T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZİK EĞİTİMİNDE HAZIRLANAN BİR SANAL LABORATUVAR UYGULAMASININ ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ

Ersin BOZKURT
DOKTORA TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI

Konya, 2008

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZİK EĞİTİMİNDE HAZIRLANAN BİR SANAL LABORATUVAR UYGULAMASININ ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ

ERSİN BOZKURT

DOKTORA TEZİ

FİZİK ANABİLİM DALI

Bu tez 09.07.2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Ahmet SARIKOÇ	Prof.Dr. Hüseyin YÜKSEL
(Danışman)	(Üye)

Prof.Dr. Mehmet Ali ÇORLU

(Başkan)

Doç. Dr. Ali Murat SÜNBÜL	Yrd. Doç. Dr. Hatice GÜZEL
(Üye)	(Üye)

ÖZET

Doktora Tezi

FİZİK EĞİTİMİNDE HAZIRLANAN BİR SANAL LABORATUVAR UYGULAMASININ ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ

Ersin Bozkurt
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet Sarıkoç
2008, 216 sayfa

Jüri: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇORLU
Prof. Dr. Hüseyin YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Sarıkoç
Doç. Dr. Ali Murat SÜNBÜL
Yrd. Doç. Dr. Hatice Güzel

Bu çalışma, fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulaması ile yapılacak öğretimin, geleneksel laboratuvar yöntemiyle yapılacak öğretime göre öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma 2006-2007 öğretim yılı bahar döneminde Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalında ve Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde "Elektrik ve Manyetizma" dersini alan toplam 115 öğrenci üzerinde yürütülmüştür. Çalışma için, "Alternatif Akım Devreleri ve Seri RLC Devresinde Rezonans" konuları ile ilgili bir sanal laboratuvar ortamı oluşturulmuştur. Bunun için araştırmacı tarafından hazırlanan java simülasyonlarının yanı sıra hazır olarak bulunan simülasyonlardan da faydalanılmıştır. Konu anlatımlarının animasyonlar ve simülasyonlarla desteklendiği bir web sayfası dizayn edilmiştir. Araştırma için üç grup oluşturulmuştur. Bu gruplar

sırasıyla; sanal-geleneksel laboratuvar (SG), sanal laboratuvar (S) ve geleneksel laboratuvar (G) gruplarıdır. SG grubuna hem sanal hem de geleneksel laboratuvar uygulamasıyla ders işlenmiştir. S grubunda, sadece sanal laboratuvar uygulaması yapılmıştır. Aynı ders G grubunda, geleneksel laboratuvar yöntemi ile işlenmiş ve bu grubun çalışmalarında iki araştırma görevlisinden faydalanılmıştır.

Deney gruplarının, uygulama öncesi ve sonrası başarı durumlarını karşılaştırmak için başarı testi hazırlanmıştır. Başarı testi; bilgi, kavrama, uygulama ve toplam başarı düzeylerini ölçmeye yöneliktir. Başarı testi gruplara uygulama öncesi ve sonrası, ön ve son test olarak verilmiştir. Grupların ön ve son test sonuçlarından elde edilen veriler, belirlenen düzeylerde karşılaştırılmak üzere SPSS 13.00 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Uygulamalar süresince öğrencilerin laboratuvar çalışmaları hakkındaki düşünceleri yazılı ve sözlü olarak tespit edilmiştir. Uygulama süresince, öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarındaki değişiklikleri belirlemek için; anket uygulanmış, mülakat yapılmış; yapılan uygulamalar kamera desteği ile kayıt altına alınmıştır. Bu işlem, araştırmada kullanılan başarı testinden elde edilecek sonuçların kuvvetlendirilmesi için yapılmıştır. Araştırmada, sanal laboratuvar uygulamasını yapan gruplar (SG-S) lehine anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışma S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Destekli Öğretim, Fizik Eğitimi, Sanal Laboratuvar, Java, Web Tabanlı Öğretim, Materyal Geliştirme, Yapılandırmacı Öğretim.

ABSRACT

Doctorate Thesis

THE EFFECT ON STUDENTS' SUCCESS OF A VIRTUAL LABORATORY APPLICATION PREPARED IN THE PHYSICS EDUCATION

Ersin Bozkurt
Selcuk University
Instute of the Naturel and Applied Sciences
Department of Physics
Supervisor: Assıstant Prof. Dr. Ahmet Sarıkoç
2008, 216 pages

Jury: Prof. Dr. Mehmet Ali Çorlu
Prof. Dr. Hüseyin Yüksel
Assist. Prof. Dr. Ahmet Sarıkoç
Assoc. Prof. Dr. Ali Murat Sünbül
Assist. Prof. Dr. Hatice Güzel

This study aims at investigating the effect of education implemented within a prepared virtual laboratory application comparing the one within the conventional laboratory methods on student achievement. The study included totally 115 students taking "Electricity and Magnetism" lessons in Faculty of Science and Literature Department of Physics and Faculty of Education Department of Physics Education at Selcuk University during Spring Session in 2006-2007 academic year. For the study, a virtual laboratory atmosphere was created regarding the subjects "Alternating current (AC) Circuits and Resonance in AC RLC Series Circuit". Besides the java simulations prepared by the researcher, the simulations at hand were also enjoyed. A web page in which subjects were built up by animations and simulations was designed. Three groups were set up for this study. These groups are

as follows; virtual-conventional laboratory (VC) group, virtual laboratory (V) group, and conventional laboratory (C) group. In VC group, lessons were taken within both virtual and conventional laboratory applications while only virtual laboratory was applied in V group. The same lesson was hold in accordance with conventional laboratory methods in G group where two research assistants were included as well.

Achievement tests were prepared to compare the success of subjects before and after the experiment. Achievement test is for measuring the levels of knowledge, conception, application and total achievement. It was given to the groups before and after the application as pre-test and post test. The data obtained from the pre-test and post-test of the groups were analyzed using SPSS 13.00 version in order to compare them at defined levels. Considerations of the students about laboratory applications were noted verbally and put down in writing. To determine the changes in the attitudes of the students during the application, surveys and interviews were hold, which was recorded by the help of a camera. This process was fulfilled in order to strengthen the results of the achievement and the interest tests. In the investigation, meaningful results in favor of the groups acting virtual laboratory applications (V-VC) were obtained.

This study is supported by S.U. Scientific Research Projects (BAP) Coordinating Office.

Key Words: Computer based teaching, Physics Education, Virtual Laboratory, Java, Web based teaching, Material Development, Structural Teaching

ÖNSÖZ

Bilgisayar teknolojilerinin ve İnternet'in çarpıcı bir biçimde gelişmesi ve yayılması, bilgi teknolojisine bağlı olarak süre-gelmekte olan dönüşümlere yeni bir ivme kazandırmıştır. Bu gelişmenin eğitim alanında da yansımalarının olamayacağı düşünülemez. Bu bağlamda, kişilerin yeni ve farklı donanımlar edinmeleri yönünde eğitilmesi ve öğrenim sürecinin yeni baştan gözden geçirilmesi söz konusudur.

Bilgisayarlar hemen hemen tüm çalışma alanlarına girmiş ve eğitimde de kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Bu düşünce; teknoloji, eğitim ve toplum arasında çok yakın, neredeyse olmazsa-olmaz tarzında bir ilişkiden kaynaklanmaktadır. Teknoloji toplumu değiştirdikçe, genel beceri düzeyleri değişir ve doğal olarak eğitimden beklentiler de bunu takip eder. Bu sebeple eğitim-öğretimin niteliğinin arttırılabilmesi için, modern öğretim teknolojilerinin kavram öğretiminde etkin kullanımı, gün geçtikçe daha da önemli hale gelmektedir. Bu bağlamda, bilgisayarların öğretim ortamlarında kullanılmasının en önemli avantajlarından biri, aynı anda birden fazla duyu organına hitap ederek öğrenme düzeyini arttırması ve öğrenilenlerin kalıcılığını sağlamasıdır. Teknolojinin hızla geliştiği bu çağda, bilgisayarların ve bilgisayar teknolojilerinin, eğitim ve öğretimde etkin bir şekilde kullanılması hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin eğitim ve öğretimden beklentilerini büyük ölçüde karşılayacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmada bilgisayar ortamında hazırlanan simülasyonlarla, Fizik öğretimine yönelik bir sanal laboratuvar uygulaması geliştirilmiştir. Bu sayede geleneksel yaklaşımdan uzaklaşılacağı, geleneksel laboratuvar yöntemiyle dahi gösterilemeyecek olayların öğrencilerin zihinlerinde yapılandırılabileceği ve öğrencilerin bireysel olarak kavramlar ve kavramlar arası ilişkileri keşfederek öğrenebilecekleri düşünülmüştür. Ayrıca bu yöntemle; zaman ve malzeme sıkıntısı, ya da anlatılmak istenilen olayları tam olarak yansıtamadığı düşüncesiyle yaptırılamayan deneylerin, gerek sınıf ortamında gösteri yöntemi ile gerekse bilgisayar laboratuvarında yapılacak sanal uygulamalar ile öğretmenlere de kolaylıklar sağlayacağı düşünülmüştür.

Araştırmanın sonucunda hazırlanan bu sanal laboratuvar uygulamasının, geleneksel laboratuvar uygulamasına göre öğrenci başarısını ve fiziğe karşı ilgiyi daha çok arttırdığı görülmüştür. Bu sonuç araştırmanın amacı açısından sanal laboratuvar uygulamasının ne derece önemli olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmanın gerçekleşmesinde bilimsel öneri ve katkılarıyla bana rehberlik eden danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet Sarıkoç'a ve değerli tez izleme komitesi hocalarım Prof. Dr. Hüseyin Yüksel ve Prof. Dr. Mehmet Ali Çorlu'ya içtenlikle teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Araştırmada uygulamalarım sırasında bana yardımcı olan Araş. Gör. Ahmet Emre Kavruk'a, Araş. Gör. Ülkü Sayın'a ve çalışmalarım sırasında eleştiri ve fikirlerine başvurduğum değerli hocalarıma, teze emeği geçen herkese teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez projemi destekleyen S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğüne de teşekkür ederim.

Araştırmam boyunca maddi manevi her zaman yanımda olan anneme ve babama, araştırmalarım boyunca hep yanımda olan sevgili eşim Yeliz'e şükranlarımı ve sevgilerimi sunuyorum.

Ersin BOZKURT

İÇİNDEKİLER

ÖZET…… I
ABSTRACT……. III
ÖNSÖZ……. V
İÇİNDEKİLER……. VII
Tablolar Listesi…… X
Şekiller Listesi……... XII

1. GİRİŞ……... **1**

2. GENEL BİLGİLER…… 9

2.1. Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı……. 9
2.1.1.Yapılandırmacı öğretimde öğretmenin rolü …… 14
2.1.1.1Yapılandırmacı öğretimde öğrenci rolleri…….. 15
2.1.1.2.Yapılandırmacı öğretimde eğitim ortamlarının önemi…….. 16
2.2. Bilgisayar Destekli Öğretim …….. 17
2.2.1. B.D.Ö. yazılımları ve kullanım alanları…….. 21
2.2.1.1. Öğretici yazılımlar (tutorial) ……... 22
2.2.1.2. Alıştırma uygulama yazılımları (drill and practice) …… 22
2.2.1.3. Simülasyonlar (simulation) ……. 23
2.2.1.4. Öğretici oyunlar (instructional games) ……... 25
2.2.1.5. Problem çözme (problem - solving) …… 26
2.2.l.6. Multimedia programları (multimedia instruction) ……... 26
2.2.2. BDÖ uygulamalarında başarı için önkoşullar……. 27
2.2.3. Bilgisayar yazılımlarında öğrenen kontrolü…… 28
2.2.4. Bilgisayar destekli öğretimde öğretmenin rolü……... 29
2.2.5. Bilgisayar destekli öğretimde öğrencinin rolü……... 29
2.2.6. Bilgisayar destekli öğretimin öğrencinin gelişimine etkisi…… 30
2.2.7. Bilgisayar destekli öğretimin öğretmene faydaları…… 31
2.3. Eğitimde İnternet…….……... 31
2.4. Fizik Öğrenimiyle İlgili Problemler ve Bilgisayar Destekli Yaklaşım…….. 34
2.4.1. Fizik eğitiminde bilgisayarın farklı kullanımları…… 36
2.4.1.1. Simülasyonlar ve sanal laboratuvarlar……. 36
2.4.1.2. Bilgisayar tabanlı laboratuvarlar……. 38
2.4.1.3. Sanal gerçeklik……. 39
2.5. Simülasyon ve animasyon yapımı için kullanılan programlar……... 41
2.5.1. Java'nın tarihi…….…… 41
2.5.1.1. Java'nın çalıştırılması…….……. 44
2.5.2. Macromedia Flash…….……. 46

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI…….…….. 49

4. MATERYAL VE METOT…… 64

4.1. Araştırmanın Amacı…….…….. 64
4.2. Problem……. 64
4.3. Alt Problemler…….……... 64
4.4. Araştırmanın Önemi…….…….. 65
4.5. Sayıltılar ve Sınırlılıklar…….…… 67
4.5.1. Sayıltılar…….……. 67
4.5. 2. Sınırlılıklar …….……... 67
4.6. Araştırma Yöntemi…….…… 67
4.7. Çalışma Grubu…….……..... 69
4.8. Deney ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması…… 69
4.9. Değişkenler…….……... 70
4.10. Veri toplama (ölçüm) araçları…….…. 71
4.10.1. Başarı testi…….…… 71
4.10.2. Mülakat ve gözlem yöntemi…….. 75
4.11. Deneysel İşlemler…….…… 77
4.11.1. Hazırlanan sanal laboratuvar uygulaması……. 77

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA…… 100

5.1. ARAŞTIRMA SONUÇLARI…….. 100

5.1.1.Grupların Ön Test Sonuçlarının Karşılaştırılması……. 100

5.1.1.1.Grupların ön test bilgi düzeylerinin karşılaştırılması…… 100
5.1.1.2. Grupların ön test kavrama düzeylerinin karşılaştırılması…… 101
5.1.1.3. Grupların ön test uygulama düzeylerinin karşılaştırılması…….. 102
5.1.1.4.Grupların ön test toplam başarı düzeylerinin karşılaştırılması…… 103
5.1.2. Grupların Kendi İçinde Ön ve Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması. 105
5.1.2.1. SG grubunun ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması ……..... 105
5.1.2.1.1. SG grubunun bilgi basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması…….…… 105
5.1.2.1.2. SG grubunun kavrama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması…… 106
5.1.2.1.3. SG grubunun uygulama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması…….…… 107
5.1.2.1.4. SG grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki sonuçlarının karşılaştırılması……..... 109
5.1.2.2. S grubunun ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması……..... 110
5.2.2.1. S grubunun bilgi basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması…….…… 110
5.1.2.2.2. S grubunun kavrama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması…….…… 111
5.1.2.2.3. S grubunun uygulama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması…….…… 113
5.1.2.2.4. S grubunun toplam başarı düzeyindeki ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması……..... 114

5.1.2.3. G grubunun ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması…… 115
5.2.3.1.G grubunun bilgi basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması…… 115
5.1.2.3.2. G grubunun kavrama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması……..... 117
5.1.2.3.3.G grubunun uygulama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması…… 118
5.1.2.3.4. G grubunun toplam başarı düzeyinde ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması……..... 119
5.1.3. Çalışma Grubunun Uygulama Sonrası Erişi Düzeylerinin Karşılaştırılması…….. 122
5.1.3.1.Grupların bilgi basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırılması…….. 122
5.1.3.2.Grupların kavrama basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırılması… 123
5.1.3.3.Grupların uygulama basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırılması.. 125
5.1.3.4.Grupların toplam başarı basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırılması……. 126
5.2. TARTIŞMA…….. 128
6. SONUÇ VE ÖNERİLER...……. 134
6.1. SONUÇ……. 134
6.2. ÖNERİLER…….. 136

KAYNAKLAR……..... 138

EKLER……. 153
Ek1: Alınan İzin Belgesi……... 154
Ek2: Başarı Testi – Çoktan Seçmeli Sorular……. 156
Ek3: Başarı Testi – Doğru / Yanlış Soruları……. 161
Ek4: Geleneksel Laboratuvar Uygulaması…… 163
Ek5: Kamera İle Yapılan Mülakatlardan Örnekler……... 168
Ek6: Yazılı Mülakat Soruları ve Örnekleri …….. 177
Ek7: Fizik Öğretimi İle İlgili Sanal Laboratuvarlara ve Simülasyonlara Ulaşılabilecek Bazı Siteler……..….. 189
Ek8: Simülasyonların Kullanım kılavuzları…….. 191
Ek9: Uygulamalardan Resimler ……... 196
Ek10: Sanal Laboratuvar Uygulamasının Bulunduğu CD

