı elektrik devreleri ile yaşamın hangi alanlarında karşılaşıyorsunuz? Dirençler Neden seri veya paralel bağlanma gereği duyulmuş olabilir?*
5. *Basit bir elektrik devresinde, direnç üzerinde oluşan gerilim ile direnç üzerinden geçen akım arasında nicel olarak nasıl bir ilişki vardır?*

2. Rehberli Sorgulama

Problem belirlendikten sonra, problemin çözümü için öğrenciler grup içi tartışmalar yürütmelidirler. Öğretim elemanı öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları ve bu hipotezlerini test etmelerini ister. Bunun için, öğrenciler geleneksel araçlar ile yapılabilecek deneyler tasarlamaları doğrultusunda yönlendirilirler. Bu aşamada, kurulan bütün hipotezler için deney yapılmasının gerekliliği belirtilir.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulayınca kadar deneye devam etmelidirler. Ayrıca bu aşamada, her bir problem için hipotez kurulup, geleneksel araçlar kullanılarak veriler alınmalı ve yorumlanmalıdır.

Ek 2'nin devamı

Aşağıda, bu deney için olası bir problem ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Problem

Bir direncin üzerinden geçen akım ile bu direnç üzerinde oluşan gerilim arasında nicel olarak nasıl bir ilişki vardır?

Hipotez

Bir direnç üzerinden geçen akım ile, direnç üzerindeki potansiyel fark doğru orantılı olarak değişir.

Deney Tasarımı

Araç-Gereçler

DC güç kaynağı, ampermetre, voltmetre, bağlantı kabloları, direnç.

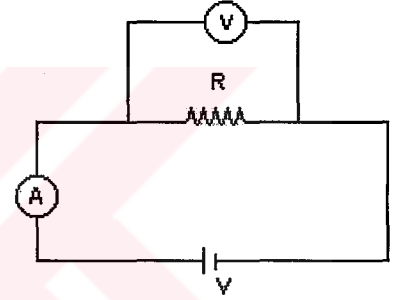
Deneyin Yapılışı

Ek Şekil 7'de görüldüğü gibi basit bir elektrik devresi kurulur.

Devreye sırasıyla, 1.5, 3, 4.5 ve 6 voltluk gerilimler uygulanır. Ampermetre ve voltmetrenin gösterdiği değerler Ek Tablo 1'e kaydedilir.

Ek Tablo 1. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, "Bir İletken Üzerinden Geçen Akım ve İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi" deneyi veri giriş tablosu

Güç kaynağı gerilimi (volt)	Voltmetredeki değer (volt)	Ampermetredeki değer (amper)
1,5		
3		
4,5		
6		



Ek Şekil 7. Geleneksel deney araçları ile yapılan, "Bir İletken Üzerinden Geçen Akım ve İletkende Oluşan Gerilim İlişkisi" deneyi şeması ve resmi

Tablodaki veriler kullanılarak, akım-gerilim grafiği çizilir. Bu grafik yorumlanarak akım-gerilim ilişkisi nicel olarak ortaya çıkarılır.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurulur ve yeni bir deney tasarlanır.

4. Uygulama

Öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir ve onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplamaları istenir.

Ancak şu noktaya dikkat edilmelidir. Öğrenciler, araştırma sonunda elde ettikleri bilgileri olduğu gibi almakta ve rapora ilave etmektedir.

Bu durumu önlemek için, verilen araştırma soruları, kaynaktan doğrudan bulunabilecek şekilde değil de, kaynaklar okunduktan sonra onlardan bir sonuç çıkarmayı gerektirecek şekilde düzenlenmelidir.

Aşağıda, örnek sorular verilmiştir.

Ek 2'nin devamı

1- Bir elektrik devresinde, akım ile direnç arasında nasıl bir ilişki vardır? Bir devrede direncin değişmesi akımı nasıl etkiler?

2- Elimizde iki ampul, güç kaynağı ve yeterli sayıda bağlantı kablosu olduğunu düşünelim. Güç kaynağının gerilimini değiştirmeden bu lambaların daha parlak yanması için ampulleri nasıl bağlamak gerekmektedir?

Araştırmalar tamamlandıktan sonra, deney süresince yapılan bütün işlemler rapor edilir. Raporda, problem durumu, yanlış olsa da kurulan hipotezler, deney tasarımları, kullanılan araçlar, deneyin yapılmasında takip edilen işlem basamakları, yapılan deneyin şeması, veri toplama ve yorumlama süreci açık bir şekilde ifade edilmelidir. Raporun sonuç bölümünde, veriler ve yazılım tarafından çizilen grafikler yorumlanmalı, değişkenler arasındaki sayısal ilişkiler ortaya çıkarılmalıdır.



Ek 2'nin devamı

DENEY NO-2 "Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler" Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Bir iletkenin direncini etkileyen değişkenleri belirlemek.
Toplam süre:	60 dakika
Kavramlar:	Direnç, iletken tel, akım, reosta
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama ve yorumlama, grafik çizme, sonuç çıkarma.

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri ve grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

Elinizde, bir iletken tel olduğunu düşünün.

- 1. Bu telin, akıma karşı gösterdiği direnci artırmak için neler yaparsınız? Neden?*
- 2. Bu telin, akıma karşı gösterdiği direnci azaltmak için neler yaparsınız? Neden?*

2. Rehberli Sorgulama

Öğrencilere, yukarıda verilen ve öğretim elemanının da ekleyebileceği sorular etrafında grup tartışması yaptırılır. Öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları, hipotezlerini test etmeleri ve geleneksel deney araçları ile yapılabilecek deneyler tasarlamaları istenir. Çeşitli kombinasyonların denenmesiyle, iletkenin direncine etki eden değişkenler belirlenir.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulanıncaya kadar deneye devam edilmelidir. Tasarlanan deneyler, yapılmalı ve elde edilen veriler yorumlanmalıdır.

Aşağıda, bu deney için olası bir problem durumu ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Problem

Kesitleri aynı olan ve farklı uzunluktaki bakır tellerin dirençleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Hangisinin akıma gösterdiği direnç en fazladır?

Hipotez

Bir iletkenin direnci, iletkenin boyu uzadıkça artar. Yani, direncin boyu ne kadar fazla olursa, akıma da o kadar fazla karşı koyar. Bu nedenle boyu en fazla olan bakır telin direnci en fazladır.

Ek 2'nin devamı

Deney Tasarımı

Araç-Gereçler

DC güç kaynağı, ampermetre, cetvel, bağlantı kabloları, kesitleri aynı, uzunlukları farklı olan bakır teller.

Deneyin Yapılışı

Bu deneyde, iletken telin direncini doğrudan ölçmek yerine, üzerinden geçen akımı ölçerek direnci hakkında yorum yapılmalıdır. Hipoteze göre, iletkenin boyu arttıkça direnci arttığı için, deney sonunda boyu en fazla olan iletken üzerinden geçen akımın en az olması gerekmektedir.

Deneyde kullanılacak bakır tellerin boyları ölçülür ve kaydedilir.

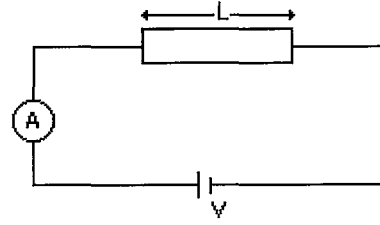
Ek Şekil 8'de görüldüğü gibi bir elektrik devresi kurulur.

Devreye en küçük bakır tel bağlanarak, üzerinden geçen akım ölçülür

Bu işlem sırasıyla diğer bakır teller için de tekrarlanır. Elde edilen değerler Ek Tablo 2'ye kaydedilir.

Tablodaki veriler kullanılarak akım-boy grafiği çizilir. Bu grafik yorumlanarak boy, direnç ilişkisi kurulur.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurulur ve bu doğrultuda yeni bir deney yapılır.



Ek Şekil 8. Geleneksel deney araçları ile yapılan, "Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler" deneyi şeması ve resmi

Ek Tablo 2. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, "Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler" deneyi veri giriş tablosu

İletkenin boyu (cm)	Ampermetredeki değer (Amper)

4. Uygulama

Bu aşamada, öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir ve onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplamaları istenir.

Aşağıda, örnek bir araştırma sorusu verilmiştir. Öğretim elemanı bu soruya yeni sorular ekleyebilir.

Reosta fizik laboratuvarlarında, devrenin direncini artırmak ve bazı deney araçlarının aşırı akımdan zarar görmesini önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Reosta'nın çalışma prensibini araştırınız ve bu deney ile araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgileri ilişkilendiriniz.

Araştırmalar tamamlandıktan sonra, deney süresince yapılan bütün işlemler rapor edilir.

Ek 2'nin devamı

DENEY NO-3 "Elektroliz" Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Çözeltilerin elektrik iletip iletmediklerini tespit etmek Elektroliz olayında, çözelti içindeki iyonların hareket yönünü tespit etmek. Devreden geçen akım ile, katotta toplanan madde miktarı arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak.
Toplam süre:	60 dakika
Kavramlar:	Çözelti, akım, anot, katot, anyon, katyon,
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama, grafik çizme, yorumlama, sonuç çıkarma

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri gerekmektedir. Bu nedenle, öğrencileri grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

1. Elinizde bir çözelti olduğunu düşünün. Örneğin bir bardak limonata. Bu çözeltinin elektrik akımı geçirip geçirmediğini nasıl gözlemlersiniz? Ne yaparsınız?
2. Günlük yaşamınızda elektroliz ve çözelti kavramlarıyla nerelerde karşılaşılıyor?
3. Bazı insanların dişlerini altın veya gümüş kaplı olduğunu görmüşsünüzdür. Dişler altın veya gümüşle nasıl kaplanıyor olabilir?
4. Elektroliz olayında, elektrotların birinde toplanan madde miktarını değiştirmek için neler yaparsınız?