Tablolar Listesi

Tablo 4.1. Deneysel gruplar ve araştırma deseni…….. 69
Tablo 4.2. Doğru-yanlış sorularına ilişkin KMO ve Bartlett Testi……... 72
Tablo 4.3. Doğru-yanlış sorularına yapılan faktör analizi sonucunda faktörlere ilişkin elde edilen bulgular……..…….. 72
Tablo 4.4. Faktör analizi sonucunda doğru-yanlış sorularına ilişkin elde edilen bulgular……..…… 73
Tablo 4.5. Çoktan seçmeli sorulara ilişkin KMO ve Bartlett Testi…….. 73
Tablo 4.6. Çoktan seçmeli sorulara yapılan faktör analizi sonucunda faktörlere ilişkin elde edilen bulgular…… 74
Tablo 4.7. Faktör analizi sonucunda çoktan seçmeli sorulara ilişkin elde edilen bulgular……..…… 74
Tablo 4.8. Başarı testi sorularının belirlenen düzeylere göre dağılımı……. 75
Tablo 5.1. Grupların ön-test bilgi basamağındaki ortalama puanları…… 100
Tablo 5.2.Ön test bilgi düzeyinde gruplar içi ve gruplar arası Anova testi…….. 101
Tablo 5.3. Grupların ön-test kavrama basamağındaki ortalama puanları……. 101
Tablo 5.4. Ön test kavrama düzeyinde gruplar içi ve gruplar arası Anova testi……..……..…… 102
Tablo 5.5. Grupların ön-test uygulama basamağındaki ortalama puanları…… 103
Tablo 5.6.Ön test uygulama düzeyinde gruplar içi ve gruplar arası Anova testi. 103
Tablo 5.7. Grupların ön-test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları…….. 104
Tablo 5.8.Ön-Test toplam başarı düzeyinde gruplar içi ve gruplar arası Anova testi……..…….. 104
Tablo 5.9. SG grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanları.. 105
Tablo 5.10. SG grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu……. 106
Tablo 5.11. SG grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanları……..…… 106
Tablo 5.12. SG grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu……..... 107
Tablo 5.13. SG grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanları…….…… 108
Tablo 5.14. SG grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu…… 108
Tablo 5.15. SG grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları……..…… 109
Tablo 5.16. SG grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t tesi sonucu……... 110
Tablo 5.17. S grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanları... 110
Tablo 5.18. S grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu…….. 111
Tablo 5.19. S grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanları……..…… 112
Tablo 5.20. S grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu…….. 112
Tablo 5.21. S grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanları…….. 113

Tablo 5.22. S grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu…….. 114
Tablo 5.23. S grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları…….. 114
Tablo 5.24. S grubunun ön ve son test ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu…… 115
Tablo 5.25. G grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanları.. 116
Tablo 5.26. G grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu…….. 116
Tablo 5.27. G grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanları…….. 117
Tablo 5.28. G grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu…….. 118
Tablo 5.29. G grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanları…….. 118
Tablo 5.30.G grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu…….. 119
Tablo 5.31. G grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları…….. 120
Tablo 5.32.G grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu…….. 120
Tablo 5.33. Grupların bilgi basamağındaki erişi ortalama puanları……. 122
Tablo 5.34. Bilgi basamağında levene istatistiği…….. 122
Tablo 5.35. Bilgi basamağındaki erişiler için gruplar içi ve gruplar arası Anova testi…… 123
Tablo 5.36. Grupların bilgi basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırıldığı Tamhane testi…… 123
Tablo 5.37. Grupların kavrama basamağındaki erişi ortalama puanları……... 124
Tablo 5.38. Kavrama basamağında levene istatistiği……... 124
Tablo 5.39. Kavrama basamağındaki erişiler için gruplar içi ve gruplar arası Anova testi……. 124
Tablo 5.40. Grupların kavrama basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırıldığı LSD testi…….. 124
Tablo 5.41. Grupların uygulama basamağındaki erişi düzeyleri…….. 125
Tablo 5.42. Uygulama basamağında levene istatistiği……. 125
Tablo 5.43. Uygulama basamağındaki erişiler için gruplar içi ve gruplar arası Anova testi……. 125
Tablo 5.44. Grupların uygulama basamağındaki erişilerin karşılaştırıldığı LSD testi…… 126
Tablo 5.45. Grupların toplam başarı basamağındaki erişi düzeyleri…… 126
Tablo 5.46. Toplam başarı basamağında levene istatistiği……... 126
Tablo 5.47. Toplam başarı basamağındaki erişiler için gruplar içi ve gruplar arası Anova testi…… 127
Tablo 5.48. Grupların toplam başarı basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırıldığı LSD testi…….. 127

Şekiller Listesi

Şekil 2.1. Fotoelektrik olayın deneysel olarak incelenmesi için hazırlanmış java simülasyonundan bir görünüm..... 37
Şekil 2.2. Bilgisayar tabanlı laboratuvar deney seti ve yazılımına bir örnek……. 38
Şekil 2.3. Sanal gerçeklik için kullanılan bazı araçlar……. 40
Şekil 2.4. Bir sanal oda platformu ve bir öğrencinin bu platformdaki konumu... 40
Şekil 2.5. Çeşitli platformlar için java'nın çalıştırılmasının şema gösterimi…… 45
Şekil 4.1. Sanal laboratuvar uygulaması için hazırlanan web tasarısının ana sayfası……. 77
Şekil 4.2. Alternatif akım jeneratörü için hazırlanan Flash filmi…….. 78
Şekil 4.3. Alternatif akımın oluşumu için kullanılan resim ve Faraday Simülasyonu……. 78
Şekil 4.4. Alternatif akımın oluşumu için kullanılan Shockwave animasyonu 79
Şekil 4.5. Konu anlatımlarının olduğu web sayfasının girişi……... 79
Şekil 4.6. Alternatif konu anlatımları için hazırlanan ana sayfa…….. 80
Şekil 4.7. Yalnız direnç bulunduran AC devresi ile ilgili pencereden bir görünüm…… 81
Şekil 4.8. Yalnız direnç bulunduran AC devresi için kullanılan Java animasyonu ……... 81
Şekil 4.9. AC devresinde direncin olduğu "cck-ac" simülasyonu…… 82
Şekil 4.10. AC devresinde direncin olduğu "Circuit" simülasyonu……. 83
Şekil 4.11. AC devresinde kodansatör ile ilgili bilgilerin verildiği pencere……. 83
Şekil 4.12. AC devresinde kodansatör ile ilgili kullanılan Flash animasyonu…. 84
Şekil 4.13. Yalnız Kondansatörün olduğu AC devresi için kullanılan Java animasyonu …….. 84
Şekil 4.14. DC devresinde RC'nin davranışı üzerine kullanılan Java Simülasyonu……. 85
Şekil 4.15. AC devresinde kondansatörün olduğu "cck-ac" simülasyonu…… 85
Şekil 4.16. AC devresinde kondansatörün olduğu "Circuit" simülasyonu…….. 86
Şekil 4.17. AC devresinde farklı kondansatörün olduğu "Circuit" simülasyonu. 86
Şekil 4.18. AC devresinde bobin ile ilgili bilgilerin verildiği pencere……. 87
Şekil 4.19. AC devresinde Bobinin olduğu Java animasyonu…….. 88
Şekil 4.20. DC devresinde RL'nin davranışı üzerine hazırladığımız Java Simülasyonu……. 88
Şekil 4.21. AC devresinde bobinin olduğu "cck-ac" simülasyonu……... 89
Şekil 4.22. AC devresinde bobinin olduğu "Circuit" simülasyonu…….. 89
Şekil 4.23. AC devresinde farklı değerlerde bobinlerin kullanıldığı "Circuit" simülasyonu……. 90
Şekil 4.24. AC devresinde RC konusu ile ilgili temel bilgilerin verildiği pencere……... 90
Şekil 4.25. AC devresinde RC konusu için kullanılan Java animasyonu……. 91
Şekil 4.26. AC devresinde RC konusu için kullanılan "cck-ac" simülasyonu…. 91
Şekil 4.27. AC devresinde RC konusu için kullanılan "Circuit" simülasyonu…. 92
Şekil 4.28. AC devresinde RL konusu ile ilgili temel bilgilerin verildiği pencere……... 93
Şekil 4.29. AC devresinde RL konusu için kullanılan Java animasyonu……. 93

Şekil 4.30. AC devresinde RL konusu için kullanılan "cck-ac" simülasyonu….. 94
Şekil 4.31. AC devresinde RL konusu için kullanılan "Circuit" simülasyonu…. 94
Şekil 4.32. Seri RLC devresi ile ilgili temel bilgilerin verildiği resimlerden bir görünüm……. 95
Şekil 4.33. Seri RLC devresinde rezonans ile ilgili temel bilgiler…… 95
Şekil 4.34. Seri RLC devresi ile ilgili gerekli bağıntılar…….. 96
Şekil 4.35. Rezonans halinde akımın dirençle nasıl değiştiğini gösteren grafik... 96
Şekil 4.36. Alternatif akımda seri RLC devresinin kurulu olduğu "Circuit" simülasyonu……. 97
Şekil 4.37. Alternatif akımda değişik empedanslara sahip RLC devrelerinin kurulu olduğu "Circuit" simülasyonu……. 98
Şekil 4.38. AC devresinde RLC devresinin kurulu olduğu "cck-ac" simülasyonu……. 98
Şekil 4.39. Hazırlamış olduğumuz AC devresinde seri RLC simülasyonu…….. 99
Şekil 5.1. Grupların ön-test bilgi basamağındaki ortalama puanları……. 101
Şekil 5.2. Grupların ön-test kavrama basamağındaki ortalama puanları……... 102
Şekil 5.3. Grupların ön-test uygulama basamağındaki ortalama puanları……. 103
Şekil 5.4. Grupların ön-test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları…… 104
Şekil 5.5. SG grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki başarı yüzdeleri….. 105
Şekil 5.6. SG grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki başarı yüzdeleri…… 107
Şekil 5.7. SG grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki başarı yüzdeleri……... 108
Şekil 5.8. SG grubunun ön ve son test toplam başarı basamağındaki başarı yüzdeleri……..……..……..... 109
Şekil 5.9. S grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki başarı yüzdeleri……. 111
Şekil 5.10. S grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki başarı yüzdeleri……..……..……..... 112
Şekil 5.11. S grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki başarı yüzdeleri……..……..……..... 113
Şekil 5.12. S grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki başarı yüzdeleri……..……..……..…….. 115
Şekil 5.13. G grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki başarı yüzdeleri…... 116
Şekil 5.14. G Grubunun Ön ve Son Test Kavrama Basamağındaki Başarı Yüzdeleri……... 117
Şekil 5.15. G grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki başarı yüzdeleri…… 119
Şekil 5.16. G grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki başarı yüzdeleri…… 120

Kısaltmalar

SG	:Sanal – Geleneksel (Gerçek) Laboratuvar
S	:Sanal Laboratuvar
G	:Geleneksel (Gerçek) Laboratuvar
PHET	:Physics Education Technology (University Of Colorado At Boulder)
BDÖ	:Bilgisayar Destekli Öğretim
AC	:Alternatif Akım
CPU	: Merkezi İslem Birimi(Central Processing Unit)
FTP	: Dosya Transfer Protokolü(File Transfer Protocol)
HTML	: Text İsaretleme Dili (Hypertext Markup Language)

GİRİŞ

İnsanlar nasıl öğrenir tartışması Socrates zamanından beri devam etmektedir. Tüm dünyada bu sorunun cevabını bulabilmek için çeşitli teoriler ortaya atılmış ve çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Thorndike ve Skinner, ceza ve ödüle dayalı davranış değiştirme teorileriyle bilinen önemli eğitim araştırmacılarıdır. Skinner, Pavlov'un köpekleri adlı klasik deneyiyle köpekler üzerinde oluşturduğu davranış değişikliği ile tanınır. Denek hayvan, birkaç gün yiyecek verilmeden bekletildikten sonra Skinner kutusuna alınır. Kutu dışından bir düğmeye basılarak yiyecek mekanizması açılır. Yiyecek mekanizması harekete geçirilirken basılan düğme, bir ses çıkarır. Böylelikle hayvan düğmeye basma, arkasından ses ve yiyeceğin gelmesi arasında bir ilişki kurar. Artık düğmeye basıldığında yemek olmasa bile köpeğin salyası akmaya başlar (Skinner 1950). Davranışçı yaklaşım üzerine çocuklarda davranış değişikliği oluşturmak üzere yapılmış çok fazla çalışma olmasına rağmen, genel anlamda rağbet görülmemekte ve hayata geçirilerek kullanılmamaktadır. Eğitimde yapılan araştırmalarda üzerinde durulan diğer tartışma konularından bir diğeri de eğitim ve öğretim için geliştirilen araçlar ve materyallerdir. Thorndike, insanların da hayvanlar gibi öğrendiğini, ancak insanın öğrenmesinin daha karmaşık olduğunu ileri sürmüştür. Bu sebeple, insanın öğrenmesinde öğretim materyallerinin önemi üzerinde çeşitli tavsiyelerde bulunmuştur. Eğitim psikolojisi üzerine yapmış olduğu çalışmalarda zihinsel farklılıkların ve genetik faktörünün öğrenme üzerinde büyük bir etkisinin olduğunu açıklamıştır (Thorndike 1913; akt. Hearst 1999).

Piaget, gelişimini incelediği çocuklarıyla tanınır. Piaget'in, çocukların gelişimini inceleyerek çeşitli yaş düzeylerinde farklı zekâ düzeylerine sahip olmaları üzerine yaptığı çalışmaları bugün de kabul edilmektedir. Piaget, çocukların belirli yaş gruplarında belirli öğrenmelere sahip olduğunu ortaya koymuş ve bebeklik çağından okul çağına kadar olan gelişimlerinin şemasını oluşturmuştur. Bu sıralamaları güvenilir matematiksel tasarımlar ve bunların birleşimlerinden faydalanarak yapmıştır (Cook 1952). Yaptığı bu değerlendirme diğer araştırmacılar tarafından kabul görmüş ve çalışmaların yönü bu alana yönelmiştir. Bu sayede insan

gelişiminin ve zekâsının üzerine yeni çalışmalar eklenerek yeni fikirler ortaya çıkmıştır.

Karplus'un (1977) fikirleri Piaget'in fen eğitimi üzerine düşündüğü bazı özel sorulara cevap bulmasında çok etkili olmuştur. Karplus, fen eğitimi gören ve yetişkin düzeyde olan kolej çocukları üzerine yoğunlaşmıştır. Karplus'un hedef aldığı kitle, Piaget'in çocukluk evresini incelediği çağlar değildir. Bu anlamda onun Piaget'in çalışmasına yönelik yürüttüğü çalışma, fen eğitiminde önemli atılımlara ve fırsatlara yol açmıştır (Arons ve Karplus 1976). Bu sayede yeni kavramsal uygulamalar ve fikirler ortaya çıkmıştır. Yapılan bu çalışmalar doğrultusunda fen eğitiminde öğrenciler için laboratuvar öğretiminin önemi ortaya çıkmış ve bu fikir üzerindeki araştırmalar giderek artmıştır.

Vygotsky (1978), sosyal ve kültürel etkilerin; insanların düşünmüş oldukları değerlerde, öğrenmeye ait yöntem ve süreçlerde önemli bir etkisinin olduğunu vurgulamıştır. Vygotsky, insanların yaygın öğrenme biçimleriyle, sosyal ve kültürel etkileri birleştiren bir yöntemin en iyi öğretim yöntemi olacağını savunmuştur. Ancak öğrenme alanlarının dışında; kültürel ve sosyal etkilerin, öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde oluşturabileceği tehlikeli durumların ortadan kaldırılmasında da öğretmenlerin ve eğitimcilerin öğrencilere yardımcı olması gerektiğini savunmuştur.

Diğer araştırmacılar bu görüşü sınıflandırılmış bir yapılandırmacı şemsiye altında toplayarak, görüşe katkıda bulunmuşlardır. Vygotsky öğrenme çevresindeki kültürel ve sosyal görüşlerin önemini vurgulaması ve sosyal yapılandırmacılık yaklaşımının bir türünü ortaya çıkarması sebebi ile önemli bir eğitimci olarak kabul edilmiştir. Onun bu fikirleri, özellikle grupla öğrenme yaklaşımının gelişmesinde büyük katkı sağlamıştır (Johnson ve ark. 1991). Yapılandırmacı yaklaşımın diğer öğrenme modelleriyle birleştirilmesiyle bir model haline gelen yapılandırmacılık hakkındaki farklı görüşler, yapılandırmacı yaklaşımın gelişmesini ve sınıflandırılmasını sağlamıştır. Yapılandırmacı yaklaşıma karşı olanlar olsa da, uzmanlar yapılandırmacı yaklaşımın, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri

sınıflandırmasına ve yapılandırmasına izin verdiği için oldukça önemli olduğunu savunmuşlardır. Ancak yapılandırmacı yaklaşımla yapılan öğretimde, öğrencilerin her birinin, bilgiyi farklı yorumlaması ve yapılandırması söz konusudur. Bu sebeple öğretmenin; öğrencilerin geçmiş bilgilerini gözden geçirmesi, yeni bilgi kazanımlarını ve yapılandırmayı sağlarken öğrencilere yön vermesi ve uygun desteği sağlaması gerekir. Yapılandırmacı yaklaşımın temeli de budur.

Gardner'ın çoklu zeka kuramı, farklı tip zeka yapılarına sahip insanları ve onların nasıl daha iyi öğrenebilecekleri üzerine yapılan çalışmaları içermektedir. Gardner, öğreniciler açısından 8 zeka tipinin olduğunu ortaya atmış ve öğrenicilerin bu zeka yapılarına göre bilgiyi yapılandırdıklarını savunmuştur. Bu zeka tipleri şunlardır; mantıksal matematiksel zekâ, sözel-dilsel zekâ, görsel zekâ, içsel zekâ, sosyal-kişiler arası zeka, müziksel-ritmik zekâ, doğa zekâsı, kinestetik-bedensel zekâdır (Beachner ve Pickett 2001). Gardner'ın çalışması eğitimciler arasında önemli bir popülerlik kazanmıştır. Çünkü diğer teorilerden farklı olarak, Gardner'ın teorisi bir sınıf içerisindeki öğrencilerin zekâ yapılarına göre uygun bir öğretim yönteminin kullanılmasına ve öğretmenin sınıf içerisinde en uygun etkinliği seçmesine izin vermektedir. Ayrıca bu teori sosyal ve kültürel etkileri içermesi, teknolojik gelişmelerle kendisini yenilemesi ve yeni yönelimlere açık olması sebebiyle de önemlidir.

Vosniadou (2001), fen kavramlarının öğretimine yeni bir bakış açısı getirerek öğretime destek verecek bir ses getirmiştir. Vasniadou'nun yaklaşımı, kabul edilmiş bilimsel kanunlarla çelişkili fikir ve düşüncelere sahip olan öğrencilerin, bu yanlış öğrenmelerini engellemeyi ve yeni bilgileri öğrenirken de aynı hataları yapmamalarını hedeflemiştir. Posner ve arkadaşları (1982), Piaget'in benzeşim ve uzlaşma fikirleriyle Kunh'un yenilikçi fen anlayışı arasında yeni bir analoji çizmişlerdir. Piaget insanların öğrendikleri bilgilerini kullanarak yeni bilgileri öğrenmeye çabaladıklarını araştırırken, Kuhn'un (1970) araştırmaları, insanların ve kültürel değişimlerin yeni bir bilimsel bilgiyi eskileri üzeriden nasıl oluşturduğu hakkındaydı. Vosniadou (2001) ise bu iki yaklaşımı birlikte incelemiştir. Bu yolla, öğrencilerin fen öğrenimini nasıl gerçekleştirdiğini, ne tür ön yargılarının olduğunu

ve bu ön yargıların başında fen öğrenimi için tekrar ihtiyacının olduğunu ortaya koymuştur.

Bloom (1984), batı uygarlığının okul sistemlerini ve kullanılan öğretim yöntemlerini incelemiştir. Bloom, öğretmenle öğrenci etkileşiminin birebir olduğu etkili öğretim metotlarının önemi üzerinde durmuş ve etkili bir eğitim için bunun şart olduğunu ileri sürmüştür. Bloom'dan etkilenen Arons (1990), eğitimsel araştırmalar yapan bilim adamlarına, öğretmenlerin yüklerini hafifletecek, her öğretmenin öğrencileriyle teker teker ilgilenebileceğini düşündüğü bilgisayar yazılımlarının kullanılması gerektiğini ileri sürmüş ve yapılması gereken çalışmaların bu yönde olması gerektiğini savunmuştur. Bu tür bir etkileşimin öğrencilerin fizik konuları ve olguları içerisinde sahip oldukları kavram yanılgılarıyla yüz yüze gelecek ve bunları açıklamaya karşı gösterdikleri direnci kıracak bir avantaj sağlayacağını savunmuştur.

Sadler (1988) yapmış olduğu ilginç bir çalışmayla, Harward Üniversitesinde okuyan öğrencilerin basit astronomi konuları ile ilgili kavram yanılgılarını tespit etmeye çalışmıştır. Bunun için, mevsimlerin değişim sebepleri ve ayın görünümündeki değişimler üzerine lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilerin sahip olduğu bilgileri sorgulamıştır. Çalışmanın sonucunda üniversite düzeyindeki öğrenciler ile lise düzeyindeki öğrenciler karşılaştırıldığında belirlenen konu başlıkları altında alınan cevaplar neredeyse aynı çıkmış ve bilimsel gerçekliklerden uzak bulunmuştur. Bu sebeple öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarıyla yüzleştirilmesi gerektiğini ve öğretim sonrası aynı kavram yanılgılarına sahip olup olmadıklarını tespit etmek için, yine aynı yüzleştirme yönteminin kullanılması gerektiğini savunmuştur.

White and Fredcricksen de (1998) fen öğretimini ilginç ve farklı bir yaklaşımla sorgulamışlardır. Öğrencilere üst düzey düşünme becerisi sağlayacaklarına inandıkları bilmeye ve kavramaya ait durumların, ortaokul düzeyinde bilgisayar destekli fen eğitimi yapılarak sağlanabileceğini savunmuşlardır. Öğrencilerin bu yolla, fen konularını daha iyi anlayabileceklerini ve öğrenebileceklerini savunmuşlardır. Üst düzey düşünme becerisi için yapılan bu uygulamada, uygulama

devam ederken öğrencilere sorular sorularak öğrencilerin neyi öğrendiklerinin yanında bunu nasıl öğrendikleri de sorgulanmıştır. Geniş ve kapsamlı yapılan bu çalışma sonucunda önemli bir başarıya ulaşılmış ve fen eğitiminde öğrencilerin bilgiye kolayca ulaşabilecekleri ortamların oluşturulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Bazı araştırmacılar fen eğitiminin kalitesinin arttırılması için bilgisayar kullanılarak; öğrencilerin üstün düşünme becerileriyle birlikte, kavramaya ait becerilerinin de hızlandırılması gerektiğini savunmuştur. Shayer ve Adey (1981) yapmış oldukları çalışmada Avrupa genelinde fen eğitiminde öğrencilerin sahip oldukları düşünme becerilerini ve kavramaya ait becerilerini değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri bulgularla, uygulanan metodolojileri birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak bilgisayar destekli fen eğitiminin bu anlamda etkili olduğunu, ancak öğrencilerdeki düşünme becerilerinin yanı sıra kavramaya ait becerilerinin de gözetilmesi gerektiğini ve bu iki yaklaşımın birlikte düşünülmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Hartman ve Glasgow (2002), yapmış oldukları çalışma ile, ilköğretim birinci ve ikinci basamak fen öğretmenlerinin, fen eğitimine yönelik yenilikçi yöntemlere olan ön yargılarını ortaya çıkarmışlardır. Bu kapsamlı çalışma sonucunda; öğretim stratejileri içerisinde öğrencilere düşünme ve kavrama becerilerinin kazandırılması gerektiği, fen eğitiminin sosyal ve duyuşsal durumlarının göz önünde bulundurulması gerektiği, yeni teknolojilerin fen eğitimindeki yerini alması gerektiği ve öğretimin yapılacağı alanda bir takım yeniliklere ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda fen eğitiminde karşılaşılan birçok güçlüğün sebepleri ortaya konmuştur.

Bilgisayarların eğitim açısından önemi ilk olarak 1970'li yıllarda başlamıştır. Fen eğitiminin öncülerinden olan Thinker ve Stringer 1978 yılında artık bilgisayar çağına girildiğini, bu çağın eğitimin kalıplaşmış fikirlerini değiştireceğini ve özellikle fen eğitiminde önemli fırsatlar sunacağını söylemişlerdir. Yine fen eğitiminin öncülerinden Bork 1978 yılında yapmış olduğu bir söylemde bilgisayarların 2000'li yıllarda eğitimin her kademesinde yer alacağını söylemiştir.

1970'li yıllardan günümüze kadar bilgisayar teknolojisinde çok hızlı bir gelişme olmuştur. Bilgisayarlar küçülmüş ve hızları oldukça yükselmiştir. Buna paralel olarak gelişen bilgisayar programları da bir olay ya da durumun 3 boyutlu veya 2 boyutlu simülasyonlarını ve animasyonlarını yapmaya imkân verir hale gelmiştir. Bu gelişme fen eğitiminde büyük bir öneme sahiptir.

Fen bilimlerinde bilgisayarların kullanım alanları oldukça fazladır. Özellikle fizik eğitimi alanında, yeni öğretim metotlarının gelişmesi için bilgisayarlar önemli fırsatlar sunmaktadır (Jiyomnis ve Komis 2001). Bilindiği üzere fizik eğitiminde öğrencilere deneyle yapılan öğretim, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenmelerinde büyük öneme sahiptir. Ancak ülkemizde; üniversite ve lise düzeyinde fizik laboratuvarlarındaki malzeme eksiklikleri, bazı deneylerin anlatılmak istenen olayı tam olarak yansıtamaması, deneylerin tehlikeli ve pahalı olması ve zaman alıcı olması sebebiyle öğretmenlerin müfredatı yetiştirememe kaygısı gibi sebeplerden dolayı yaptırılamamaktadır (Kurt, 2002). Ancak bilgisayarlar bu sorunun giderilmesinde önemli bir alternatif olabilir. Çeşitli bilgisayar programları yardımıyla istenilen tüm deneylerin simülasyonları ve animasyonlarını oluşturmak mümkündür. Bu simülasyonlar ve animasyonlar yardımıyla oluşturulacak sanal laboratuvarlar sayesinde, öğrencilere bilgisayar ortamında anlatılmak istenen olayların deneyleri yaptırılabilir.

Bilgisayarın gelişiminin yanı sıra internet teknolojisinin doğuşu ve yaygınlaşması fizik eğitimi açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bilgisayar yazılımları ile yukarıda bahsedilen sanal laboratuvar uygulamalarının internet ortamında sunulması; öğrencilerin zaman ve mekândan bağımsız olmalarını ve istedikleri zaman deneylerini tekrar etmelerine olanak sağlar. İnternet ortamında fiziğin hemen her konusu ile ilgili sanal laboratuvar uygulamalarına ulaşmak oldukça kolaydır.

Titus ve Dancy (2000) çalışmalarında, "physlet" adlı bir CD paketi oluşturmuşlardır. Bu CD'nin içeriğinde fizik konuları ile ilgili problemleri içeren, "Java" programlama dili ile hazırlanmış simülasyonlar bulunmaktadır. Bu çalışmada öğrencilerin geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha iyi bir problem çözme

performansına sahip olduklarını söylemişlerdir. Ayrıca, öğrencilerin kavramsal gelişimlerinin geleneksel yöntemlere göre çok daha iyi olduğunu savunmuşlardır. Yine Finkelstein ve arkadaşlarının (2005) yapmış oldukları çalışmada, hazırlamış oldukları doğru akım devresi "cck" adlı Java simülasyonunu, sanal laboratuvar olarak uygulamışlardır. Araştırmada bir deney ve iki kontrol grubu belirlenmiştir. Deney grubunu sanal laboratuvar uygulaması ile ders görecek öğrenciler oluşturmaktadır. Kontrol gruplarını ise sırasıyla geleneksel laboratuvar yöntemi ile ders işleyecek öğrenciler ve hiç laboratuvar görmeden ders takrir yöntemi ile işleyecek öğrenciler oluşturmuştur. Yapılan başarı ve beceri testlerinden sonra gruplar karşılaştırılmış ve sonuç olarak sanal laboratuvar uygulaması ile ders işleyen grup, her iki gruba göre de daha başarılı bulunmuştur.

Bu araştırmanın amacı, fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının geleneksel laboratuvar uygulamasına göre öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemektir. Araştırma için "Alternatif Akım Devreleri ve Seri RLC Devresinde Rezonans" konuları ile ilgili araştırmacı tarafından hazırlanan simülasyonlar ile hazır olarak bulunan simülasyonlar yardımıyla konu anlatımlarının da bulunduğu bir sanal laboratuvar uygulaması oluşturulmuştur. Çalışma 2006-2007 öğretim yılı bahar döneminde Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı'nda ve Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nde "Elektrik ve Manyetizma" dersini alan toplam 115 öğrenci üzerinde yürütülmüştür.

Uygulama için üç grup belirlenmiştir. Bu gruplar: 1. Sanal laboratuvar ve geleneksel laboratuvar yöntemleri ile ders işlemiş olan sanal-geleneksel laboratuvar grubu (SG), 2. Sadece sanal laboratuvar yöntemiyle ders işlemiş olan sanal laboratuvar grubu (S), 3. Sadece geleneksel laboratuvar yöntemiyle ders işlemiş olan geleneksel laboratuvar grubudur (G). Sanal laboratuvar uygulaması, S grubuna tek başına, SG grubuna geleneksel laboratuvar uygulamaları ile birlikte uygulanmış ve öğrenci başarısı üzerine etkisi incelenmiştir.

Araştırmada grupların başarı düzeylerini karşılaştırmak için güvenirlik analizleri yapılan bir başarı testi hazırlanmıştır. Hazırlanan bu başarı testi, gruplara

uygulama öncesi ve sonrası, ön ve son test olarak uygulanmıştır. Yapılan araştırmanın sonuçlarını kuvvetlendirmek için, uygulama süresince öğrencilerle grupça ve bireysel olarak görüşmeler yapılmış ve bu görüşmeler kamera kaydına alınmıştır. Ayrıca uygulamalar sırasında zaman zaman görüntü kayıtları alınarak, öğrencilerin bulundukları gruba göre sınıf içi davranışları ve derse olan katılımları gözlenmeye çalışılmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda, sanal laboratuvar uygulamalarını yapan gruplar lehine anlamlı sonuçlar bulunmuştur.

Bu çalışma ve buna benzer yapılacak diğer araştırmalarla, ülkemizdeki fizik eğitiminde, deneysel uygulamalardaki eksikliğin giderilmesine katkıda bulunulacağına inanılmaktadır. Bu sayede, gerçekte anlatılması çok zor ve geleneksel yöntem ile öğrencilere yaptırılması mümkün olmayan deneylerin yaptırılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bazı deneyler; tehlikeli ve pahalı olması, anlatılmak istenen konuyu tam olarak yansıtamaması ve zaman alıcı olması gibi sebeplerden dolayı yaptırılamamaktadır. Sanal laboratuvar uygulaması ile öğrencilere çok daha ucuz materyallerle, daha kısa zamanda ve daha iyi bir eğitim verilebileceği düşünülmektedir. Bunların yanı sıra yapılandırmacı yaklaşımın da dikkate alınması bu tür bir öğretimin, öğrencilerin kavramsal gelişimlerini ve problem çözme becerilerini arttırabileceği düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı

Yapılandırmacı düşünme yaklaşımları ilk kez M.Ö. şüpheciler tarafından ortaya atılmıştır. Ancak bu düşünceler 20. yüzyılın başlarından itibaren geliştirilmeye başlanmıştır. Locke, Kant, Jung ve Herbart yaptıkları çalışmalarla yapılandırmacı yaklaşım ile ilgili bazı düşüncelerini dile getirmişlerdir. Ancak bunlar birkaç kuram içersinde tek tek dile getirilmiş, düşüncelerden öteye gidememiş ve kalıcı bir kuram haline getirilememiştir. 20. yüzyılın başlarında gelişmeye başlayan yapılandırmacı anlayış, asıl bu yüzyılın ikinci yarısında ve sonlarına doğru şekillenmiştir. Bu sayede öğrencilerin öğrenme süreci içersinde ön kavramları ile ilgili araştırmaların yanı sıra öğretmenlerin; inançlarının, öğrenme ve öğretme süreçlerinin, düşüncelerinin, stratejilerinin de göz önünde bulundurulduğu araştırmalar yapılmaya başlanmıştır (Açıkgöz 2004, s. 60).