2. Rehberli Sorgulama

Verilen sorular etrafında problem durumu veya durumları belirlendikten sonra, çözüm için öğrenciler grup içi tartışmalar yürütmelidirler. Öğretim elemanı öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları ve bu hipotezlerini test etmelerini ister. Bunun için öğrenciler, geleneksel deney araçları ile yapılabilecek deneyler tasarlamaları doğrultusunda yönlendirilir.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulayınca kadar deneye devam etmelidirler. Ayrıca bu aşamada, her bir problem için hipotez kurulup, geleneksel deney araçları kullanılarak veriler alınmalı ve yorumlanmalıdır.

Aşağıda, bu deney için olası bir problem ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Problem

Elektroliz düzeneğinde, katotta toplanan madde miktarı ile devreye verilen akım arasında bir ilişki var mıdır? Böyle bir ilişki söz konusu ise, akım ile madde miktarı birbirine göre nicel olarak nasıl değişir?

Ek 2'nin devamı

Hipotez

Elektroliz yapmak amacıyla kurulan bir düzeneğe, katotta toplanan madde miktarı ve devreye verilen akım birbiri ile ilişkilidir. Eğer akım arttırılırsa, katotta da toplanan madde miktarı da o ölçüde artar.

Deney Tasarımı

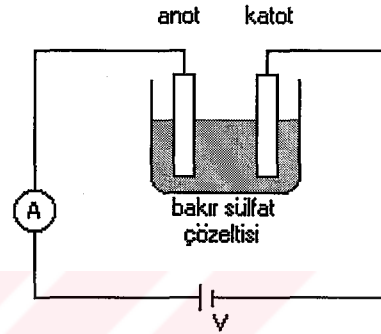
Araç-Gereçler

DC güç kaynağı, ampermetre, eşit kollu terazi, krokodilli bağlantı kabloları, bakır sülfat çözeltisi, iki adet bakır elektrot, elektroliz kabı.

Deneyin Yapılışı

Ek Şekil 9'da görüldüğü gibi bir elektrik devresi kurulur.

Katottaki elektrotun kütlesi ölçülür. Devreye önce 3 voltluk gerilim uygulanır. 3 dakika sonra katottaki elektrotun kütlesi yeniden ölçülür. Elektrotun deneyden önce ve deneyden sonraki kütleleri arasındaki fark katotta toplanan madde miktarını verir. Bu süreçte, ampermetre ile devreden geçen akım da ölçülüp veriler Ek Tablo 3'e kaydedilmelidir.



Ek Şekil 9. Geleneksel deney araçları ile yapılan, "Elektroliz" deneyi şeması ve resmi

Yukarıdaki işlem, temiz elektrotlar kullanılarak devreye 4,5 ve 6 voltluk gerilimler verilerek tekrarlanır. Tablodaki veriler kullanılarak akım-kütle grafiği çizilir.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurularak deney tasarlanır ve uygulanır.

Ek Tablo 3. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, "Elektroliz" deneyi veri giriş tablosu

Gerilim	Ampermetredeki değer (Amper)	Elektrolizden Önce Katottaki Elektrotun Kütlesi (gr)	Elektrolizden Önce Katottaki Elektrotun Kütlesi (gr)	Katotta toplanan madde miktarı (gr)
3				
4,5				
6				

4. Uygulama

Hipotezler denendikten ve sonuca ulaşıldıktan sonra, öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir. Onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplamaları istenir.

Aşağıda örnek sorular verilmiştir. Öğretim elemanı isterse bu soruların sayısını artırabilir.

1. *Etrafınızdan, elektroliz yoluyla kaplanan eşyalara örnekler bulunuz ve bunların nasıl kaplanmış olabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.*
2. *Metal bir anahtarlığı altınla kaplamak istediğinizi düşünün. Nasıl bir deney tasarlıyorsunuz. Hangi çözeltileri ve hangi elektrotları kullanırsınız.*
3. *Bakır madeninden çıkarılan bakır cevheri saflaştırılırken elektroliz olayı kullanılabilir mi? Bunun için nasıl bir yol izlenebilir?*

Ek 2'nin devamı

DENEY NO-4, "Kalorimetre" Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Joule ve kalori ilişkisini incelemek Kalorimetre kabında ısınan suyun sıcaklık değişimine etki eden faktörleri tespit etmek.
Toplam süre:	60 dakika
Kavramlar:	Isı, sıcaklık, joule, kalori, elektrik enerjisi, ısı enerjisi, akım
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama ve yorumlama, sonuç çıkarma

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri ve grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

1. Kalorimetre kabındaki suyu ısırtı ocağı kullanarak veya güneş enerjisi ile ısıtabilirsiniz. Bunlara ilave olarak kabtaki suyu elektrik enerjisi kullanarak ısıtmak isterseniz nasıl bir düzenek kurmanız gerekmektedir?
2. Kurduğunuz düzenekte, suyun daha az ya da daha çok ısınmasına etki eden değişkenler neler olabilir?
3. Isı yalıtımı nasıl ve ne amaçla yapılır?
4. Isı enerjisi ve elektrik enerjisi kavramları günlük yaşamda hangi alanlarda kullanılmaktadır?

2. Rehberli Sorgulama

Problem belirlendikten sonra, problemin çözümü için öğrenciler grup içi tartışmalar yürütmelidirler. Öğretim elemanı öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları ve bu hipotezlerini test etmelerini ister. Öğrenciler, geleneksel deney araçları ile yapılabilecek deneyler tasarımlarını doğrultusunda yönlendirilir.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulayınca kadar deneye devam etmelidirler. Ayrıca bu aşamada, her bir problem için hipotez kurulup, geleneksel deney araçları kullanılarak veriler alınmalı ve yorumlanmalıdır.

Aşağıda, bu deney için olası bir problem ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Problem

Kalorimetre kabındaki suyu elektrik enerjisi ile ısıttığımızı düşünelim. Böyle bir deneyde, suyun sıcaklığındaki değişim ile devreye verilen akım arasında nasıl bir ilişki vardır?

Ek 2'nin devamı

Hipotez

Devreye verilen akım arttıkça, sudaki sıcaklık değişimi de artacaktır. Ancak bu süreçte, zaman ve suyun kütlesi sabit tutulmalıdır.

Deney Tasarımı

Araç-Gereçler

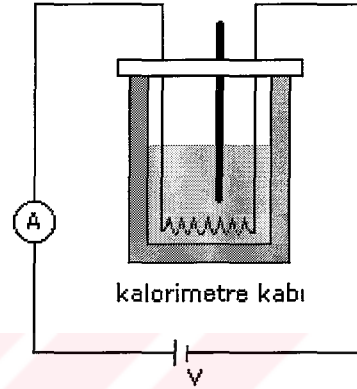
Kalorimetre kabı, DC güç kaynağı, ampermetre, termometre, bağlantı kabloları.

Deneyin Yapılışı

Ek Şekil 10'da görülen elektrik devresi kurulur.

Devreye beşer dakika aralıklarla, 3, 4.5 ve 6 voltluk gerilimler uygulanır. Her defasında sıcaklıktaki değişme Ek Tablo 4'e kaydedilir.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurulur ve yeni bir deney tasarlanır.



Ek Şekil 10. Geleneksel deney araçları ile yapılan, "Kalorimetre" deneyi şeması ve resmi

Ek Tablo 4. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, "Kalorimetre" deneyi veri giriş tablosu

Güç kaynağı gerilimi (Volt)	Ampermetredeki değer (Amper)	İlk sıcaklık (°C)	Son sıcaklık (°C)	Sıcaklık Artışı (°C)
3				
4,5				
6				

4. Uygulama

Öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir ve onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplamaları istenir.

Aşağıda öğrencilere araştırmaları için verilebilecek örnek sorular verilmiştir. Öğretim elemanı soru sayısını artırabilir.

1- Su ısıtıcıları nasıl çalışır? Araştırınız ve yaptığınız deney sonuçlarını, araştırma bulgularınız ile ilişkilendiriniz.

2- Joule ve kalori ısı enerjisi birimi olmalarına rağmen, farklı alanlarda kullanılırlar. Çevrenizde, bu iki birimin kullanıldığı yerleri inceleyerek, bir liste oluşturunuz.

3- Isının mekanik eşdeğeri, ısı enerjisinin mekanik enerji cinsinden değerini ifade etmektedir. Bir düzende ısıнын mekanik eşdeğerini nasıl ölçebiliriz?

Ek 2'nin devamı

DENEY NO-5 "Manyetik Alan" Deneyi Öğretim Elemanı Kılavuzu

Amaç:	Manyetik alanın varlığını gözlemleme Manyetik alanın bağlı olduğu değişkenleri inceleme
Toplam süre:	60 dakika
Kavramlar:	Manyetik alan, mıknatıs, akım, pusula
Bilimsel Süreç	
Becerileri:	Hipotez kurma, değişkenleri belirleme, deney tasarlama, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama ve yorumlama, grafik çizme, sonuç çıkarma.

1. Ön Bilgi Yoklama Aşaması

Deneye başlamadan önce öğrencilere aşağıda verilen sorular etrafında tartışmalar yaptırılarak ön bilgileri sorgulanır. Amaç, öğrencilerin deneye konu olan kavramlar hakkında ne bildikleri veya ne bilmediklerini ortaya çıkarmak, ilgilerini konuya çekmek ve konu hakkındaki eksikliklerinin farkında olmalarını sağlamaktır. Bu süreçte, öğrencileri yanlış olsa bile bildiklerini söylemeleri ve grup arkadaşları ile tartışmalara aktif bir şekilde katılmaları için cesaretlendirmek gerekmektedir. Grup içinde fikir ayrılığı meydana gelmiş olsa bile, tartışma sonunda ortaya çıkan fikirler ana hatları ile kaydedilmelidir.