Piaget, Vygotsky, Gestalt ve Barlett'in görüşlerine göre bütün bilgiler birey tarafından oluşturulur. Birey tarafından oluşturulan bilgi, kişinin öğrendiklerinden ve anladıklarından daha çoktur. Ancak öğrenmede, bireyin ön bilgileri ile birlikte kültürel ve sosyal içerikler de önemli rol oynar. Belli bir durumda doğru olarak kabul edilen bir bilgi, başka koşullar altında yanlış kabul edilebilir. Bilginin doğruluğu kişiye, kültüre ve duruma göre değişir. Bu sebeple yapılandırmacılara göre, bilginin doğruluğundan çok kullanışlığı önemlidir. Belli fikirler, belli bir toplum içindeki uygulamalar için gerekli olabilir. Yapılandırmacı görüş hemen hemen tüm öğrenme kuramlarından ve düşünme biçimlerinden etkilenmiş yeni bir görüştür. Bu görüşün etkileri program geliştirme yaklaşımına ve öğretim ilkelerine de yansımıştır (Erden ve Akman 2001, s. 171).

Okul içi ve okul dışı öğrenme ortamlarında, eğitimde nicelikten çok nitelikten söz edildiğinde; eğitim programlarını etkileyen temel kavramlardan birisi, yapılandırmacılıktır (Demirel 1999, s. 189-190).

Yapılandırmacılık bir öğrenme ve anlamlandırma teorisidir. Bilginin doğasını ve insanın nasıl öğrenmeye başladığını açıklar. Bireyler kendi kavrayış ve bilgilenmelerini karşılıklı etkileşim yoluyla oluşturmayı; bildikleri ve inandıkları fikir, olay ve aktivitelerle ilişkili olarak sürdürürler. Öğrenilen bilgiler, olaylarla ilişkilendirilir. Bilgi; taklit ya da tekrar yerine, içerikle ilişkilendirilerek elde edilir. Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenme aktiviteleri; araştırmayla, problem çözmeyle ve başkalarıyla işbirliği gibi çalışmalarla nitelendirilir. Yapılandırmacı yaklaşım, öğrencilerin ön bilgilerinden ve deneyimlerinden yararlanarak, yeni karşılaştıkları durumlara anlam verebileceklerini ve onları özümseyebileceklerini savunur (Bağcı 2003,s.145).

Jonassen (1991, s. 6), öğrenenlerin kendi gerçekliğini oluşturduklarını ya da en azından kendi deneyim ve algılarını kullanarak bilgiyi yorumladıklarını söylemiştir. Bu anlamda yapılandırmacılığa göre bireylerin bilgisi; deneyimlerinin, zihinsel yapılarının ve inançlarının bir fonksiyonu olarak belirtilmiştir.

Dewey, geleneksel öğretim yöntemlerini ezberci yapısı nedeniyle eleştirmiştir. Bu sebeple öğrencinin düşünerek, yaşantıları aracılığı ile öğrenmeyi gerçekleştirebileceği yöntemler üzerinde durmuştur. Bu amaç doğrultusunda öğrencinin aktif olduğu, bilgiyi kendisinin keşfettiği, çevresiyle gerçek yaşantılar kurduğu ve deneyimler yaşadığı çalışma ortamlarının oluşturulması için çalışmıştır. Dewey' e göre deneyim, fiziksel ve bilişsel bir süreçtir. Bu nedenle bir insan için bedeninin ve zihninin katılmadığı bir deneyim olamaz. Dewey'e göre bilmek, gerçekliğin insan tarafından kaydedilmesi değil; insanın gerçekliğe dâhil olma süreci ve daha sonraki deneyimleri kontrol edebilmek için ön koşul deneyimlerin oluşturulması eylemidir. Bilgi ise dışsal, bağımsız ve nesnel bir gerçeklik değil; eyleme dâhil olan bir süreci ifade eder. Anlamak, birlikte düşünmek ve ötekinin eylemlerini göz önünde bulundurmak; anlayamamak ise ortak eylemde bulunamamaktır (Açıkgöz 2004, s. 67).

Yager'e (2000) göre yapılandırmacılık, öğrenmenin nasıl oluşacağının bir modelidir. Bu öğrenme modeli Ausubell' in anlamlı öğrenme ve bilimin felsefesi görüşünü de içine alan, bireylerin düşünce ve deneyimlerinden kendi bilgilerini

oluşturmaları temeline dayanır. Yapılandırmacı kurama göre öğrenciler, kendi çevresi ile olan etkileşimi sayesinde, algıladığı olayları ve nesneleri, daha önce bilgi olarak zihinlerinde sakladıkları ile ilişkilendirerek yeni bilgi olarak yapılandırırlar. Dolayısı ile yapılandırmacılık, öğrencinin anlamlı öğrenmede daima aktif bir temsilci olduğunu ima eden öğrenme modelidir. Öğrenci iletilenleri alarak değil, kendi algıladıklarını yorumlayarak öğrenebilir. Kişinin yorumları eski bilgilerinden daima etkilenir ve paylaşılan eski bilginin başlangıcı iletişim için gereklidir (Cobern 1996).

Bir birey zihinsel olarak, çevresi ile olan etkileşimini beş duyusuyla sağlar. Bilgi beyne gönderilir ve beyin daha sonra duyusal alımlardan anlamlı bilgi yapmaya çalışır. Bu yapım aşaması bireyin önceki deneyimlerine bağlıdır. Çünkü beyin, gelen bilgiyi daha önceden bilinen bilgi ile bağdaştırmaya çalışır. Birey, dünyayı var olduğu gibi değil, kendi zihninde oluşturduğu gibi görür. Bu düşünce yapılandırmacılığın temel prensiplerinden biridir. Bireyin sahiplendiği gerçeklik, doğru ve kesin olmayabilir, ancak birey deneyimlerinin geçerli açıklamalarını bu yolla yapar. Yapılandırmacı yaklaşıma göre diğer önemli bir prensip ise eğitim için önemli imalar taşır. Bu prensibe göre öğrenen bilgiyi pasif olarak değil, aktif olarak alır (Pereira 1996). Bu prensip, öğrencinin bilgiyi alma (hazır bulunuşluk) ihtiyacıyla ilgilidir. Bu da öğrencinin hangi bilgi seviyesinde olduğu ile başlar ve öğrencinin önceki sahip olduğu bilgilerden yararlanılır. Böylece bilgi alımına uygun kavramlar sunulur. Bu sayede öğrencilerin mevcut deneyim ve anlayışlarının üzerine yeni bilgiler yapılandırılır. Bu da öğrencilerin kavramlar arasında bağlantı kurmalarına ve bu bağlantıları çok boyutlu bilgi yapılarına dönüştürmelerine yardımcı olur. Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre; öğrencinin sahip olduğu bilgiler bağlantısız ve kavramsal eksiklik içerdiği zaman, kavramsal öğrenmeden uzaklaşılmakta ve ezberci öğrenme yoluna gidilmektedir. Öğretimde kavramın öğrencide kullanılabilir olmak zorunda olduğunun akılda tutulması önemlidir. Öğrenci, öğrenmesi gereken kavramları bilişsel yapısında genelden özele, somuttan soyuta doğru hiyerarşik olarak düzenleyerek kavramsal çatıyı oluşturur. Bu şekilde birden fazla kavramdan oluşan hiyerarşik bilişsel yapıya “kavramsal sistem” denir. Kavram sistemlerinin oluşmasında, sistemi oluşturan kavramların birbirleri ile bağlantılı olması gerekir. Soyut ve somut kavramların, kavramsal sistemlerin, öğrenciler tarafından bilişsel

olarak yapılandırılması; kullanılan öğretim yöntemi ile yakından ilgilidir (Lawson ve ark. 2000). Öğrenci kavram sistemlerini öğrenirken kendi bilişsel yapısında bir düzenleme yapar. Yapılandırmacı öğrenme gerçekleştiğinde, öğrenci bilgileri bilişsel yapısında yapılandırma şansı bulur. Bu sayede öğrenci öğrenilen bilgiler ile mevcut bilgileri karşılaştırır. Eğer bu bilgiler arasında bir kavramsal uyumsuzluk varsa, bunu gidermek için zihninde var olan bilgileri bilişsel yapısında yeniden organize ederek yeni bir kavramsal yapı düzenler (Yager 2000).

Pereira'ya (1996) göre, aktif öğrenme sürecinde öğrenciler nasıl öğreneceklerini öğrenirler. Bu süreçte, öğrencilere daha önceden edindikleri bilgiler ve yorumlar doğrultusunda, yeni kavramları zihinlerinde oluşturabilmeleri için yardımcı olunması gerekir. Bu yapılırken öğrencilerin yeni bilgileri tanımlamada, müzakere etmede, sahip oldukları yanlış bilgileri düzeltmede ve elemede belli bir zamana ihtiyaçlarının olduğu unutulmamalıdır.

Yapılandırmacı öğretim, yüksek öğrenci motivasyonu ve yüksek düzeyde düşünme yetenekleri geliştirerek öğrenim ve öğretime katkıda bulunabilir. Öğrenci başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri de motivasyondur. Eğer öğrencilerin öğretilen konuya ilgileri varsa ve öğretim tarzına motive olmuşlarsa, doğal olarak meraklarını gidermek için öğrenmek isteyeceklerdir. Öğrenciler için istenen motivasyon içsel motivasyondur. Eğer öğrenciler içten gelerek motive olmuşlarsa onların tam olarak potansiyellerine ulaşmaları daha muhtemeldir. Öğretmenler öğrenim tecrübelerinden de yararlanarak ders planlarında çeşitli yollarla öğrencilerin motivasyonunu artırabilirler. Yüksek düzeydeki öğrenci motivasyonu, öğrenmenin artmasına ve dolayısıyla öğrenci başarısının artmasına yol açar. Çünkü öğrenci bilinçli olarak ve aktif bir şekilde öğrenme tecrübesiyle meşguldür (Ritchie 1998; Wheatley 1991).

Yapılandırmacı görüş, öğrencinin bir kavram hakkındaki düşüncelerini kolaylıkla değiştirilemeyeceğini kabul eder. Çünkü öğrenciler, daha önceden edindikleri kavramlara sıkı sıkıya bağlıdırlar. Eğer öğrenciler kavramsal değişikliği

deneyeceklerse, onlara bilimsel olaylar hakkında kendi bilgilerini oluşturma ve düşünme fırsatı verilmelidir (Trowbridge ve Wandersee 1994). Yapılandırmacı görüşün temel prensiplerinden birisi de, öğretmenlerin öğrencilere yeni kavramları öğretmeye başlamadan önce, öğrencilerin ön bilgilerini saptamasıdır. Çünkü yeni bilgi, çocukların öğrenimi ve önceki hayat deneyimleri üzerinde etkili olmayabilir. Eğer çocuklar etkili bir şekilde öğreneceklerse, deneyime ihtiyaçları vardır (Persall ve ark. 1997).

Hand ve Vance (1995), yapılandırmacı görüşe göre, sınıfa gelmeden önce öğrencilerin birbirinden farklı birçok deneyim edindiklerinin bilinmesi gerektiğini vurgular. Öğrenciler bir birey olarak dünyanın nasıl işlediği hakkındaki kişisel bilgilerini ve inançlarını yanlarında getirirler; yani pek çok farklı düşünceye sahiptirler. Ancak, sezgi yolu ile inanarak kabul ettikleri bu düşüncelerin bazıları, bilim tarafından kabul edilenlerden farklıdır. Yapılandırmacı öğrenmenin bakış açısına göre, fen öğretimi öğrencilerin düşüncelerini bilimsel gerçeklerle uyumlu hale getirmeyi amaçlar. Öğretim, bilimsel gerçeklerin ne olduğunu açıklar ve neden bu gerçeklerin öğrencilerin bazı düşüncelerinden ayrıldığının anlaşılmasına yardımcı olur. Birçok öğretmenin bu noktada soracağı soru şudur: “Öyleyse, öğrencilerimin yanlış öğrenmemeleri için ne yapmam gerekir?”. Bu soruya cevap bulmak için çalışmaya, bir fikir hakkında birisinin düşüncelerini değiştirmenin nasıl olacağını düşünmekle başlanabilir. Bu zor bir iş olsa da, yerine getirilmelidir. Posner ve ark. (1982) öğrencilerin düşüncelerinin değiştirilmesinde 3 noktaya işaret eder:

- Öğrencilerin kendi düşüncelerini anladıklarından iyice emin olmak,
- Öğrencilerin inandıkları durumlarla ilgili problemlerini anlamalarına yardım etmek,
- Kişisel olarak onlara yardımcı olacak alternatif düşünceler sunmak.

Birçok öğretmen, öğrenmeyi geleneksel anlayışlar içerisinde ele alır. Bu anlayışlarda genellikle öğrenci öğrenmeye motive edilmemiş durumdadır. Öğretmen ise bilgiyi aktarıcı konumundadır. Yine bu yaklaşımlara göre, sınıf içerisinde öğrenci

merkezli öğretim metodu yerine öğretmen merkezli öğretim metodu tercih edilmektedir.

Yapılandırmacı öğrenme anlayışında öğretmen, geleneksel öğretimden farklı olarak eğitim ortamlarında daha çok düzenleyicilik ve danışmanlık rollerini yerine getirir. Öğretmen, sınıfta uygun bir öğrenme ortamı oluşturarak öğrenciyi bu ortamın etkin bir üyesi durumuna getirmeye çalışır (Yaşar 1998,s. 73).

Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenme, geleneksel yöntemlerden biraz farklı ele alınmıştır. Buna göre öğretimde yapılandırma, problemin formüllerini kolaylaştırmayacaktır. Ancak bireyin problemin çözümü için gerekli olan yapıları temin etme ihtiyacı duymasını sağlayacaktır. Zira bir şeyi anlayabilmek için öncelikle onun karmaşık yapısı kavranmalıdır. Bunun ardından da birey tüm önemli noktaları ve detayları; tüm bağlamsal ilişkileri kavrar ve sonuç olarak bunları genel koşullarda hatırlar. Diğer bir deyişle birey, kendi deneyimleri ile aktif olarak inşa ederek öğrendiği bilgiyi yeni durumlarda yorumlamış ve düzenlemiş olur.

Üst düzey düşünme becerileri de ancak bu yolla edinilebilir. Çünkü birey yeni bir bilgiyi inşa etmek için önceki deneyimleri ile edindiği bilgiyi kullanarak yeni bir ürün elde edecektir. Bu tür öğrenme durumları, bireye hipotez ya da muhtemel bir çözüm yolu önerirken, yorumlarını ve kendine ait farklı anlamlandırma şekillerini aksettirmesine yardım ederek birikimli öğrenmenin sağlanmasında büyük önem taşır (Terhart 2003).

2.1.1. Yapılandırmacı öğretimde öğretmenin rolü

Yapılandırmacı yaklaşıma göre, öğretmenlerin öğretimdeki rolünün bilgi transferinden çok, öğrencinin bilgiyi yapılandırılmasını kolaylaştırma rolü olması gerektiği savunulur. Öğretmen anlatmaktan ziyade; öğrencilerin anlamalarına yardım eder, problemlere çözüm bulmalarını önerir ve onları bu konuda teşvik eder. Bu özellikler öğretmeni bilgi transferi yapan kişi konumundan çıkarır (Wandersee ve ark. 1994; Hand ve ark. 1991). Öğretmen öğrencilerin bilgiyi kendi kendilerine yapılandırabilmeleri için uygun ortam sağlar. Bu ortamlar amaca uygun olarak; öğrencilerin kavramlarını, bilgilerini ve deneyimlerini anlamlandırabilecekleri,

öğrencilerin aktif olarak katılabilecekleri ve öğretim yöntemlerinin doğru bir şekilde sıralanabileceği öğretim ortamlarıdır (Wheatley 1991). Bir önceki dersi tamamladıktan sonra bir sonraki dersin planına karar vermek, yanlış anlamalar olduğunda öğrencinin bakış açısını değiştirmek için faydalı araçlar düzenlemek ve öğrencilere ne kadar bilgi ve yardım verileceğine karar vermek öğrenme için önemlidir (Vance ve ark. 1995).