Aşağıda bu deneyden önce sorulabilecek bazı örnek sorular yer almaktadır. Öğretim elemanı bu soruları değiştirebilir veya tartışmanın gidişatına göre öğrencilere yeni sorular yöneltebilir.

1. Tarağı saçınıza veya kumaş parçasına sürttükten sonra kağıt parçalarını çektiğini gözlemlemişsinizdir. Bunun yanı sıra, bir mıknatısın demir tozlarını çektiğini de gözlemlemişsinizdir. Tarağın kağıt parçalarını çekmesine sebep olan etki ile mıknatısın demir tozlarını çekmesine sebep olan etki aynı mıdır? Eğer farklıysa, aradaki fark ne olabilir?
2. Manyetik alan denince kafanızda ne canlanıyor? Manyetik alan ifadesiyle gündelik yaşamınızda nerelerde karşılaşıyorsunuz?
3. Manyetik alanı görebilir miyiz? Ya da varlığından nasıl haberdar olabiliriz?
4. Pusula hep kuzeyi gösterdiği için, gemiciler denizde pusula ile yönlerini bulabilmektedirler. Pusula neden hep kuzeyi gösterir?
5. Manyetik alan hangi kaynaklardan elde ediliyor olabilir? Manyetik alan elde etmek istersek, ne yapmamız ve neler kullanmamız gerekir?
6. Bir iletken telin üzerinden akım geçirerek manyetik alan elde edebilir miyiz? Bunu nasıl anlarız?
7. İletken telin etrafında oluşturduğu manyetik alana etki eden değişkenler neler olabilir?

2. Rehberli Sorgulama

Öğrencilere, yukarıda verilen ve öğretim elemanının da ekleyebileceği sorular etrafında grup tartışması yaptırılır. Öğrencilerden, problemlerin çözümüne yönelik hipotez kurmaları ve bu hipotezlerini test etmeleri istenir. Öğrenciler, geleneksel deney araçları ile yapılabilecek deneyler tasarlamaları doğrultusunda yönlendirilirler.

3. Kavram Oluşturma

Öğrenci grupları, kurdukları hipotezleri test etmek için tasarladıkları deneyleri yapmalıdırlar. Hipotezleri doğrulanırsa, bir sonraki aşamaya geçmelidirler. Eğer doğru değilse, doğrulanıncaya kadar deneye devam edilmelidir. Tasarlanan deneyler, yapılmalı ve elde edilen veriler yorumlanmalıdır.

Aşağıda, bu deney için olası bir problem durumu ve hipotez ile, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak ortaya atılan deney tasarımı sunulmuştur.

Ek 2'nin devamı

Problem

Üzerinden akım geçen iletken bir telin etrafında oluşturduğu manyetik alan, telden geçen akımla değişir mi? Bu iki nicelik arasında nasıl bir ilişki vardır?

Hipotez

İletken tel üzerinden geçen akım ile telin etrafında oluşan manyetik alan doğru orantılı olarak değişir.

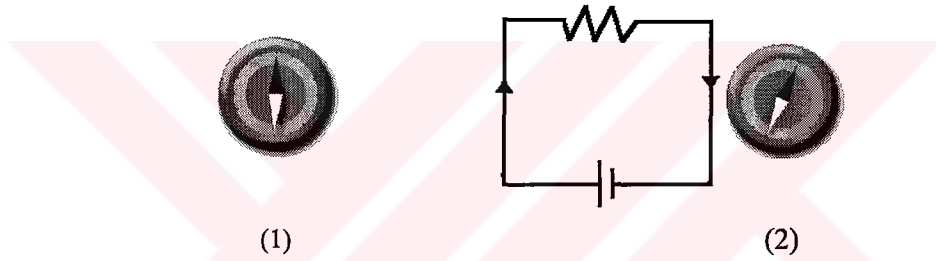
Deney Tasarımı

Araç-Gereçler

DC güç kaynağı, ampermetre, bağlantı kabloları, kangal sarımı, pusula

Deneyin Yapılışı

Ek Şekil 11'de görüldüğü gibi, dünyanın manyetik alan çizgileri doğrultusunda yönelmiş olan mıknatısın (1) yanına, üzerinden akım geçen iletken bir tel yaklaştırılırsa, mıknatısın ibresinde sapma gözlemlenir (2). İbredeki sapmanın nedeni, telin etrafında oluşan manyetik alanın, pusulayı etkilemesidir.



Ek Şekil 11. Manyetik alanın varlığını gözlemlenme

Bu deneyde, manyetik alanı doğrudan ölçmek yerine, pusuladaki sapma miktarı kullanılarak manyetik alanın büyüklüğü hakkında yorum yapılacaktır.

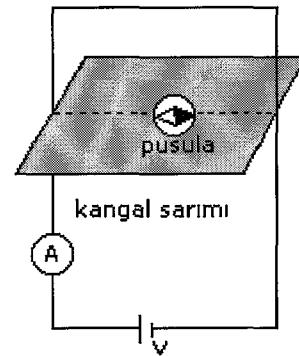
Ek Şekil 12'de gösterilen devre kurulur. Devreye, 1,5 voltluk akım verilir. Pusula üzerindeki, açılar kullanılarak ibredeki sapma miktarı ölçülür. Bu sırada, iletken telden geçen akım da ölçülür, ölçüm değerleri Ek Tablo 5'e kaydedilir.

Bu işlem sırasıyla 3 ve 4,5 voltluk ana kol gerilimleri ile de tekrarlanır.

Tablodaki verilerden faydalanılarak akım-sapma açısı grafiği çizilir.

Bu grafikten akım-manyetik alan ilişkisi kurulur.

Deney sonunda, hipotez doğrulanırsa problem çözülmüş olur. Eğer hipotez doğrulanmazsa, yeni bir hipotez kurulur ve bu doğrultuda yeni bir deney yapılır.



Ek Şekil 12. Geleneksel deney araçları ile yapılan, "Manyetik Alan" deneyi şeması ve resmi

Ek 2'nin devamı

Ek Tablo 5. Geleneksel deney araçlarıyla yapılan, "Manyetik Alan" deneyi veri giriş tablosu

Ampermetrenin gösterdiği değer (Amper)	Sapma Açısı (derece)

4. Uygulama

Hipotezler denendikten ve sonuca ulaşıldıktan sonra, öğrencilere bir takım araştırma soruları verilir. Onlardan yapacakları araştırma sonunda bu soruları cevaplandırmaları istenir.

Aşağıda, örnek sorular verilmiştir. Öğretim elemanı isterse bu soruları artırabilir.

- 1- Kanada gibi kuzey kutbuna yakın ülkelerde, yılın belirli zamanlarında, geceleyin gök yüzünde ışımalar şeklinde cereyan eden olaylar meydana gelmektedir. "Aurora Borealis (Kuzey Işıkları)" olarak adlandırılan olaylar, yabancı turistlerin ilgisini çekmekte, hatta bu ülkedeki oteller yılın belirli zamanlarında bu sıra dışı olayları görmek için gelen turistlerle dolmaktadır. Bu olayın nasıl gerçekleştiğini araştırınız.
- 2- Atmosferin katmanlarından olan manyetosfer tabakası ve "Van-Allen Kuşakları" hakkında bilgi toplayınız. Eğer bu tabaka olmasaydı dünya bu durumdan nasıl etkilenirdi, araştırınız.
- 3- Şehirler arasındaki yüksek gerilim hatları insan sağlığı açısından neden sakıncalar doğurur?
- 4- Üzerinden akım geçen bir telde, sarım sayısının değişmesi, telin etrafında oluşturduğu manyetik alanı değiştirir mi? Bu problemi çözmek için nasıl bir deney tasarlırsınız?

Ek-3

Ek Tablo 6. Uygulamalar süresince hangi grubun, ne zaman, hangi deneyi yapacağını gösteren çalışma planı

Hafta	Süre	DENEY 1	DENEY 2	DENEY 3	DENEY 4	DENEY 5
		Akım-Gerilim ilişkisi	Direncin Bağlı Olduğu Değişkenler	Bakır Sülfat Çözeltilisinin Elektrolizi	Kalorimetre	Manyetik Alan
1. hafta	60 dak.					
2. hafta	45+45 dak.					
3. hafta	45+45 dak.					
4. hafta	30 dak.					
ÖN TEST UYGULAMASI						
5. hafta	30+30 dak.	D-1-1	D-1-2	D-1-3	D-1-4	D-1-5
	30+30 dak.	D-2-1	D-2-2	D-2-3	D-2-4	D-2-5
6. hafta	30+30 dak.	D-1-5	D-1-1	D-1-2	D-1-3	D-1-4
	30+30 dak.	D-2-5	D-2-1	D-2-2	D-2-3	D-2-4
7. hafta	30+30 dak.	D-1-4	D-1-5	D-1-1	D-1-2	D-1-3
	30+30 dak.	D-2-4	D-2-5	D-2-1	D-2-2	D-2-3
8. hafta	30+30 dak.	D-1-3	D-1-4	D-1-5	D-1-1	D-1-2
	30+30 dak.	D-2-3	D-2-4	D-2-5	D-2-1	D-2-2
9. hafta	30+30 dak.	D-1-2	D-1-3	D-1-4	D-1-5	D-1-1
	30+30 dak.	D-2-2	D-2-3	D-2-4	D-2-5	D-2-1
10. hafta	30 dak					
SON TEST UYGULAMASI						
11. hafta	60 dakika					
12. hafta	60 dakika					

Ek 4. Data Logger' ın temel özelliklerinin gösteren tanıtım materyali

DATA-LOGGER



DATA LOGGER

Data Logger, mekanikten elektriğe her türlü fizik deneyini yapmak amacıyla kullanılabilen dijital deney araç takımıdır. Temel olarak, deney ortamından aldığı verileri, bilgisayara aktarmakta ve bu verilerin yorumlanmasını kolaylaştırmaktadır.

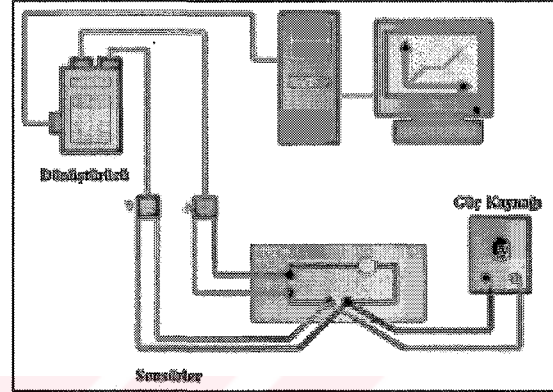
Sensörler, dönüştürücü ve PC olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Sensörler deney ortamındaki verileri alır. Dönüştürücü, Deney ortamı ile PC arasındaki iletişimi sağlar ve üzerindeki klavye ile aracın kontrol edilmesini sağlar. PC, bilgisayar yazılımı (DB Lab Software) sayesinde veriler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan grafiği çizebildiği gibi, verilerin tablolar halinde sunulmasına da imkan tanımaktadır.

Deney sırasında, verilerde meydana gelen herhangi bir değişiklik, program tarafından çizilen grafiğe anında yansıtılmaktadır.

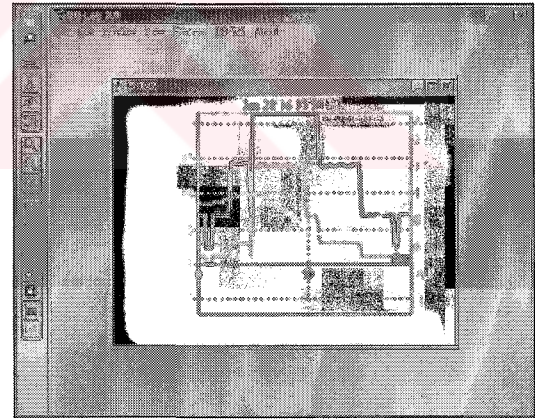
Data Logger, özel klavyesi aracılığıyla kontrol edilebileceği gibi, yazılım kullanılarak da kontrol edilebilir. Ayrıca, deney tamamlandıktan sonra elde edilen grafik, simülasyon şeklinde yeniden izlenebilmektedir. Böylece, yapılmış olan bir deney defalarca tekrarlanabilir.

Aşağıda, bir direnç üzerinden geçen akım ile bu direnç üzerinde oluşan potansiyel farkı ölçmek amacıyla Data Logger'ın kullanıldığı bir şema görülmektedir. Deneyde, gerilim ve akım sensörleri kullanılmıştır.

Direnç üzerinde oluşan gerilim ve akım



değişkenlerinde meydana gelen değişimler dönüştürücüye aktarılmakta ve dönüştürücü de bu verileri grafiği çizilmek üzere bilgisayara iletmektedir. Akım ve gerilim değerleri,



yukarıda resmi görülen bilgisayar programı ile grafiğe dönüştürülmektedir.

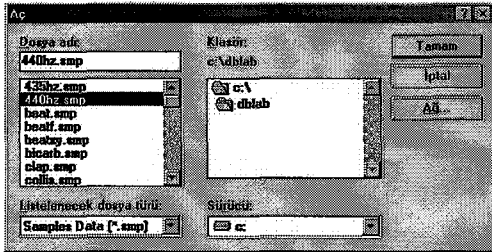
Ayrıca veriler EXCEL dosyası halinde de sunulmaktadır. Böylece, çok kısa sürede elde edilen onlarca hatta yüzlerce veri incelenebilir.

	Gerilim	Akım
1	1.1700	0.0000
2	1.1700	0.0000
3	1.1700	0.0000
4	1.1700	0.0000
5	1.1700	0.0000
6	1.1700	0.0000
7	1.1700	0.0000
8	1.1700	0.0000
9	1.1700	0.0000
10	1.1700	0.0000
11	1.1700	0.0000
12	1.1700	0.0000
13	1.1700	0.0000
14	1.1700	0.0000
15	1.1700	0.0000
16	1.1700	0.0000
17	1.1700	0.0000

Ek 5. Data Logger Yazılımı' nın mönüleri ve genel  zellikleri

Bu dokümanda, Data Logger Yazılımı'nda bulunan bazı m n ler ve özellikleri açıklanmaktadır.

FILE M n s 



Open

Daha önceden oluşturulmuş ve kaydedilmiş olan bir dosyayı açmak için *File/Open* yolu ile ulaşılan bu m n  kullanılır.

Save

File/Save yolu ile ulaşılan bu mönüde, grafiği çizilen uygulama bilgisayara veya dışarıdan bilgisayara takılan disket, taşınabilir disk vb. gibi donanımlara kaydedilir.



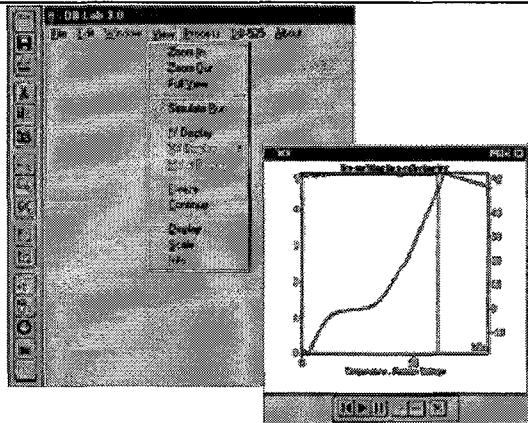
Export

CSV - Excel

Grafiği çizilen uygulamanın, verilerini görmek amacıyla kullanılır. Verilerin tablo halinde gösterilmesi için, kayıt edilmesi gerekir. Bu nedenle, önce dosyanın hangi isimli ve nereye kayıt edilmek istendiği sorulur. Ardından dosya belirtilen isimle, gösterilen yere kaydedilir. Bu dosya, grafiğin oluşmasını sağlayan verileri içermektedir.

Dosya Excel dosyası halinde kaydedilirse, veriler tek bir sütunda verilir ve bu nedenle birbirlerine karı ırlar. Bu nedenle, CSV şeklinde kaydetmek daha faydalıdır. Bu durumda, her bir de i kene ait veriler ayrı bir doküman halinde kaydedilir.

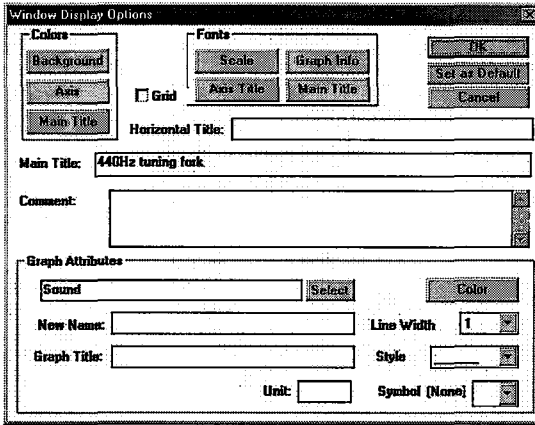
VIEW M n s 



Simulate Run

Grafiği alınmu  uygulamayı simülasyon şeklinde adım adım yeniden gözlemlemek amacıyla kullanılır. Bu m n  sayesinde, grafik ileri, geri istenen hızlarda hareket ettirilerek, değişim gözlemlenebilir.

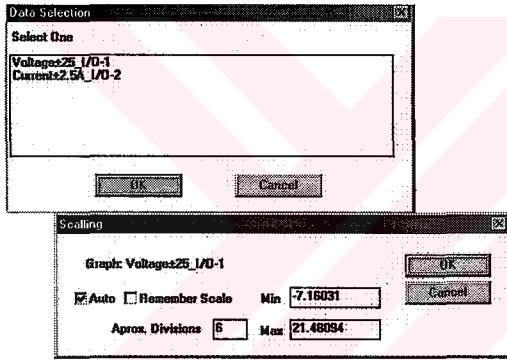
Ek 5'in devamı



Display

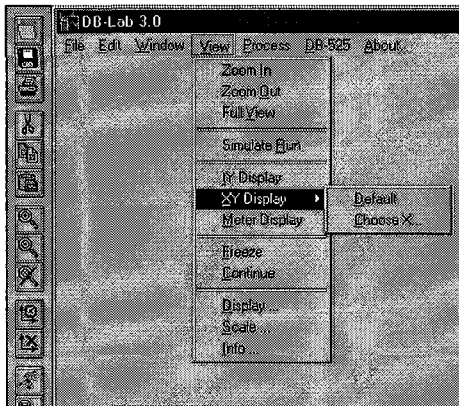
Grafik penceresi üzerinde değişiklik yapmak amacıyla kullanılır. Bu mönü ile, grafiğin eksen renkleri ve arka plan rengi değiştirilebileceği gibi, çizgi kalınlıkları ve yazı fontları da değiştirilebilir. Özellikle, Türkçe yazı fontları kullanılarak, yazılımın Türkçe'ye uyumlu hale getirilmesi sağlanabilir..

Ayrıca, arka plan milimetrik kağıtta olduğu gibi bölmelendirilerek, verilerin daha ayrıntılı incelenmesi sağlanabilir. Bu mönüde, üzerinde işlem yapılacak olan değişkenin *Select* bölümü kullanılarak mutlaka seçilmesi gerekmektedir.