2.1.2. Yapılandırmacı öğretimde öğrenci rolleri

Geleneksel öğretimde pasif alıcı durumunda olan öğrenciler söz verildiğinde konuşan, fikir üretmekten ve fikirlerini söylemekten kaçınan bireyler olarak karşımıza çıkarken; yapılandırmacı öğretim ortamında farklı roller alır. Yapılandırmacı öğretim ortamında öğrenciler araştıran, tartışan, bilimsel sonuçlar üretmeye çalışan, aktif olarak öğrenme sürecine katılan bireyler haline gelirler.

Yapılandırmacı öğretim yaklaşımında öğrenciler, kendi öğrenmelerinden sorumlu olan, çevreden edindikleri bilgileri kendi zihinlerinde anlamlandıran ve bu sebeple öğretimde aktif olarak bulunan bireylerdir. Öğrencinin görevi, diğer arkadaşları ile işbirliği yapmak ve öğretmenleri ile bilgi paylaşımına girmektir (Geelan 1995). Bu sebeple yapılandırmacı öğrenim ve öğretim stratejilerinin kabulü, öğretmenlerin yeni eğitimsel becerileri ve yeni sınıf rollerini öğrenmelerini gerektirir. Öğrencilerin beraberlerinde sınıfa getirdikleri bilgi, öğrenme sürecinin odak noktası olur. Uygulanacak ünitenin temel kavramları belirlendikten sonra, öğretmenler kendi planlamalarını öğrencilerin sınıfa getirdikleri bilgiler üzerine oturtmak zorundadırlar. Planlama, öğrencilerin alabileceği yönlerdeki her bir değişikliğe izin vermek için esnek olmalıdır. Öğretmenler, öğrencilerin planlanan kavramları öğrenmelerine yardımcı olmak için; görüşme, tartışma, tahminde bulunma, gözlem yapma, kavramlar üzerinde düşünme gibi faaliyetleri planlayıp yönlendirebilmelidir. Öğrencilere, kendi düşüncelerini savunma ve açıklama sürecinde fırsat verilmelidir. Yapılandırmacı öğretim stratejisinin yerine getirilmesi, yeni tahmin ve değerlendirme metotlarının öğretmen tarafından kabulünü gerektirir (Hand ve Vance 1995).

Yapılandırmacı öğretim anlayışında amaç, öğrencilerin ne yapacaklarını önceden belirlemek değil; öğrencilere sunulan araçlar ve öğrenme materyalleri ile öğrenmeye kendi istekleri doğrultusunda yön vermeleri için fırsat vermektir (Erdem 2001). Öğretim sürecinde motivasyonu sağlamak, onlara uygun fırsatlar oluşturmak ve öğrencilerin etkin bir şekilde çalışmalarını sağlamak için çeşitli etkinliklere yer verilir. Etkinlik, hedef davranışlara ulaşma amacıyla öğrenme-öğretme sürecini zenginleştiren ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artıran sınıf içi ve sınıf dışı faaliyetlerdir (Şaşan 2002).

Öğrencilerin yapılandırmacı yaklaşımla öğrenmelerini sağlamak için; hedeflerin öğrencilerle birlikte belirlenmesi, öğrencilerin bireysel özelliklerine uygun esnek öğrenme ortamlarında etkin bir biçimde öğrenmeye katılmaları, çevreyle etkileşmeleri, yeni teknolojilerden yararlanmaları ve kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu üstlenmeleri gerekir (Oğuz 2005, s. 192).

2.1.3. Yapılandırmacı öğretimde eğitim ortamlarının önemi

Yapılandırmacı yaklaşımda sınıfın fiziksel özellikleri, öğrenci merkezli ve esnek öğrenme ortamlarını kapsayacak biçimde olmalıdır. Öğrenciler, sınıfa farklı öğrenme stil, inanç, değer ve sosyal tercihler gibi özelliklerle gelmektedir. Bu özellikler öğrencilerin bireysel bilgi yapılandırmalarını etkilemektedir. Örneğin, bireyin öğrenmeye yönelik eğilimlerini ya da tercihlerini gösteren özellikler olarak tanımlanan öğrenme stilleri; çevresel koşullar, duyuşsal özellikler, sosyal tercihler ve fiziksel özelliklerden etkilenmektedir (Özer 2001, s. 164). Bu sebeple, sınıfın yerleşim düzeni; benimsenen eğitim anlayışı ve diğer yapısal düzenlemelerin göstergesidir denilebilir (Özden 2002, s.50).

Yapılandırmacı yaklaşımın uygulandığı eğitim ortamları, bireylerin öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk almalarını ve etkin olmalarını gerektirir. Çünkü öğrenilecek öğelerle ilgili zihinsel yapılandırmalar, bireyin bizzat kendisi tarafından

gerçekleştirilir. Bu nedenle yapısalcı eğitim ortamları bireylerin çevreleriyle daha fazla etkileşimde bulunmalarına, dolayısıyla zengin öğrenme yaşantıları geçirmelerine olanak sağlayacak bir biçimde düzenlenir. Bu tür eğitsel ortamlar sayesinde, bireyler zihinlerinde daha önce yapılandırdıkları bilgilerin doğruluğunu sınama, yanlışlarını düzeltme ve hatta önceki bilgilerinden vazgeçerek yerine yenilerini koyma fırsatı elde ederler (Yaşar 1998, s. 70).

2.2. Bilgisayar Destekli Öğretim

Bilim ve teknolojinin ilerlemesi ile birlikte, insanoğlunun çevreye egemen olma, onu yönlendirme ve anlama çabaları geçmişten günümüze süregelmektedir. Bilim ve teknolojideki şaşırtıcı gelişmeler ülkeleri ister istemez büyük ve gizli bir yarışın içine itmektedir. Bütün ülkeler ellerinde var olan birikimlerini sınırsızca işe koşarak, kendi insanlarını ileri teknoloji ve bilgi toplumu düzeyine ulaştırmaya çalışmaktadır. Bu yarışı kazanmada, ülkelerin en önemli silahı "eğitim" olarak görülmektedir. Dünyadaki tüm ülkeler, bilgi toplumu düzeyine ulaşabilme, başka ülkelere karşı üstünlük elde etme ve elde ettikleri üstünlükleri koruyabilme yarışında eğitim sistemlerinden çok önemli katkılar beklemektedirler. Çünkü bilimsel ve teknolojik gelişme ile gerekli araştırmaların yapılabilmesi, nitelikli insan gücü ile olanaklı görülmektedir. Gerekli insan gücünü yetiştirmek ise eğitimin işidir (DPT 1988).

Eğitimin bu görevi yerine getirebilmesi, eğitim sisteminin çağdaş niteliklere sahip olması ile mümkündür. Eğitimde verimliliği ve etkililiği artırmak, öğrenme-öğretme etkinliklerini bireyin gereksinimlerine uyarlamak için teknolojik kaynaklardan yararlanmak bir zorunluluk olmuştur. Bu sebeple dünyada birçok ülke eğitim ortamlarını, teknoloji ürünü araç ve gereçlerle donatma çabası içine girmiştir.

Öğretim sürecinde bilginin çeşitli şekillerde sunulmasının gerekliliği, geleneksel öğretim araç-gereçlerinin yerine, yeni bilgi teknolojilerinin kullanılmasını ön plana çıkarmaktadır (Kaput 1991). Bu bağlamda bilgisayarlar, her öğrencinin bireysel gereksinimlerini belli oranda dikkate alarak daha geniş bir öğrenci kitlesine

hitap eden öğretim materyallerinin hazırlanıp sunulabileceği uygun bir kaynaktır. Bu kaynağın öğretim sürecinde etkili bir şekilde kullanılması, öğretim materyallerinin nitelik düzeyini arttırmaktadır. Bu sebeple etkileşimli öğretim teknolojilerinde, öğrenenlerin bireysel farklılıklarının ve öğrenme sitillerinin dikkate alınması, hedeflenen amaçlara ulaşılmasında önemli bir faktördür (Tezci ve Gürol 2001).

Eğitimde materyal kullanımı; öğretmeni desteklemesi, eğitim-öğretimin daha anlamlı ve kalıcı olması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple eğitim ve öğretimde konuları daha iyi anlatma ve kavratmada; konuların önemli ve temel noktalarını belirtmede; ilgi, dikkat ve öğrenme arzusunu yüksek tutmada çok çeşitli öğretim materyallerinden faydalanılmaktadır. Bunların başında da bilgisayar ile hazırlanan materyaller gelmektedir. Çünkü bilgisayarlar; çok sayıda bilgiyi saklayabilme, işleyebilme ve istenilen bilgiyi kısa sürede ortaya çıkarabilme özelliğine sahiptir. Ayrıca bilgisayarların; görsel, işitsel ve interaktif özellikleri ile bilgiyi zengin bir biçimde sunabilme özelliği eğitim için büyük bir potansiyel oluşturmaktadır (Ornstein ve Lasley 2004).

Eğitim teknolojileri alanı, teknolojinin gelişmesi ve bu gelişmenin eğitime yansımasıyla ortaya çıkmış bir alandır. Bu alanın gelişmesinde ve tanımlanmasında da en önemli araç bilgisayar teknolojisi olmuştur. Eğitim teknolojisi alanında bilgisayarın kullanımı ve aldığı rollere göre sınıflandırılmalar yapılmaya çalışılmıştır. Ancak yapılan birçok çalışmaya rağmen eğitim teknolojisinde bilgisayarın kullanımı üzerine henüz üzerinde kesin ve hem fikir olunan bir sınıflama yapılamamıştır (Roblyer 2003).

Mikro bilgisayarların, okullara ve sınıflara girmesiyle birlikte bilgisayarın öğretimde kullanım şekillerine göre yapılan sınıflamalar başlarda genellikle üç başlık altında toplanmıştır. Bunlar sırasıyla; bilgisayar destekli öğretim, bilgisayar yönetimli öğretim ve diğerleri olarak verilmiştir. Bilgisayar destekli öğretim de kendi içinde üçe ayrılmıştır. Bunlar; alıştırma-pratik yapma, bilgisayarın yardımcı araç olarak kullanımı ve simülasyon yazılımlarının kullanımı olarak verilmiştir.

Bilgisayar yönetimli öğretim ise test etme, kayıt-saklama ve yazılımların raporlanması başlıklarını içermekteydi. Eğitim teknolojilerindeki bu sınıflama eksikliği, eğitim teknolojilerinin gelişmesine de yansımaktaydı (Roblyer 2003).

1980'li yıllarda, araştırmacılar ve yazarlar bilgisayarın eğitim ve öğretim amaçlı kullanımına yönelik daha kapsamlı ve daha fazla terim kullanmaya başlamışlardır. Bu terimler sırasıyla; bilgisayar tabanlı öğretim, bilgisayar tabanlı öğrenim ve bilgisayar destekli öğretimdir (Roblyer 2003).

1980 yılında Taylor öğretim teknolojilerinde bilgisayarın kullanımını bilgisayarların fonksiyonlarına göre sınıflandırmak için bir öneride bulunmuştur. Bu sınıflama sistemi üç terim içeriyordu. Bunlar; her öğrencinin bir bilgisayar ile meşgul olduğu ve bilgisayarın öğretici makineler olarak kullanıldığı sistemler (tutor), eğitimde bazı işlemleri yapmak için bilgisayarların yardımcı araç olarak kullanıldığı sistemler (tool) ve bilgisayarların öğrencilerin mantıksal uygulamalarında yardımcı olacak sistemler (tutee) olarak tanımlanan terimlerdir. Taylor'a (1980) göre öğretmenler bu terimlerle ve basamaklarla ilgili eksikliklerini tamamladıkları zaman, teknoloji ürünlerinin fonksiyonlarını tanımış olacaklar ve böylelikle öğretim için kendilerine uygun olanı seçme kabiliyetine ulaşmış olacaklardır.

BDÖ' nün sunduğu faydaları aşağıda sırasıyla verilmiştir (Şimşek 2002; Öğüt ve ark. 2004):

- **Öğrenme hızı:** BDÖ' nün belki de en önemli faydalarından birisi, öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına uygun olarak konuyu işlemeleri ve gerek duyduklarında aynı konuyu tekrar çalışma olanağı bulabilmeleridir. Özellikle yavaş öğrenen öğrenciler için BDÖ uygulamaları, bu öğrencilerin düzeyine ulaşmasında önemli bir avantaj sağlamaktadır. Diğer taraftan, öğrenilecek konuyu hali hazırda bilen ya da sınıftaki diğer öğrencilere oranla daha hızlı öğrenen öğrenciler ise, diğer öğrencileri beklemeden bir sonraki konuya geçebilirler.

- **Katılımcı öğrenme:** BDÖ uygulamaları, öğrencilerin kendi kendilerine ve kendi öğrenme hızlarına uygun öğrenme ortamları sunmasının yanı sıra, grup çalışmasını destekleyebilmesi açısından da etkin materyallerdir. Birçok BDÖ yazılımı, öğrencinin verdiği cevaplar doğrultusunda dersi sunar ya da öğrenciye belli aralıklarla dönüt sağlar. Bu yüzden, BDÖ ortamındaki her öğrenci aktif şekilde derse katılır. Dersler sırasında performansını gösterebilme imkânı vermesi ve öğrenciye dönüt sağlayabilmesi nedeniyle, BDÖ ortamları öğrencinin derse katılımını sürekli hale getirir.

- **Öğretimsel etkinliklerin çeşitliliği:** Diğer materyallerle karşılaştırıldığında, görsel-işitsel öğelerin en etkin kullanılabildiği ortam BDÖ ortamlarıdır. Öğretim ortamının farklı etkinliklerle zenginleştirilmesi, öğrencinin başarıya ulaşmasında önemli bir etkendir. Bu sebeple BDÖ ortamları, sağladıkları öğretimsel etkinliklerin niteliği ve niceliği açısından eğitim-öğretim için etkin ortamlardır.

- **Öğrenci etkinliklerinin ve performansının izlenebilmesi:** BDÖ ortamındaki bir öğrencinin bir konu üzerinde harcadığı zaman ve gösterdiği performans, bilgisayar tarafından kayıt edilebilir ve istendiği zaman öğretmenin kullanımına sunulabilir. Geleneksel öğrenme ortamlarında, öğretmenin her öğrencinin performansını gözlemlemesi ve buna bağlı olarak öğrenciyi yönlendirmesi oldukça zordur. Özellikle kalabalık sınıflarda öğretmenin bu etkinlikleri başarması neredeyse imkânsızdır. Bu bakımdan, BDÖ ortamının sunduğu bu özellik, öğretim etkinliğinin geliştirilmesi için önemli bir unsurdur.

- **Zamandan ve ortamdan bağımsızlık:** Geleneksel öğretim ortamlarındaki öğrenciler, belli konuları belli zaman dilimleri içinde öğrenmelidir. Bunun yanında belirlenmiş öğretimsel etkinlikler yine belirli zaman dilimleri içinde gerçekleştirilmelidir. Fakat BDÖ ortamındaki bir öğrenci istediği öğretimsel etkinlikleri istediği zaman, ders saati dışında dahi uygulayabilir ya da tekrar

edebilir. Hatta bu etkinlikleri evinde, bilgisayar başında uygulama şansı bulabilir.

Öğretim teknolojilerine yönelik olarak yapılan birçok çalışma, öğretim amaçlı bilgisayar yazılımlarını (software) içermektedir. Her araştırmacı kendi alanındaki eksiklikleri gidermek, daha kolay ve öğretici bir yöntem bulmak için çeşitli yazılımlar oluşturmaktadır. Bu yazılımları oluşturmak için çeşitli programlama dillerinden faydalanırlar. Bu tür yazılımlara; bir deneyin sonucundan elde edilen verilerin analiz edilerek hareketli grafiklere dökülmesi veya bir sistemden gelen sinyalleri analiz etme gibi örnekler verebiliriz. Bu yazılımlar da kendi içerisinde kategorilere ayrılmaktadır. Bunlar; öğretim amaçlı yazılımlar, ürün yazılımları, yardımcı öğretmen yazılımları ve multimedya/hypermedya yazılımlarıdır. Tüm bu yazılımların yapımı sırasında yapılandırmacı yaklaşım gözetilir.

2.2.1. BDÖ yazılımları ve kullanım alanları

Bu bölümde çoğu insanın bilgisayarları öğretimde yardımcı öğretmen olarak düşündüğü öğretimsel yazılımları ele alacağız. Genellikle yönetimsel öğretim modellerine göre düşünülen bu terim, yapılandırmacı model tabanlıdır. Yazılımlar genellikle öğretimdeki rollerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar (Roblyer 2003):

- Öğretici programlar (tutors)
- Araştırma ve pratik (drill and practice)
- Simülasyonlar (simulation)
- Öğretim amaçlı oyunlar (instructional games)
- Problem çözme (problem solving)

BDÖ yazılımları internet ortamında yayınlanabilmesi ve bu sistemin oldukça geniş çaplı bir şekilde kullanılıyor olması, öğretimsel yazılımların entegrasyonu da bu konuyu kapsamaktadır.