Scale

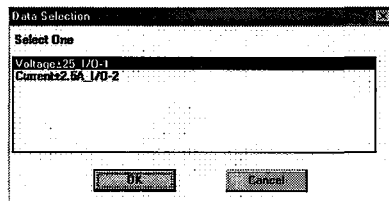
Grafikteki eksenlerin aralıklarını ayarlamak amacıyla kullanılır. Bu mönüde, erksen aralıkları daraltılarak verilerin grafiğin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi sağlanabilir.



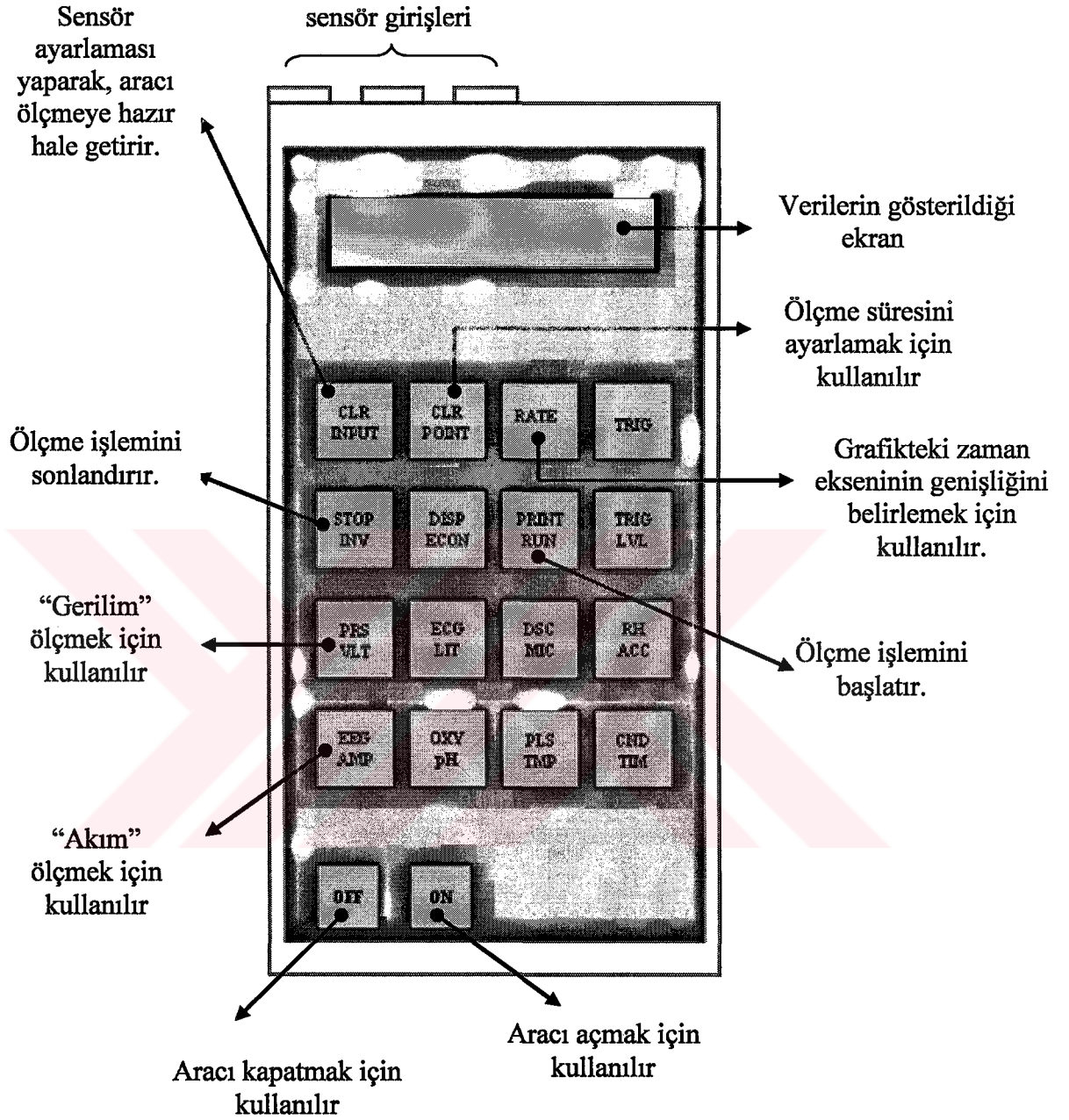
XY Display

Choose X

Grafikteki eksenlerin yerlerini değiştirmek amacıyla kullanılır. X ve Y eksenindeki, değişkenlerin yerlerini değiştirmek için, *Data Selection* penceresinden bir değişken seçilerek *OK* butonuna basılmalıdır.



Ek 6.



Ek Şekil 13. Data Logger dönüştürücüsünün klavye tanıtımı amacıyla öğrencilere dağıtılan doküman

Ek 7.

Ek Tablo 7. Data Logger ile buzun erimesi deneyinden elde edilen sıcaklık ve zaman verileri.

Time (Minute)	Temp. (° C)	Time (Minute)	Temp. (° C)	Time (Minute)	Temp. (° C)	Time (Minute)	Temp. (° C)
0	-30	0,75	-22,5	1,5	-15	2,25	-7,5
0,025	-29,75	0,775	-22,25	1,525	-14,75	2,275	-7,25
0,05	-29,5	0,8	-22	1,55	-14,5	2,3	-7
0,075	-29,25	0,825	-21,75	1,575	-14,25	2,325	-6,75
0,1	-29	0,85	-21,5	1,6	-14	2,35	-6,5
0,125	-28,75	0,875	-21,25	1,625	-13,75	2,375	-6,25
0,15	-28,5	0,9	-21	1,65	-13,5	2,4	-6
0,175	-28,25	0,925	-20,75	1,675	-13,25	2,425	-5,75
0,2	-28	0,95	-20,5	1,7	-13	2,45	-5,5
0,225	-27,75	0,975	-20,25	1,725	-12,75	2,475	-5,25
0,25	-27,5	1	-20	1,75	-12,5	2,5	-5
0,275	-27,25	1,025	-19,75	1,775	-12,25	2,525	-4,75
0,3	-27	1,05	-19,5	1,8	-12	2,55	-4,5
0,325	-26,75	1,075	-19,25	1,825	-11,75	2,575	-4,25
0,35	-26,5	1,1	-19	1,85	-11,5	2,6	-4
0,375	-26,25	1,125	-18,75	1,875	-11,25	2,625	-3,75
0,4	-26	1,15	-18,5	1,9	-11	2,65	-3,5
0,425	-25,75	1,175	-18,25	1,925	-10,75	2,675	-3,25
0,45	-25,5	1,2	-18	1,95	-10,5	2,7	-3
0,475	-25,25	1,225	-17,75	1,975	-10,25	2,725	-2,75
0,5	-25	1,25	-17,5	2	-10	2,75	-2,5
0,525	-24,75	1,275	-17,25	2,025	-9,75	2,775	-2,25
0,55	-24,5	1,3	-17	2,05	-9,5	2,8	-2
0,575	-24,25	1,325	-16,75	2,075	-9,25	2,825	-1,75
0,6	-24	1,35	-16,5	2,1	-9	2,85	-1,5
0,625	-23,75	1,375	-16,25	2,125	-8,75	2,875	-1,25
0,65	-23,5	1,4	-16	2,15	-8,5	2,9	-1
0,675	-23,25	1,425	-15,75	2,175	-8,25	2,925	-0,75
0,7	-23	1,45	-15,5	2,2	-8	2,95	-0,5
0,725	-22,75	1,475	-15,25	2,225	-7,75	2,98	-0,25

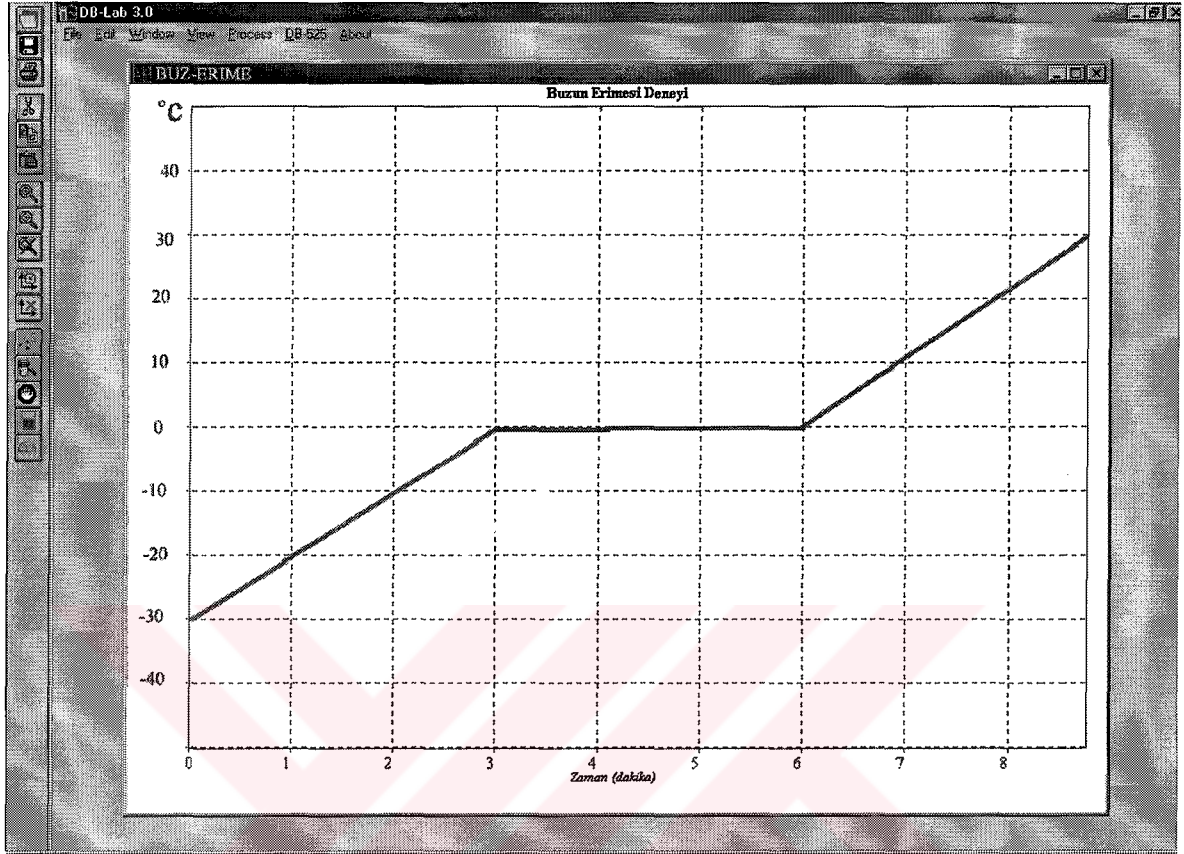
Ek Tablo 7'nin devamı

3,00	0,00	3,75	0,00	4,50	0,00	5,25	0,00
3,03	0,00	3,78	0,00	4,53	0,00	5,27	0,00
3,05	0,00	3,80	0,00	4,55	0,00	5,30	0,02
3,08	0,00	3,83	0,01	4,58	0,00	5,32	0,00
3,10	0,01	3,85	0,00	4,60	0,00	5,35	0,00
3,13	0,00	3,88	0,00	4,63	0,00	5,37	0,00
3,15	0,00	3,90	0,01	4,65	0,00	5,40	0,00
3,18	0,00	3,93	0,00	4,68	0,00	5,42	0,00
3,20	0,00	3,95	0,00	4,70	0,00	5,45	0,03
3,23	0,00	3,98	0,00	4,73	0,00	5,47	0,00
3,25	0,00	4,00	0,00	4,75	0,00	5,50	0,00
3,28	0,01	4,03	0,00	4,78	0,01	5,52	0,00
3,30	0,00	4,05	0,00	4,80	0,00	5,55	0,00
3,33	0,00	4,08	0,00	4,83	0,00	5,57	0,00
3,35	0,01	4,10	0,00	4,85	0,00	5,60	0,01
3,38	0,00	4,13	0,00	4,88	0,00	5,62	0,00
3,40	0,00	4,15	0,00	4,90	0,00	5,65	0,00
3,43	0,00	4,18	0,00	4,93	0,00	5,67	0,00
3,45	0,00	4,20	0,00	4,95	0,00	5,70	0,00
3,48	0,01	4,23	0,00	4,98	0,00	5,72	0,00
3,50	0,00	4,25	0,00	5,00	0,01	5,75	0,01
3,53	0,00	4,28	0,01	5,03	0,00	5,77	0,00
3,55	0,00	4,30	0,00	5,05	0,00	5,80	0,00
3,58	0,00	4,33	0,00	5,08	0,00	5,82	0,00
3,60	0,00	4,35	0,00	5,10	0,00	5,85	0,01
3,63	0,02	4,38	0,00	5,12	0,00	5,87	0,10
3,65	0,00	4,40	0,00	5,15	0,00	5,90	0,10
3,68	0,00	4,43	0,00	5,17	0,00	5,92	0,10
3,70	0,00	4,45	0,00	5,20	0,00	5,95	0,10
3,73	0,00	4,48	0,00	5,22	0,00	5,975	0,10

Ek Tablo 7'nin devamı

6	0,01	6,775	7,75	7,55	15,5	8,325	23,25
6,025	0,25	6,8	8	7,575	15,75	8,35	23,5
6,05	0,5	6,825	8,25	7,6	16	8,375	23,75
6,075	0,75	6,85	8,5	7,625	16,25	8,4	24
6,1	1	6,875	8,75	7,65	16,5	8,425	24,25
6,125	1,25	6,9	9	7,675	16,75	8,45	24,5
6,15	1,5	6,925	9,25	7,7	17	8,475	24,75
6,175	1,75	6,95	9,5	7,725	17,25	8,5	25
6,2	2	6,975	9,75	7,75	17,5	8,525	25,25
6,225	2,25	7	10	7,775	17,75	8,55	25,5
6,25	2,5	7,025	10,25	7,8	18	8,575	25,75
6,275	2,75	7,05	10,5	7,825	18,25	8,6	26
6,3	3	7,075	10,75	7,85	18,5	8,625	26,25
6,325	3,25	7,1	11	7,875	18,75	8,65	26,5
6,35	3,5	7,125	11,25	7,9	19	8,675	26,75
6,375	3,75	7,15	11,5	7,925	19,25	8,7	27
6,4	4	7,175	11,75	7,95	19,5	8,725	27,25
6,425	4,25	7,2	12	7,975	19,75	8,75	27,5
6,45	4,5	7,225	12,25	8	20	8,775	27,75
6,475	4,75	7,25	12,5	8,025	20,25	8,8	28
6,5	5	7,275	12,75	8,05	20,5	8,825	28,25
6,525	5,25	7,3	13	8,075	20,75	8,85	28,5
6,55	5,5	7,325	13,25	8,1	21	8,875	28,75
6,575	5,75	7,35	13,5	8,125	21,25	8,9	29
6,6	6	7,375	13,75	8,15	21,5	8,925	29,25
6,625	6,25	7,4	14	8,175	21,75	8,95	29,5
6,65	6,5	7,425	14,25	8,2	22	8,975	29,75
6,675	6,75	7,45	14,5	8,225	22,25	9	30
6,7	7	7,475	14,75	8,25	22,5		
6,725	7,25	7,5	15	8,275	22,75		
6,75	7,5	7,525	15,25	8,3	23		

Ek 8.



Ek Şekil 14. Data Logger ile buzun erimesi deneyinden elde edilen verilere ait grafik

Ek 9. Çalışmada kullanılan test

TEMEL FİZİK-2 DERSİ LABORATUAR SORULARI

1. $\frac{\text{Joule}}{\text{Kalori}}$ oranının birimi aşağıdakilerden hangisidir?

A) watt B) volt C) birimsiz
D) sn E) $^{\circ}\text{C}$

2. 100 gr. beyaz peynir tüketildiğinde, 0,275 kcal değerinde ısı enerjisi elde edilmektedir. Elde edilen bu enerjinin *joule* cinsinden değeri aşağıdakilerden hangisidir?

A) 0,065 B) 1,1495 C) 4,18
D) 65,7 E) 1149,5

3.

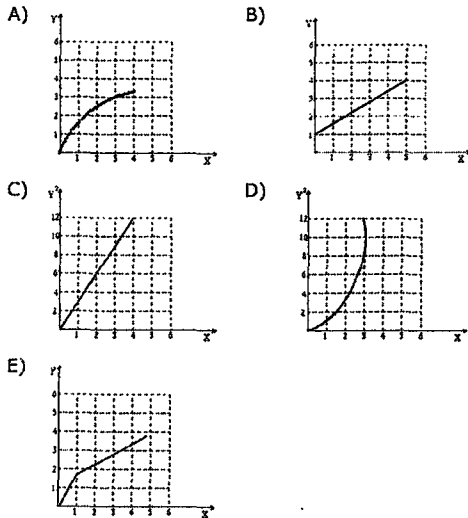
ENERJİ VE BESİN ÖĞELERİ	
Besin	100 g. pişmemiş makarna
Enerji Değeri	358 kcal
Protein	11 g
Karbonhidrat	75 g
Yağ	1,5 g

Yukarıdaki tabloda, bir makarna paketi üzerindeki Enerji ve Besin Öğeleri görülmektedir. Bu tabloda, değeri 358 kcal olarak belirtilen enerji türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kimyasal enerji B) Isı enerjisi C) Hareket enerjisi
D) Güneş enerjisi E) Mekanik enerji

4. Bir öğrenci, yaptığı deneyde, iki değişkene ait verileri kaydederek, yandaki tabloyu elde etmiştir. Bu verileri kullanarak öğrencinin çizmesi gereken grafik şıklarda verilenlerden hangisi olmalıdır?

X	Y
0	0
1	$\sqrt{3}$
2	$\sqrt{6}$
3	3
4	$2\sqrt{3}$



5. 4. soruda verilen tabloya göre, X ve Y arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) $\frac{Y}{X^2} = 3$ B) $\frac{X}{Y^2} = \frac{1}{3}$ C) $\frac{Y}{X} = 3$
D) $Y \cdot X = \sqrt{3}$ E) $\frac{X}{Y} = \sqrt{3}$

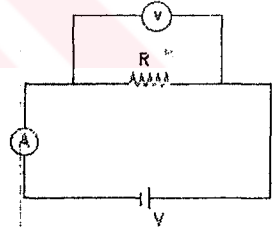
6. Bir dirence uygulanan *gerilim* ile o direnç üzerinden geçen *akım* arasındaki ilişkiyi incelemek isteyen bir öğrenci, aşağıda verilen malzemelerden hangilerini, nasıl kullanmalıdır?