2.2.1.1. Öğretici yazılımlar (tutorial):

Bilgisayarın öğretmen rolünü üstlendiği, bilgisayara dayalı öğretim modelidir. Konunun içeriği sunulur, uygulama sağlanır ve öğrenme değerlendirilir. Bu tür yazılımlar bilgisayar ile öğrencinin bire-bir etkileşimini sağlar (İpek 2001). Bu yazılımların kullanım alanları aşağıdaki gibidir (Roblyer 2003):

- Öğrenci, gerekli ön-bilgiye ihtiyaç duyduğunda onu hatırlatmak,
- Öğrencinin daha fazla öğrenmek istediği durumlarda ortamı zenginleştirmek,
- İçeriği tüm öğrencilere tanıtmak (bu yöntem, öğretmenin diğer öğretimsel etkinliklerle ilgilenmesine de kolaylık sağlar).

2.2.1.2. Alıştırma ve uygulama yazılımları (drill and practice):

Bu tür yazılımlar fazla kullanılmamakla beraber, öğretme amacından çok pekiştirme amacı taşırlar. Bu yazılımlar, öğrencilerin gereksinimleri kadar deneme yapmalarına fırsat verir. Ayrıca onlara dönüt, düzeltme ve rehberlik hizmeti sunabilir. Bu işlevleri yerine getirirken soru-yanıt ve dönüt sırası izlenir. Yani yeni bir materyal öğrenmeden ziyade önceden öğrenilmiş olanları test etme gibidir (İpek 2001).

Alıştırmalar, öğrencinin yeni öğrendiği bilgi ve becerileri kullanma olasılığını artırmak ve var olan bilgileri ile yeni öğrendiği bilgileri ilişkilendirmesine yardımcı olmak amacıyla kullanılır. Alıştırma ve uygulama yazılımlarının kullanım amaçları aşağıdaki gibidir (Roblyer 2003):

- Bilginin kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe aktarılmasını sağlamak,
- Aktarılan bilginin gerektiği zamanda hatırlanıp kullanılmasına yardımcı olmak,
- Öğrencinin tekrar ve örnekler yardımı ile hatırlamasına yardım etmek.

2.2.1.3. Simülasyonlar (simulation):

Gerçek bir durumun, olayın veya sürecin basite indirgenmiş olarak sunulmasını sağlayan bilgisayara dayalı öğretim modelidir. Gerçek ortamda oluşabilecek zaman, maliyet ve diğer riskler gibi olumsuzlukları ortadan kaldırarak öğrenciye neredeyse gerçeğine eşdeğer bir ortamda uygulama olanağı sağlar. Eğitimsel bir simülasyon, bir olay veya aktivitenin modeli olarak tanımlanabilir. Öğrenme süreci, kullanıcının hazırlanan simülasyon ile etkileşimi sonucunda gerçekleşir. Kullanıcı deney parametrelerini değiştirebildiği ve olayı kontrol edebildiği için, animasyonlar ve video görüntüleri bu tanımın dışında kalır.

Simülasyonlar; gerek alıştırma uygulama yazılımlarına, gerekse öğretici programlara göre daha kullanışlı ve daha etkilidir. İstenilen sınıf ortamında, bütün sınıfa hitap eden ders anlatımlarında, grup çalışmalarında, küçük gruplarda ya da öğrencilerin bireysel olarak katıldığı çalışmalarda, belirlenen hedefler doğrultusunda istenilen şekilde kullanılabilir. Fen eğitimlerinde diğer yazılımlardan çok simülasyonlar tercih edilmektedir (Andaloro 1991; Mintz 1993; Richards 1992; Ronen 1992; Simmons ve Lunetta 1993).

Alessi ve Trollip, (2001) simülasyonların dört kategoride toplanabileceğini belirtmişlerdir. Bunlar; Fiziksel, Tekrarlanan, Prosedür ve Durum simülasyonlarıdır.

- **Fiziksel simülasyonlar:** Bu tür simülasyonlarda, bir fiziksel nesne veya olay, bilgisayar ekranı üzerinde gösterilir ve kullanıcının inceleyerek öğrenmesi sağlanır. Temel bilimlerde (fotosentez olayı, kimyasal tepkimeler ve elektrik devreleri vb.) ve mühendislikte (elektrik motoru, bilgisayar devreleri vb.) birçok örnekleri vardır.
- **Tekrarlanan simülasyonlar:** Bu tür simülasyonlar, bir nesneyi veya olayı öğrettikleri için fiziksel simülasyonlarla benzerlik gösterirler. Ancak bu tür simülasyonlarda, simülasyon parametreleri değiştirilerek olay incelenir ve istenen sonuca ulaşıncaya kadar farklı parametrelerle işlem tekrarlanır. Simülasyonlarda, zamanın yavaşlatılıp hızlandırılabilmesi eğitim açısından

büyük önem taşımaktadır. Böylece çok yavaş ya da çok hızlı olaylar incelenebilmektedir.

- **Prosedür simülasyonlar:** Prosedür simülasyonlarının kullanılma amacı, bir hedefe ulaşmak için gerekli adımların öğretilmesidir. Uçuş simülasyon programları, bir aygıtın çalışmasını gösteren programlar ve arıza giderici programlar, prosedür simülasyonlara örnek gösterilebilir.
- **Durum simülasyonları:** Bu simülasyonlar değişik durum ve koşullar altında kişilerin veya kurumların davranışları ile ilgilidir. Bu türden eğitimsel simülasyonların kullanım amacı, öğrenciye değişik durumlar karşısında alternatif çözümler sunmak ve sonuçlarını görmesini sağlamaktır. Bu simülasyonlar daha çok tıpta, hukukta ve iş dünyasında kullanılmaktadırlar.

Eğitimde simülasyonları kullanmanın birçok avantajları vardır. Bunlar kısaca şöyle özetlenebilir (Roblyer 2003):

- **Güvenlik:** Birçok eğitimci simülasyonların güvenlik faktörünü en önemli avantajı olarak görmektedir. Nükleer reaktörlerin çalışmasını gösteren simülasyonlar ve diğer tehlikeli deneyler buna iyi birer örnek teşkil etmektedir.
- **Zamanın hızlandırılıp yavaşlatılabilmesi:** Çok hızlı veya çok yavaş gerçekleşen olaylar simülasyon yardımıyla normal hızda gösterilebilir. Zamanı yavaşlatarak moleküllerin hareketini, hızlandırarak da genetikle ilgili deneyleri gerçekleştirmek mümkün olmaktadır.
- **Çok seyrek görülen olayların incelenebilmesi:** Bazı olaylar çok nadir görüldüğünden, bunları öğrencilik dönemi boyunca öğrencilere göstermek mümkün değildir. Örneğin fizikte yarı ömür örnekleri, tıpta bazı hastalıklar ve uçaklarda ortaya çıkan bazı arızaları simülasyonlar yardımıyla öğretmek, çok kolay ve yerindedir.
- **Karmaşık sistemlerin basitleştirilmesi:** Gerçek hayatta olaylar genelde karmaşıktır ve birçok parametre içerir. Bu tür olayların simülasyonları başlangıçta en basit şekliyle verilir ve öğrenme gerçekleştikçe, gerçeğe yakın durumuna geçilir.

- **Kullanışlı ve Ucuz olmaları:** Simülasyonların maliyetlerinin düşük olması ve tekrar tekrar kullanılabilmesi en önemli avantajlarındandır. Örneğin, fizikte bir "zeeman deney" simülasyonu, gerçek deney setiyle yapılmasından çok daha ucuza mal edilebilir ve istendiği zaman defalarca tekrarlanabilir.
- **Motivasyon:** Simülasyonlarda, öğrenci sistemi aktif olarak kullandığından, motivasyonu artıran bir ortam sunmaktadır.

2.2.1.4. Öğretici oyunlar (instructional games)

Bütün öğretim oyunları kullanıcılarının hoş vakit geçirmelerine ve eğlenmelerine yönelik amaçlar için geliştirilmiştir. Temel amaçları öğretmek olmakla beraber aynı zamanda eğlence amaçlı kullanımları, güdülemenin ve öğrenmenin artmasına neden olmaktadır.

Öğretimsel oyun programlarının hedeflerine bakıldığı zaman öğretim programlarının tasarlanması ve uygulanmasında oyunların gittikçe fazla değer kazandığını söyleyebiliriz. Bu tür programlar öğrencilerin ya da kullanıcıların, öğrenme ortamına girişleri için güdülemede etkin role sahiptirler. Bu programların amacı öğretmek ve gereken bilgileri oyun ortamında öğrenciye aktarmaktır. Burada asıl önemli olan, bu niteliklerin zaman kaybına neden olmaksızın kazanılmasıdır. Bu oyunların içeriği incelendiği zaman şu unsurlar önem taşımaktadır (Alessi ve Trollip 1991; EPIE 1985, 1986; Maidment ve Bronstein 1973; MECC 1981; Price 1991):

- Eğlenerek Öğrenme
- Problem Çözme
- Kritik Düşünme
- Kavram ve tutum öğretimi
- Strateji Geliştirme, karar verebilme
- Sosyal beceriler kazandırma

2.2.1.5. Problem çözme (problem - solving)

Bu tür yazılımlar, öğrencilerin düşünme ve problem çözme yeteneklerini geliştirmeye yöneliktir. Bu yazılımlar genelde belirli bir alana yönelik problemleri ve bunların çözümlerini içeren uygulamalardır. Bu yazılımların en sık kullanıldığı alan fen bilimleri eğitimidir (Roblyer 2003).

2.2.l.6. Multimedia programları (multimedia instruction)

Multimedia programlarının diğer yazılım sınıflandırmalarından ayrıldığı çizgi net değildir. Multimedia öğrenmeleri (multimedia learning) ile daha yakın ilişkilidir. Multimedya öğrenmeleri, öğrenci merkezli öğrenme kategorisindeki bilgi yapılandırmanın alt kategorisidir. Multimedya programları, genellikle CD-ROM'lardan yazılı, sesli ve görüntülü video sunumlarını kontrol etmek için kullanılır. Bu programlar bireysel öğretim için veya grup kullanımı için tasarlanabilir. Tipik olarak, ses ve görüntü materyalleri (görüntü, ses ve hareket eden sesli görüntüler) uygun multimedya biçiminde bilgisayarda oluşturulmuş metinlerle aynı anda sunulur. Öğretim tasarımcısı, bilgisayarı; video görüntülerini seçmek, ekranda görüntülemek ve bunların aralarına soru çerçevelerini yerleştirmek için kullanır. Multimedia programları sorunun cevabına bağlı olarak, görüntüyü tekrarlayacak biçimde, daha açık sunacak şekilde veya yeni bilgiye geçecek şekilde programlanabilir (Forcier ve Descy 2002, s. 184).

Bilgisayar destekli öğretim formatındaki multimedya programları eğitim alanında hızla, etkili ve verimli bir eğitim aracı olarak gelişmektedir. Multimedia programları, eğitimde dikkati sürekli kılar ve öğretmenlerin kendi ders tasarımlarında güven ve becerilerini arttırmalarını sağlar. Bilgi aracı formatında hazırlanan multimedya programları, öğrencilerin kendi görselliklerini yaratmalarına ve kendi ürünlerinin içerisine yerleştirmelerine imkân sağlar.

Gyaski' ye göre (1993) multimedya; bilginin metin, grafik ve sesli yapılar halinde oluşturulduğu, depo edildiği ve iletildiği etkileşimli iletişim sistemleridir

(akt. O'Brien 2002). Wilburg' a (1995) göre multimedyaya ait iki önemli kavramın daha tanımı vardır. Bunlardan birincisi "hypertext" kavramıdır. "Hypertext" kavramı, arama stratejileri veya ikonlarla rasgele erişilebilen, ilişkili alanların birbiri ile bağlandığı yazılımdır. Diğer bir kavram ise "Hypermedia" kavramıdır. "Hypermedia", hypertext'in video görüntüleri, grafik ve ses dosyaları eklenmiş halidir (akt. O'Brien 2002).

Multimedya öğrenmelerinde üzerinde durulması gereken önemli bir nokta da; sunulan düz metin, grafik, animasyon, resimler, video ve seslerin oluşturduğu içeriğe kullanıcının etkileşimli olarak ulaşabilmesidir. Yani kullanıcının önceden belirlenmiş bir sıra içerisinde karşısına gelen görüntü ve sesleri, hiçbir şey yapmadan izlemesi yerine, bu bilgilere ancak kendi kararları doğrultusunda istediği anda ve istediği sırada aktif bir şekilde katılabilmesidir (Sarı 1993; akt. Sezgin 2002).

2.2.2. BDÖ uygulamalarında başarı için önkoşullar

Buraya kadar Bilgisayar Destekli Öğretim kavramı, bilgisayar destekli öğretim yazılımlarının çeşitleri incelenmiştir. Aşağıda BDÖ uygulamalarının başarılı olabilmesi için önkoşullar, BDÖ sürecini etkileyen önemli faktörler bulunmaktadır.

Uşun (2000, s. 68) ve Keser (l988) BDÖ' nün yararlı ve başarılı olabilmesinde ön koşulları şöyle sıralamıştır:

- Eğitim programları bilgisayar destekli öğretime uyabilecek ve bundan en büyük yararları sağlayabilecek şekilde yeniden düzenlenmelidir,
- Eğitimcilerin ve öğretmenlerin, geleneksel öğretim yöntemleri dışına çıkarak, bilgisayarı kullanmaları ve bu ileri teknoloji ürününden çekinmemeleri sağlanmalıdır,
- Ders yazılımları kolay anlaşılır ve değiştirilebilir olmalıdır. Ayrıca değişik bilgisayarlara taşınabilmelidir,
- Bilgisayarların bakım ve onarım işleri yerine getirilmeli ve masrafları karşılanmalıdır,

- Derslerinde BDÖ' den yararlanacak olan öğretmenlerin bu konuda yetiştirilmeleri gerekmektedir.

2.2.3. Bilgisayar yazılımlarında öğrenen kontrolü

Öğrenen kontrolü, yazılım akışının kullanıcı veya yazılım tarafından kontrol edileceğini belirten bir terimdir. Öğrenci kontrolü, öğrencinin sistem üzerinde kendisinin egemen olduğu düşüncesini vermektir. Öğrenci kontrolü, öğrenciye öğrenmenin gerçekleştirilmesinden 'ben sorumluyum' düşüncesini benimsemede yardımcı olmaktadır (Hannafin, 1984).

Bilgisayar destekli öğretimde yapılan araştırmalara göre, öğrenen kontrolü üzerine yapılan çalışmalar oldukça kapsamlıdır. Yapılan birçok araştırmaya göre, öğrencilerin kendi öğrenme aktivitelerindeki akış kararının, öğretmenlerin yapacağından daha iyi olacağı düşünülmektedir (Bruner 1996 ;akt. Alessi ve Trollip 2001).

Alessi ve Trollip (2001), yapmış oldukları çalışmalarında öğrenen kontrolü üzerine şunları söylemişlerdir:

- Programın ileriye yönelik aşamalarında öğrenen kontrolüne izin verilmelidir,
- Öğrencinin tekrar edebilmesine olanak verilmelidir,
- Öğrenene, mümkün olduğunca önceki bölümlere dönüş imkânı verilmelidir,
- Öğrenen programı istediği zaman geçici olarak durdurabilmelidir. Öğrenene programın uygun olan her yerinde geniş çaplı kontrol verilebilmelidir,
- Öğrenene daha fazla içerik deneyimi verilmelidir. İçeriğe ilişkin bilgisi fazla olana daha fazla kontrol verilmelidir,
- Kullanıcılar hakkında bilgi sahibi olunmalı ve onların ihtiyaçlarına uygun kontrol sağlanmalıdır,
- Öğrenen kontrolü içeriğe yerleştirilmelidir. Genellikle problem çözme ve yüksek düzeyli düşünme becerileri için daha fazla öğrenen kontrolü sağlanmalıdır,

- Eğer başarı düşükse, öğrenen kontrolü sınırlanmalı veya öğrenene kontrolü daha iyi kullanabilmesi için yardımcı olunmalıdır.