I. Ampul
II. Bağlantı kabloları
III. Pili
IV. Pusula
V. Ampermetre
VI. Voltmetre
VII. Güç kaynağı

- A) Pili, bağlantı kabloları, ampermetre ve ampulden oluşan basit bir devre kurar. Ampulün uçları arasına voltmetreyi bağlar. Devreye akım vererek, voltmetre ve ampermetredeki değerleri gözlemler.
B) Güç kaynağı, bağlantı kabloları, ampermetre ve ampulden oluşan basit bir devre kurar. Ampulün uçları arasına voltmetreyi bağlar. Devreye akım verir, güç kaynağının gerilimini değiştirerek voltmetre ve ampermetredeki değerleri gözlemler.
C) Güç kaynağı, bağlantı kabloları, ampermetre ve ampulden oluşan basit bir devre kurar. Güç kaynağının uçlarına voltmetreyi bağlar. Devreye akım vererek, voltmetre ve ampermetredeki değişimi gözlemler.
D) Pili, bağlantı kabloları, ampermetre ve ampulden oluşan basit bir devre kurar. Üzerinden akım geçen ampulün yanına pusulayı yerleştirir. Devreye akım vererek, pusulanın ibresindeki sapmayı gözlemler.
E) Güç kaynağı, bağlantı kabloları ve ampulden oluşan basit bir devre kurar. Üzerinden akım geçen ampulün yanına pusulayı yerleştirir. Devreye akım verir ve pusulanın ibresindeki sapmayı gözlemler.

7. Bir öğrenci iki elektrik devresi kurarak, voltmetre ve ampermetredeki değişimlerden hareketle potansiyel fark - akım ilişkisini ortaya çıkarmak istiyor ve önce yandaki gibi bir devre kuruyor.

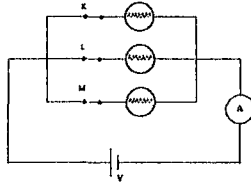
Öğrencinin amacına ulaşması için kurması gereken ikinci devre aşağıdakilerden hangisidir?



- A)
- B)
- C)
- D)
- E)

Ek 9'un devamı

8. Üç lamba kullanılarak oluşturulan şekildeki devrede, lambalardan yalnızca ikisi özdeştir. Her seferinde anahtarlardan biri açılarak, ampermetrenin gösterdiği değer ile güç kaynağının gerilimi kaydedilmiş ve aşağıdaki tablo elde edilmiştir.



DENEME	GERİLİM (VOLT)	AKIM (AMPER)
Sadece K anahtarı açıldığında	1	2
Sadece L anahtarı açıldığında	1	1,5
Sadece M anahtarı açıldığında	1	1,5

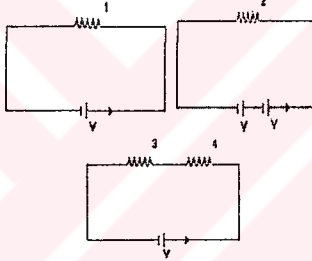
Tabloda verilenlere göre, K, L ve M anahtarlarına bağlı olan ampullerin dirençleri sırasıyla aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 1 Ω , 2 Ω , 1 Ω B) 2 Ω , 1 Ω , 1 Ω C) 1 Ω , 3 Ω , 3 Ω
D) 3 Ω , 2 Ω , 2 Ω E) 4 Ω , 1 Ω , 1 Ω

9. Özdeş direnç ve güç kaynakları ile oluşturulan şekildeki devrelerde, dirençlerin üzerinden geçen akımlar arasında $I_2 > I_1 > I_3 = I_4$ şeklinde bir ilişki olduğu gözlemleniyor.

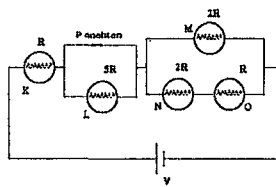
Bu gözlemlere dayanarak, aşağıda verilen genellemelerden hangisi ya da hangilerine ulaşılabilir?

- I. Gerilim arttıkça direnç artar
II. Gerilim arttıkça akım artar
III. Direnç azaldıkça akım artar.
IV. Seri bağlı iki dirençten oluşan bir devrenin eşdeğer direnci, dirençlerin toplamına eşittir.



- A) Yalnız I B) I ve III C) II ve IV
D) II ve III E) I ve IV

10. Özdeş olmayan ampullerle kurulan şekildeki elektrik devresinde P anahtarı açıldığında, en az ışık vermesi beklenen lamba aşağıdakilerden hangisidir?



- A) K B) L C) M
D) N E) O

11. Özdeş dirençlerden oluşan bir elektrik devresinde, I_1 , I_2 ve $I_{\text{ana kol}}$ akımları ölçülerek yandaki oluşturulmuştur. Tablodaki verilerden yararlanarak aşağıdaki sonuçlardan hangisine ulaşmak mümkündür?

Ölçüm	V (volt)	I_1 (Amp)	I_2 (Amp)	$I_{\text{ana kol}}$ (Amp)
1	1,21	1,21	1,21	2,42
2	2,18	2,18	2,18	4,36
3	3,09	3,09	3,09	6,18

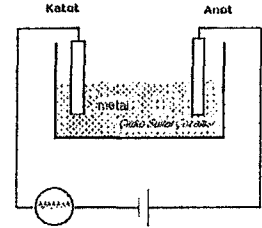
- A) Dirençler paralel bağlanmıştır ve paralel bağlı dirençlerden oluşan devrede ana kol akımı, her bir direnç üzerinden geçen akımların toplamı kadardır.
B) Dirençler seri bağlanmıştır ve seri bağlı devrede ana kol akımı, her bir direnç üstünden geçen akıma eşittir.

- C) Dirençler seri bağlanmıştır ve ana kol akımı, dirençler üzerinden geçen akımlar toplamı kadardır.
D) Dirençler paralel bağlanmıştır ve paralel bağlı devrede, gerilim arttıkça eşdeğer direnç artmaktadır.
E) Dirençler paralel bağlanmıştır ve ana kol akımı, her bir direnç üzerinden geçen akıma eşittir.

12. 11. soruda kurulan elektrik devresinde, özdeş dirençlerden her biri kaç ohm (Ω)'dur?

- A) 0,5 B) 1 C) 1,5
D) 2 E) 2,5

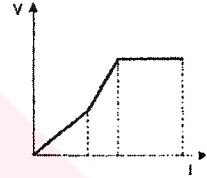
13. Şekildeki devrede, bağlantı kabloları, çinko elektrotlara bağlanmış ve elektrotlar çözeltinin içine daldırılmıştır. Devreden akım geçirildiğinde, lamba belirli bir süre yanmakta ancak sonra sönmektedir.



Bu gözlemlerden yola çıkarak, devredeki lambanın tekrar yanmasını sağlamak için, aşağıdakilerden hangisinin yapılması **en uygundur**?

- A) Güç kaynağını kapatıp açmak.
B) Güç kaynağının gerilimini artırmak
C) Elektroliz kabına bir miktar çinko sülfat çözeltisi eklemek
D) Elektroliz kabına bir miktar su eklemek
E) Kutupların yerlerini değiştirmek

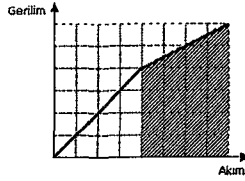
14. Üzerinden akım geçen iletken bir tel için gerilim-akım grafiği yanda gösterilmiştir. Buna göre, bu iletkene ait direnç-akım grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



- A) B) C) D) E)

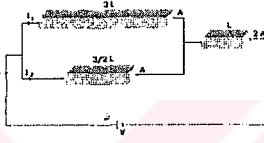
Ek 9'un devamı

15. Bir öğrenci, güç kaynağı, bağlantı kabloları, direnç ve ampermetre kullanarak basit bir elektrik devresi kurmuştur. Öğrenci, yaptığı ölçümler sonunda, direncin üzerindeki *gerilim* ile dirençten geçen *akım* değişkenlerine ait yandaki grafiği elde etmiştir.



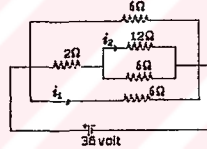
Buna göre, **taralı bölgede**, grafiğin eğimindeki azalmanın sebebi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Öğrenci aynı cins, aynı uzunlukta ancak kalınlığı daha küçük olan bir direnç kullanmıştır
B) Öğrenci direncin boyunu artırmıştır
C) Öğrenci direncin boyunu azaltmıştır
D) Öğrenci öz direnci daha büyük olan bir direnç kullanmıştır
E) Direnç bozulmuştur
16. Yandaki şekilde uzunlukları sırasıyla $3L$, $3/2L$, L ve kesitleri A , A , $2A$ olan dirençlerle oluşturulan elektrik devresi görülmektedir. Devreye akım verildiğinde, I_1 in V/R cinsinden değeri aşağıdakilerden hangisidir?



- A) $1/9$ B) $2/9$ C) $4/15$
D) 3 E) $9/2$

17. Şekildeki devrede verilenlere göre, kollarından geçen i_1 ve i_2 akımları kaç amperdir?



	A)	B)	C)	D)	E)
i_1	2	6	12	18	24
i_2	1	2	4	6	8

18. Bir öğrenci, yapacağı deneyle manyetik alanın varlığını ispatlamak istiyor. Bu öğrencinin, belirtilen amaca ulaşması için, aşağıda verilenlerden hangisini yapması **beklenmez**?

- A) Çubuk mıknatısı ortasından bir iple bağlayarak, mıknatısın gösterdiği doğrultunun değişmesini gözlemlemesi
B) Üzerinden akım geçen bir tellin yanına pusula koyarak, ibredeki sapmayı gözlemlemesi
C) Tarağı kumaş parçasına sürttüğünden sonra, kağıt parçalarını çektiğini gözlemlemesi
D) Mıknatısın, pusulanın ibresinde meydana getirdiği sapmayı gözlemlemesi.
E) Mıknatısın dağınık haldeki demir tozlarını, belirli bir doğrultuda yönlendirdiğini gözlemlemesi

19. Kutupları belli olmayan bir çubuk mıknatısın N ve S kutuplarını belirlemek için, aşağıdakilerden hangisi veya hangilerinin yapılması uygun olur?

- I. Mıknatısı pusulaya yaklaştırarak, mıknatısın kutuplarının pusula ibresindeki kutupları itme-çekme durumlarının gözlenmesi.
II. Mıknatısı, kutupları belirli olan başka bir mıknatısa yaklaştırmak.
III. Mıknatısı, demir tozlarına yaklaştırarak, demir tozu miktarının daha fazla olduğu bölgeleri tespit etmek.
IV. Mıknatısı, etki sonucu mıknatıslık özelliği kazandırılan demir parçasına yaklaştırmak

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) III ve IV E) I, II ve IV

20. Demir çivinin etrafına bakır tel sarılarak, telden akım geçirilirse, çivi mıknatıslık özelliği kazanır. Elektromıknatıs olarak adlandırılan bu sistemde, çivi demir tozlarını kolayca çekebilir.

Bu sistemde, elektromıknatısın demir tozlarını daha güçlü çekmesini sağlamak için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

- A) Demir çivi sayısını artırmak
B) Demir çivi yerine plastik çubuk kullanmak
C) Pil sayısını azaltmak
D) Pil sayısını artırmak
E) Sarım sayısını azaltmak

21 ve 22 soruları aşağıda verilenlere göre cevaplayınız.

Bir öğrenci, iletken bir telli demir çubuk üzerine sararak, yandaki gibi bir düzeneği kurmuştur. Öğrenci devreye akım verdiğinde pusula ibresinin saptığını gözlemlemektedir.

21. Kurduğı düzeneğe ek olarak, yandaki düzeneği kuran öğrenci, aşağıda verilen niceliklerden hangileri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır?

- A) Demir çubuğun kalınlığı - akım
B) Manyetik alan- demir çubuğun kalınlığı
C) Manyetik alan- gerilim
D) Sarım sayısı- manyetik alan
E) Hiçbiri

22. Kurduğı düzeneğe ek olarak, yandaki düzeneği kuran öğrenci, aşağıda verilen niceliklerden hangileri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır?

- A) Manyetik alan-akım
B) Manyetik alan-demir çubuğun kalınlığı
C) Manyetik alan-sarım sayısı
D) Manyetik alan-demir çubuğun uzunluğu
E) Hiçbiri

Ek 9'un deyamı

CEVAP ANAHTARI

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	O	O	O	O	O	16	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O	17	O	O	O	O	O
3	O	O	O	O	O	18	O	O	O	O	O
4	O	O	O	O	O	19	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O	20	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O	21	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	22	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O	23	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O	24	O	O	O	O	O
10	O	O	O	O	O	25	O	O	O	O	O
11	O	O	O	O	O	26	O	O	O	O	O
12	O	O	O	O	O	27	O	O	O	O	O
13	O	O	O	O	O	28	O	O	O	O	O
14	O	O	O	O	O	29	O	O	O	O	O
15	O	O	O	O	O	30	O	O	O	O	O



Ek 10.

Ek Tablo 8. Pilot çalışma ile yapılan madde analizi verileri (madde güçlükleri ve ayırt edicilikleri)

Soru	Grup	A	B	C	D	E	Boş	Dolu	Doğru %	p	d
1	üst	2	1	9	0	0	0	12	75,00	0,58	33,33
	alt	5	0	5	0	2	0	12	41,67		
2	üst	0	0	7	5	0	0	12	41,67	0,25	33,33
	alt	0	1	9	1	1	0	12	8,33		
3	üst	0	3	0	0	4	5	7	57,14	0,26	48,81
	alt	0	8	2	1	1	0	12	8,33		
4	üst	3	7	1	0	1	0	12	58,33	0,38	41,67
	alt	5	2	3	1	1	0	12	16,67		
5	üst	8	0	0	3	1	0	12	66,67	0,50	33,33
	alt	4	2	3	3	0	0	12	33,33		
6	üst	4	0	7	1	0	0	12	58,33	0,38	41,67
	alt	7	1	2	1	1	0	12	16,67		
7	üst	0	11	0	0	1	0	12	91,67	0,75	33,33
	alt	2	7	1	1	1	0	12	58,33		
8	üst	4	6	2	0	0	0	12	50,00	0,33	33,33
	alt	5	2	1	3	1	0	12	16,67		
9	üst	0	1	9	1	0	1	11	81,82	0,64	36,36
	alt	1	3	5	1	1	1	11	45,45		
10	üst	0	10	0	0	0	2	10	100,00	0,81	36,36
	alt	1	7	1	1	1	1	11	63,64		
11	üst	0	3	1	8	0	0	12	66,67	0,46	41,67
	alt	0	3	2	3	4	0	12	25,00		
12	üst	0	1	1	3	6	1	11	54,55	0,35	37,88
	alt	2	3	1	4	2	0	12	16,67		
13	üst	6	0	3	0	1	2	10	60,00	0,43	32,73
	alt	3	3	4	1	0	1	11	27,27		
14	üst	2	7	0	0	0	3	9	77,78	0,48	52,78
	alt	5	3	0	2	2	0	12	25,00		
15	üst	0	0	10	1	0	1	11	90,91	0,73	36,36
	alt	1	2	6	1	1	1	11	54,55		
16	üst	1	7	1	1	0	2	10	70,00	0,50	36,67
	alt	1	4	2	2	3	0	12	33,33		
17	üst	0	4	0	1	6	1	11	54,55	0,35	37,88
	alt	2	4	3	1	2	0	12	16,67		
18	üst	9	0	1	1	0	1	11	0,00	0,00	0,00
	alt	4	0	1	3	4	0	12	0,00		
19	üst	6	2	2	1	0	1	11	54,55	0,35	37,88
	alt	2	3	2	4	1	0	12	16,67		
20	üst	0	1	6	1	2	2	10	60,00	0,43	32,73
	alt	3	1	3	0	4	1	11	27,27		
21	üst	1	6	3	0	0	2	10	60,00	0,41	35,00
	alt	2	3	4	3	0	0	12	25,00		
22	üst	2	1	7	1	0	1	11	9,09	0,13	-7,58
	alt	3	2	4	1	2	0	12	16,67		

23	üst	0	2	7	1	1	1	11	63,64	0,48	30,30
	alt	2	2	4	1	3	0	12	33,33		
24	üst	2	0	1	6	2	1	11	9,09	0,09	0,76
	alt	3	2	1	2	4	0	12	8,33		
25	üst	0	0	1	9	0	2	10	90,00	0,64	48,33
	alt	4	2	1	5	0	0	12	41,67		
p: maddenin güçlülük durumu d: maddenin ayırt ediciliği											

d: maddenin ayırt ediciliği

Ek 11.

Ek Tablo 9. Pilot çalışmada testin güvenirlik katsayısı hesaplamalarına ilişkin veriler

Öğr.Sayısı
24

Pearson	SPERMAN
0,65	0,79

Not
4,00

Stnd.Spm	sem
42,65	25,29

		Soru Maddesi						
Sıra	Tek	Çift	toplam notlar	x-xort	(x-xort)2	x2	y2	x*y
1	36,00	24,00	60,00	22,00	484,00	1296,00	576,00	864,00
2	20,00	8,00	28,00	-10,00	100,00	400,00	64,00	160,00
3	32,00	28,00	60,00	22,00	484,00	1024,00	784,00	896,00
4	44,00	24,00	68,00	30,00	900,00	1936,00	576,00	1056,00
5	32,00	16,00	48,00	10,00	100,00	1024,00	256,00	512,00
6	32,00	20,00	52,00	14,00	196,00	1024,00	400,00	640,00
7	40,00	12,00	52,00	14,00	196,00	1600,00	144,00	480,00
8	36,00	16,00	52,00	14,00	196,00	1296,00	256,00	576,00
9	20,00	20,00	40,00	2,00	4,00	400,00	400,00	400,00
10	32,00	28,00	60,00	22,00	484,00	1024,00	784,00	896,00
11	28,00	12,00	40,00	2,00	4,00	784,00	144,00	336,00
12	28,00	24,00	52,00	14,00	196,00	784,00	576,00	672,00

1	0,00	0,00	0,00	-38,00	1444,00	0,00	0,00	0,00
2	12,00	8,00	20,00	-18,00	324,00	144,00	64,00	96,00
3	16,00	20,00	36,00	-2,00	4,00	256,00	400,00	320,00
4	12,00	12,00	24,00	-14,00	196,00	144,00	144,00	144,00
5	12,00	8,00	20,00	-18,00	324,00	144,00	64,00	96,00
6	16,00	8,00	24,00	-14,00	196,00	256,00	64,00	128,00
7	28,00	8,00	36,00	-2,00	4,00	784,00	64,00	224,00
8	16,00	4,00	20,00	-18,00	324,00	256,00	16,00	64,00
9	16,00	16,00	32,00	-6,00	36,00	256,00	256,00	256,00
10	12,00	4,00	16,00	-22,00	484,00	144,00	16,00	48,00
11	24,00	12,00	36,00	-2,00	4,00	576,00	144,00	288,00
12	16,00	8,00	24,00	-14,00	196,00	256,00	64,00	128,00

ÖZGEÇMİŞ

01.09.1981 tarihinde Trabzon'un Akçaabat ilçesinde doğdu. 1988 yılında Sarıtaş İlkokulu'nda başladığı ilköğrenimini, Mevlüt Selami Yardım Ortaokulu'nda bitirdi. Orta öğrenimini, 1997 yılında Akçaabat Lisesi'nde tamamladı. Aynı yıl, ÖYS sınavını ile 19 Mayıs Üniversitesi, Amasya Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği Programında okumaya hak kazandı. 2001 yılında bu okuldan mezun oldu.

Aynı yıl, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. 2002 yılında, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı kurumda araştırma görevlisi olarak çalışmakta olan araştırmacı, ingilizce bilmektedir. Ayrıca araştırmacı, Avrupa Birliği Socrates / Erasmus programı kapsamında, Ulusal Ajans tarafından sağlanan bursla, University of Education of Heidelberg' de 2005/2006 kış döneminde öğrenim görmeye hak kazanmıştır.