Öğrenciler konu ile ilgili uygun öğrenme stratejilerini ve bunları nasıl kullanacaklarını biliyorlar ise programın öğrenci kontrolüne bırakılması yararlıdır. Öğrenci kontrolü, öğretmenlerin önerileri ile desteklendiğinde etkili sonuçlar vermektedir. Örneğin öğretmen, öğrencilerin derste yaptıkları hataları ve bunların nedenlerini belirleyerek alıştırma miktarı, örnek sayısı ve konu sırasında değişiklikler yapabilir ve öğrencilerine bu yönde tavsiyelerde bulunabilir (Yalın 1999). Öğrenen kontrolü aşağıda verilen koşullar ile bağlantılıdır (Tennyson 1981 ;akt. İpek 2001, s.49):

1. Öğrenciler kendi kararları hakkında özel bir dönüt ve düzeltme almalıdır,
2. Öğrenciler için açık ve net olarak yönerge ile derslerin nasıl kontrol edilebileceği belirtilmelidir.

Bu koşullar sağlanıyor ise öğrenen kontrolü var demektir

2.2.4. Bilgisayar destekli öğretimde öğretmenin rolü

BDÖ uygulamalarında öğretmen, bilgiyi aktaran kişi olmaktan çıkar ve bilgiyi arayan öğrenciyi, yönlendiren ve yol gösteren kişi rolünü alır. Hatta öğretmen de zaman zaman öğrencileriyle birlikte öğrenen rolünü üstlenir. BDÖ' de öğretmen, öğrencileri için bilgisayar teknolojisini kullanarak araştırma yapacakları konuları belirleyen, onların bu çalışmalarını organize edip yönlendiren, bulgularını analiz edip sonuçlar çıkartmalarını isteyen, bu sonuçları sunmalarını teşvik eden, öğrencilerin takıldığı yerlerde yardımcı olan ve gereken yerlerde konuyla ilgili tartışma açan kişidir (Joyce ve Weil 1996).

2.2.5. Bilgisayar destekli öğretimde öğrencinin rolü

BDÖ uygulamalarında öğrenci, problemi belirler ve bu problemi çözme yolunda yöntemler geliştirmeye çalışarak aktif bir rol oynar. Bilgiye, öğretmen ya da

kitapların ötesinde bilgi teknolojilerinin sunduğu kaynaklar aracılığıyla da ulaşabileceğini fark eden öğrenci; sorgulamak, araştırmak ve analiz etmek isteği duyar. Bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı bir okul ortamında, öğrenci aradığı bilgiye hızla erişebildiği gibi bu bilgiyi verimli bir şekilde kullanabilir. Bilgisayar teknolojisinin sağladığı son derece renkli, ilginç ve merak uyandıran medya aracılığıyla öğrenmenin keyifli bir aktivite olacağını hisseden öğrenci, belirlenen eğitim hedeflerinin çok daha fazlasına ulaşabilir (Demirci 2003; Balki 2002).

BDÖ ortamı geleneksel eğitim ortamından farklı olarak gerçek hayata yakın bir ortamdır. Böylelikle öğrenci, gerçek yaşamında veya ileriki iş yaşamında karşılaştığı problemleri nasıl analiz edeceğini, nasıl çözeceğini ve bu çözümlemeleri hayata nasıl geçireceğini BDÖ uygulamaları sırasında öğrenebilir (Demirci 2003; Balki 2002).

2.2.6. Bilgisayar destekli öğretimin öğrencinin gelişimine etkisi

Araştırmalara göre, aktif olarak bilgisayar destekli öğretim olanaklarından yararlanan öğrencilerin standart değerlendirme metotlarıyla yapılan incelemelerde başarılı bulunmalarının yanı sıra, genellikle ölçülmeyen birçok beceriyi de kazandıkları saptanmıştır. Bu becerilerden bazıları şunlardır :

- Bağımsız öğrenme ve öğrenme sürecini kendiliğinden başlatabilme,
- Paylaşarak ve ortak çalışabilme,
- Bilgiyi aktif şekilde araştırma ve sunma,
- Karmaşık olaylarla ve problemlerle kolayca baş edebilme,
- Teknolojiyi her an ve her yerde etkili biçimde kullanabilme,
- Kendi ilgi ve beceri alanını rahatça belirleyebilme,
- Geleceğe pozitif bakma,
- Sorumluluklarını çabuk öğrenme ve üstlenebilme,
- Yaratıcılığı ortaya çıkarma,
- Sosyal iletişimde bulunma yeteneğini geliştirme,
- Her öğrenciye kendi hızında ve düzeyinde ilerleme olanağı verme,
- Kendine güveni arttırma,

- Problem çözme yeteneğini geliştirme,
- Öğrencinin öğrenme zamanından tasarruf sağlama,
- Belgeleme, dosyalama ve belgelere başvurma alışkanlığını kazandırma,
- Önceki çözümleri araştırıp bunları yeni bir çözüm için kullanabilme yeteneğini geliştirme, yeni çözüm bulma,
- Paylaşım duygusunu geliştirme,
- Daha çok bilgiye ulaşma imkânı verme,
- Anında dönüt sağlandığı için kaçırılan ders veya konuyu tekrar edebilmedir.

2.2.7. Bilgisayar destekli öğretimin öğretmene faydaları

Bilgisayar teknolojisini benimseyerek bu teknolojiyle tanışmanın ve teknolojiyi kullanmanın öğretmenlere başlıca faydaları şunlardır (Demirci 2003):

- Eğitimde bilgi çağını yakalamak,
- Hemen her kurumda aranan bir mesleki yetenek kazanmak,
- Yeni bilgiler öğrenme ve kendini geliştirme imkânı sağlamak,
- Öğretmenlik görevini daha etkili bir biçimde yerine getirebilmek,
- Öğrencilerin artan istek ve katılımları sayesinde dersleri kolay işleyebilmek,
- Sınıf performansını arttırmak,
- Öğretmene farklı seviyelerdeki öğrencileri izleyerek onlarla bireysel olarak ilgilenebilme olanağı sağlamak,
- Sıkıcı dersleri kolay ve zevkli hale getirerek öğretmene yardımcı olmak,
- Konuyu kaçıran öğrencilere, öğretmeni engellemeden konuyu tekrar etme olanağı sağlamaktır.

2.3. Eğitimde İnternet

İnternet sözcüğü “International Network” sözcüğünden gelmekte ve uluslar arası ağ anlamına gelmektedir. İnternet ortamı milyonlarca ağdan oluşan ve bu ağlar

içerisinde aktif olarak bulunan insanların tümünü yazılı, görsel ve işitsel olarak bir araya getirip etkileşim halinde bulunmasını sağlayan bir ağ protokolüdür.

Etkileşim özelliği sayesinde internet, öğrenmeye katkı sağlamakta ve doğrudan derslerde kullanılacak hemen her konu alanına yönelik kaynak ve materyaller sunmaktadır. Böylelikle öğrenme ortamlarının görünümü ve bunları değerlendirme yöntemleri kökten değişmektedir.

İnterneti kullanma, öğrencilerin aktif katılımcılar haline gelmesini sağlamakta, kendi geleceklerini planlamakta ve öğrendikleri disiplinlerin uygulamaları içine girmelerine yardımcı olmaktadır. Hem öğrencilerin hem de öğretim elemanlarının teknoloji ve bilgi okur-yazarlığının gelişmesine yardımcı olmaktadır. Akademik araştırmalara duyulan ilgi artmakta, hem akademisyenlerin hem de öğrencilerin araştırma yapmaları web tarafından desteklenmektedir. Bilginin olduğu kadar, onu kullanma süreçlerinin de oldukça önemli olduğu bir çağa girdiğimiz şu günlerde, internet bunların her ikisini de desteklemektedir (Haris 1994).

İnternet tabanlı eğitim; gelişen bilgisayar ve internet teknolojisiyle birlikte hızla artış göstermiş ve sık kullanılan bir eğitim ortamı haline gelmiştir. Bir yandan eğitim kurumları, diğer yandan şirketler, kendi internet tabanlı eğitim modellerini geliştirmektedirler. Çünkü hızla artan dünya nüfusunun eğitimi, iki yılda bir yenilenen teknolojinin takip edilmesi, ancak internet tabanlı eğitimin kullanılmasıyla mümkün görülmektedir (Hartley 2000).

2000'li yılların başında yapılan bir araştırmaya göre internet üzerinde 3,5 milyondan fazla "çevrimiçi dersler" başlığına ya da anahtar sözcüğüne rastlanmıştır. Bunun yanı sıra internet ortamında gelişen web tabanlı eğitim sistemleri olarak "sanal üniversiteler" , "sanal laboratuvarlar" ve "uzaktan eğitim sistemleri" hızla çoğalmaktadır (Vetter 1997).

İnternet tabanlı eğitim modellerinde kullanılan etkileşimli sayfalar, eğitimi verilen dersin işlenişini kolaylaştırmakta ve dersin eğitim yönünden kalitesini

arttırmaktadır. Dersi etkileşimli sayfalardan izleyen öğrenciler gerçek hayatta gözle göremeyecekleri birçok olayı deneyerek görebilmekte ve konuyu daha kolay anlayabilmektedir. İnternet tabanlı eğitim için etkileşim, web sayfalarındaki gerekli yerlere animasyon, simülasyon, ses, görüntü ve film yerleştirme ile sağlanabilir. Bilgisayarın internetle buluşturulup, hazırlanan etkileşimli sayfalarla öğrencilerin karşısına bir eğitim aracı olarak çıkması web tabanlı eğitim olarak nitelendirilmektedir (Roblyer 1999).

Web sistemi, "hypermedia" sistemi içinde bulunan ilgili dökümanların toplanmasıdır. Buradaki dökümanlar arasındaki bağlantıların etkileşimini sağlayan teknolojiler ile (ses, görüntü, resim, fotoğraf, video gibi) bilgilerin verildiğini biliyoruz. Artık "Hypertext" ve "Hypermedia" dökümanları arasındaki bağlantıyı ve iletişimi sağlamak olanaklı hale gelmiştir. Burada web ve internet sözcüklerinin aynı anlama gelmediğini belirtmek gerekir. WEB internet üzerinde uygun bilgilere giriş için kullanılan taslak ve standartların toplanması olup, internet bilgileri taşımak için kullanılan bilgisayar ağı (network) durumundadır. WEB sisteminin kullanıldığı standartlar genel olarak şunlardır (İpek 2001, s. 311):

• URL (Uniform/Universal Resource Locators)
• HTTP (Hypertext Transfer Protocol)
• HTML (Hypertext Markup Language)

Öğrenciler ve öğretmenler eğitim tecrübelerini, etkileşimsel öğrenim stratejileri ve çoklu ortam sunumlarıyla desteklenmiş web tabanlı eğitim modellerini kullanarak arttırabilirler. Bunun gerçekleştirilebilmesi öğrenme ve öğretmeye canlı bir yarar katacak olan web tabanlı modellerin, web tabanlı sınıfların ve web tabanlı eğitim araçlarının kullanımıyla sağlanabilir (Vetter 1997).

Web tabanlı eğitimin etkisi günümüzde çevrimiçi kitaplar, çevrimiçi testler, çevrimiçi simülasyonlar, çevrimiçi animasyonlar ve veri tabanlarındaki arşivler sayesinde kanıtlanmış durumdadır. Bütün bu aktivasyonların olabilmesi için gerekenler ise (Hall 1997):

- Her zaman ve her yerde bulunan kişisel bilgisayarlar,

- Web tarayıcıları,
- Eşzamanlı ya da eşzamanlı olmayan görüntü konferans sistemi,
- Çoklu ortam sistemi,
- Ders için gerekli yönetim sistemidir.

2.4. Fizik Öğrenimiyle İlgili Problemler ve Bilgisayar Destekli Yaklaşım

Üniversitelerdeki fizik öğretiminde yapılan araştırmalara bakıldığında, öğrencilerin fiziksel dünyayı anlamak için gösterdikleri gayretlerde, gerekli olan kavramları yeterince anlayamadıkları üzerine önemli kanıtlar vardır. Bununla beraber yapılan birçok araştırmada öğrencilerin derslerini, gerçek fiziksel dünyaya ait kavramları yanlış öğrenerek bitirdikleri görülmüştür. Öğrencilerin bilimsel gerçekleri öğrenmeleri sadece derste anlatıldığıyla kalmakta ve bu bilimsel gerçekler kısa zaman sonra unutulmaktadır. Üniversitedeki derslerin etkisizliği öğrencilerin lisede fiziği iyi alıp almamasından ya da öğretmen becerilerinden bağımsızdır (Halloun ve Hestenes 1985; Clement 1982).

Bu problemle ilgilenenler öncelikle şu iki soruya cevap aramalıdır:

1) Öğrenciler, fiziği ve matematiği nasıl öğrenir?
2) Öğrenmeyi geliştirmede bilgisayarlar nasıl kullanılır?

Bu durum, öğrencilerin öğrenme yolunda bildiğimiz metotlar üzerine oturtulması gereken modern interaktif medyanın en iyi şekilde kullanılmasıyla ilgilidir. Bir fizikçi ve bir matematikçi olan Bork ve Popert bu iki yaklaşımın öncüleridir.

Bork'un 1978'de söylemiş olduğu ve Amerikan fizik öğretmenleri şirketine ait bir internet adresinde yayınlanan "interaktif öğrenme" üzerine söylemleri ve tahminleri şu şekildedir (Bork 1981):

"Şu an eğitimde, matbaa makinesinin icadından bu yana karşılaşılmamış büyük bir devrimin başlangıç aşamasındayız. Bilgisayar, bu devrimin temel aracı olacaktır.

Henüz çok başlangıcında olmamıza rağmen (o zamanki sınıflarda bir öğrenme aracı olarak bilgisayar diğer öğrenme modelleriyle karşılaştırıldığında hemen hemen yok gibidir) 15 yıl içinde çok hızlı bir artış gösterecektir. 2000 yılına kadar, tüm seviyelerde ve hemen hemen tüm konu alanlarında interaktif bilgisayar kullanımı, öğrenmenin en önemli yöntemi olacaktır."

Bork'a göre, bilgisayar kullanımının bazı avantajları aşağıdaki gibidir (Bork 1981; Bork 1989):

- **İnteraktif (etkileşimlilik):** Geleneksel derslerin ve ders kitaplarının öğrencileri pasifleştirmesinin aksine, bilgisayar öğrencilerin aktif rol oynamasını sağlamaktadır. Bilgisayar destekli eğitimde öğrenci, uzun süre izleyici olarak değil, öğrenme sürecinde aktif bir katılımcı olarak yer almaktadır.

- **Kişisel dikkat:** Eğitimciler, her öğrencinin farklılıklarının olduğunu bilirler. Tüm öğrenciler aynı alt yapıya sahip değildir ve aynı yolla öğrenemezler. Buna rağmen, geleneksel öğretim metotlarımızın çoğu öğrenciler için katı bir metottur ve öğrenci farklılıklarını hesaba katmamaktadır. Bilgisayarın avantajlarından biri iyi bir yazılımla öğretimin bireyselleştirilebilir olmasıdır. Bunun yanında, öğrenciler aynı oranda öğrenmedikleri için, farklı öğrenciler farklı zamanlarda öğrenme materyalini gözden geçirebilir. Bilgisayarlı öğretimle bu kolay bir şekilde yapılabilir.

Yukarıda bahsedilen fikirler eğitimde bilgisayar kullanımına bir adım atılmasına yardım etmiştir. Bilgisayarlar, her öğrenciyle bir öğretmen meşgul olacak şekilde tasarlanan ders sistemlerine ait makineler halinde kullanılmaya çalışılmıştır. Modern pedagojik teoriye de cevap veren bilgisayar destekli eğitim, geri bildirim ve etkileşimlilik açısından kullanılabilecek en iyi yöntemdir.

Eğitimde bilgisayar kullanımının diğer bir avantajı da bilgisayarların hızlı bir şekilde gelişmesi ve güçlenmesidir. Bilgisayarların daha hızlı işletim birimlerine

sahip olmasıyla daha kapsamlı ve daha yüksek kalitede görüntüler (3D animasyonlar, simülasyonlar ve etkileşimli grafikler) elde etmeye imkân sağlamaktadır. Son yıllarda kişisel bilgisayar sayısındaki artışta, bilgisayar destekli eğitimin kaçınılmaz hal aldığını göstermektedir (Jensen 1993).

Geliştirilen interaktif bilgisayar ortamları sayesinde, öğrencilerin bilimsel olmayan Fizik kavramlarını doğrulamalarına yardımcı olunabilir. Yanlış bir zihinsel modeli düzeltmek için bilgisayar simülasyonlarından faydalanılabilir. İnternet ortamında bu tür simülasyonlar hızla yaygınlaşmaktadır. Doğru ve bilimsel modele uygun bir simülasyonla öğrenciyi buluşturmak ve onun zihninde oluşturmuş olduğu yanlış kavramayı düzeltmek, bilgisayar destekli öğretimin önemli faydalarından birisidir. Bunun bir simülasyon olarak hazırlanmış olması öğrenciyi daha da mücadeleci hale getirmekte ve öğrenci zihinsel becerilerini bu anlamda daha çok kullanır hale gelmektedir.

2.4.1. Fizik eğitiminde bilgisayarın farklı kullanımları

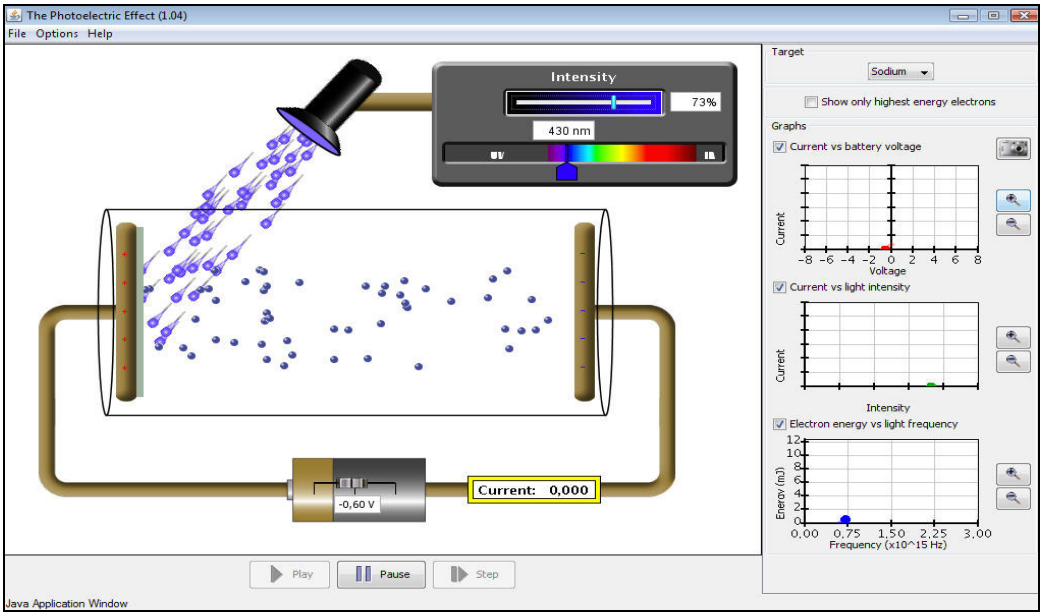
Fizik eğitiminde bilgisayarın farklı kullanım yolları vardır. Bu kullanım alanları ile ilgili bazı başlıklar aşağıdaki gibidir.

2.4.1.1. Simülasyonlar ve sanal laboratuvarlar

Fizik eğitiminde yapılan araştırmalar incelendiğinde bilgisayar destekli eğitim açısından üzerinde en çok durulan ve araştırılan alan simülasyonların kullanımı ile ilgilidir. Fiziksel kanunlara uygun olarak, anlatılmak istenen olayların veya deneylerin, bilgisayar ortamında çeşitli programlar yardımıyla simülasyonlarını oluşturmak mümkündür. Bu durum hayal gücümüzle sınırlıdır.

Üniversitelerimizdeki fizik laboratuvarlarında yaptırılan deneylerde, bazı deneyler anlatılmak istenen fiziksel olayı tam olarak yansıtmamaktadır. Çünkü öğrencilerin, anlatılmak istenen olayı deneyle dahi göremeyecekleri durumlar vardır. Örneğin bir fotoelektrik deneyinde, ışığın katot yüzeyden elektron söktüğünü

söyleriz. Elektronların durdurma veya kesme potansiyeliyle durdurulduğunu söyleriz. Ancak öğrenciler bu tür fiziksel olayları, yalnızca söylemlerle ya da resimlerle zihinlerinde oluşturmaya çalışırlar. Bu sebeple de çoğu zaman kavram yanılgılarına düşerler. Fizik eğitiminde bu ve buna benzer daha birçok konu bulunmaktadır. Fiziğin bu tür konuları, çoğunlukla mikroskobik boyutta kavramlar içeren olaylarıdır. Örneğin yapmış olduğumuz bir elektrik deneyinde bile, akımın oluşumu ve yüklerin hareketini görebileceğimiz bir durum söz konusu değildir. Bunların yanı sıra tehlikeli ve maliyeti çok yüksek olan deneyler bulunmaktadır. Nükleer fizik, kuantum fiziği ve atom molekül fiziği gibi derslerin içeriğinde bulunan birçok konuyla ilgili deneyler buna birer örnektir.



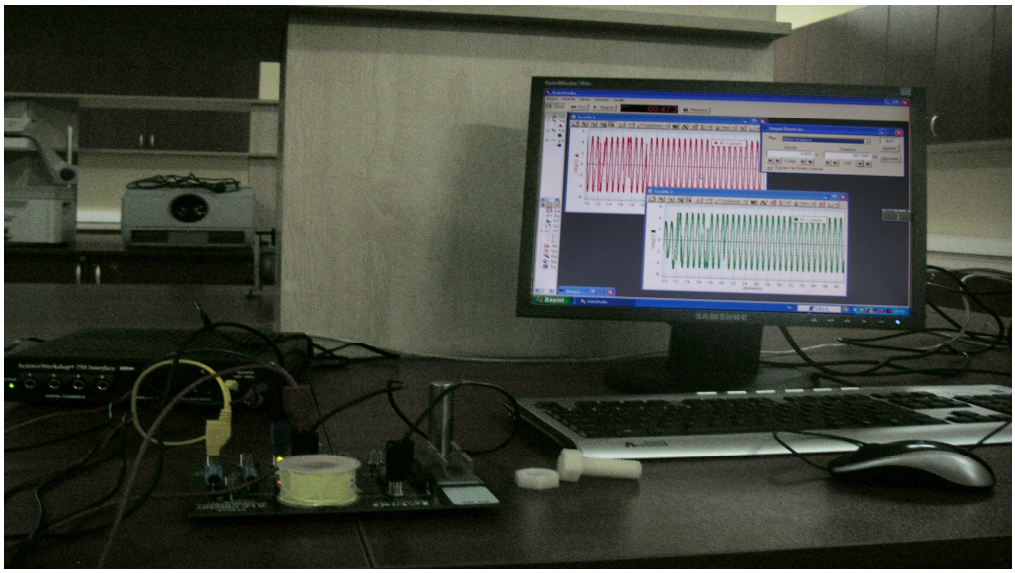
Şekil 2.1. Fotoelektrik olayın deneysel olarak incelenmesi için hazırlanmış java simülasyonundan bir görünüm (Phet 2007).

Simülasyonlar, anlatılması ve gözlenmesi zor, hatta imkânsız olan bazı olayları öğrenciye aktarmamızda bize önemli imkânlar sunar. Simülasyonlarla oluşturulacak sanal laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin deneme yanılma yoluyla öğrenmelerini sağlar. Bu da öğrencileri, problem karşısında mevcut çözüm yollarını araştırmaları için cesaretlendirir. Bu yöntemle istedikleri kadar tekrar yapabilme imkânına sahip olurlar. Ayrıca zamandan ve mekândan bağımsız olarak, her zaman inceleme olanağına sahip olurlar.

2.4.1.2. Bilgisayar tabanlı laboratuvarlar

Fizik, deneylere dayanan bir bilimdir. Bu anlamda bilgisayarlar deneylerde kullanılabilecek önemli araçlardır. Bugün, dünyada birçok ülkede bilgisayarlar fizik laboratuvarlarında yerlerini almıştır. Bilgisayar tabanlı laboratuvarların zenginliği ve modelleme araçları, fizik eğitim ve öğretiminde çok büyük bir yere sahiptir. Bu araçlar, düşük matematik kabiliyetli öğrencilerin fiziği daha iyi anlamaları için, öğrencilerin önsezilerini güçlendirmek için ve aynı zamanda öğrencilerin karmaşık problemler karşısında çözüm üretebilme kabiliyetlerini geliştirmek için kullanılabilir.

Bilgisayar tabanlı laboratuvarlar, öğrencilerin kendi araştırmalarını yapmalarına da imkân sağlayan önemli bir teknolojidir. Fizik eğitiminin en büyük eksikliklerinden birisi; öğrencilerin kendi başlarına deneysel çalışmalar yapamaması ve bazı faydalı uygulamalarda yer almamalarıdır. Bu anlamda öğrencilerin özel çalışmalar için yapılan fizik deneylerine katılmaları sağlanmalıdır. Bu tür fırsatlar onları sadece motive etmekle kalmaz; aynı zamanda onlara bilimsel hoşgörüyü de kazandırır.



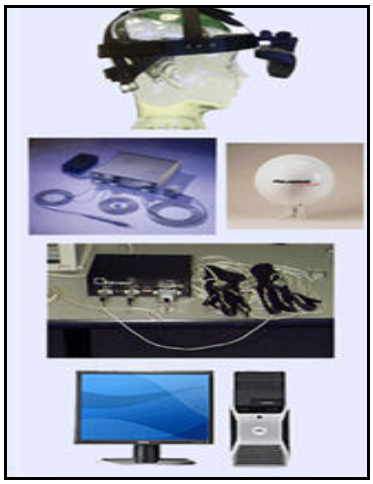
Şekil 2.2. Bilgisayar tabanlı laboratuvar deney seti ve yazılımına bir örnek (Seri RLC devresi)

Laboratuvar ortamında deneyler yoluyla toplanan verilerin grafiklere dökülmesi ve bunların öğrencilere gösterilmesi öğrencilerin geri bildirimlerinde

büyük önem taşır. Bilgisayar tabanlı laboratuvarlarda, sensörler ve alıcılar yardımıyla bilgisayara aktarılan veriler, yazılımlar yardımıyla hareketli ve değişimin sürekli olduğu grafikler oluşturulabilir. Bu tür yazılımların kullanılmasıyla; konum, hız, ivme, kuvvet, sıcaklık vb. gibi fiziksel parametreler ölçülebilir ve öğrencilere gösterilebilir. Böylece veri toplamada ve deneylerle ilgili grafiklerin çizilmesinde geçecek olan zaman kaybı ortadan kaldırılmış olur. Ayrıca öğrencilerin soru sormaları ve bu sorularına yanıt almaları için gerekli olan zamandan da tasarruf edilmiş olur. Bazen öğrenciler deneyin tekrarını isteyebilirler. Normal şartlarda bunu yapmaları çok zordur. Çünkü bunun için gerekli olan zaman, onların veri toplamaları ve bunları değerlendirmeleriyle geçmektedir. Ama bilgisayar destekli bir laboratuvarda bu daha kısa bir zaman tutacağı için, öğrenciler deneylerinin tekrarını da yapabilirler. Ayrıca bilgisayar destekli ölçümler sonucunda yapılabilecek hatalar asgari düzeye indirilmiş olacağı için, bilgisayarlarla oluşturulan gerçek zamanlı grafiklerin güvenirliliği, onların yapmış oldukları deneyden haz almalarını ve cesaretlenmelerini sağlar. Bu tür ortamlar öğrencilere geri dönüt sağlayarak, varsa öğrencilerin yanlış anlamalarının da giderilmesini sağlar.

2.4.1.3. Sanal gerçeklik

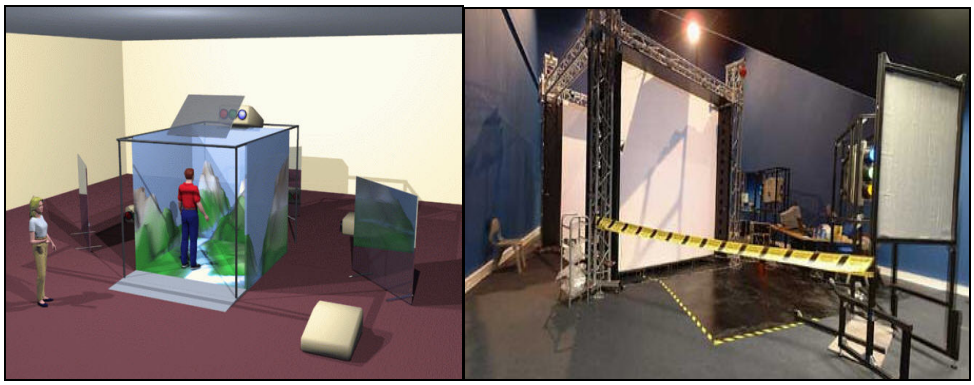
Küçük sınırlamalarla beraber öğrencilerin düşsel ortamlarla etkileşimini sağlayan bilgisayar destekli ortamlara sanal gerçeklik denir. Papert'e (1980) göre, iyi bir öğrenme ortamının sağlanabilmesi, bilgisayar ile kullanıcı arasında oluşacak iyi etkileşime bağlıdır. Örneğin öğrencinin bir hidrojen atomunda çekirdeğin üzerinde durup etrafını izlemesini sağlamak ve atomun yapısı hakkında sezgilerini kuvvetlendirmek buna bir örnek olarak verilebilir. Tabi bunun için şekil 2.3'te de görüldüğü üzere özel gözlüklere, eliyle bir şeylere dokunabilmesi için bilgisayarla bağlantılı sensörlü eldivenlere ihtiyacı vardır (Bricken 1991).



Şekil 2.3. Sanal gerçeklik için kullanılan bazı araçlar

Sanal gerçeklik tekniği birden çok gerçeklikle aynı anda etkileşim kurmamızı sağlayabilmektedir. Sanal bir ortam içerisinde bulunan birey, ortamın bir parçası olarak hareket ederek, ortamı yaşayabilmektedir. Gerçek deneylerin pahalı, tehlikeli veya riskli olduğu durumlar için sanal gerçeklik benzeşimlerinden daha zengin bir görsel ortam ve olanak sağlayabilmektedir (Rest 1993, Latchem ve ark. 1993, Hartley 1993).

Sanal gerçekliğin kullanım yollarından biri de sanal odalardır. Oldukça pahalı olan bu sistemlerde, öğrencinin üç boyutlu bir şekilde olayları gözlemleyebilmesi hatta; dokunup olaylara müdahale edebilmesi mümkündür. Aşağıda verilen şekillerde, bir sanal oda platformu ve bir öğrencinin bu platformdaki konumu görülmektedir.



Şekil 2.4. Bir sanal oda platformu ve bir öğrencinin bu platformdaki konumu

Sanal gerçekliğin eğitimde kullanılmasına olanak veren iki karakteristik özellik; öğrencileri görsel açıdan doyurma ve gerçek dünyada olduğu gibi olaylara

elle müdahale edebilmeyi sağlamasıdır. Ancak fizik eğitiminde diğer bilimlerde sanal gerçekliğin kullanımı çok nadirdir. Sanal gerçekliğin özellikleri ve sağlayacağı imkânlar aşağıdaki gibidir (Bricken 1991):

- Sanal gerçeklik, 3 boyutlu problemlerle başa çıkmada kullanılabilecek güçlü görsel araçlardan birisidir,
- Öğrencilerin sanal gerçeklikle buluşması, hipotezlerini yorumlamasına ve formülize etmesine imkân sağlar,
- Sanal gerçeklik, istediğimiz zaman oldukça karmaşık verileri toplamamıza imkân sağlar,
- Sanal gerçeklikle etkileşim, öğrencilerin öğrendiği bilgileri uzun süreli akıllarında tutabilmelerini sağlar.

2.5. Simülasyon ve animasyon yapımı için kullanılan programlar

Simülasyon ve animasyon yapımı için kullanılacak birçok program vardır. Ancak dünyada bu anlamda en yaygın kullanılan iki program vardır ki, bunlar da java ve flash programlarıdır. Bu tez için araştırıcı tarafından hazırlanan ve hazır olarak kullanılan simülasyon ve animasyonlar java ve flash programları kullanılarak oluşturulmuştur. Bu sebeple sadece java ve flash programları hakkında bilgi verilecektir. Sırasıyla bu programların kısa tarihçesi, kullanım amaçları ve nedenleri hakkında bilgiler sunulacaktır.

2.5.1. Java'nın tarihi

Belki de mikroişlemci devriminin en önemli tarafı dünya genelinde yüz milyonlarca sayıya ulaşan kişisel bilgisayarların yapılmasıdır. Kişisel bilgisayarlar insanların yaşamında derin bir etki bırakmıştır ve işlerini yapmada kolaylık sağlamıştır.

Java programlama dili şu anda dünyadaki en popüler programlama dillerinden biri haline gelmiştir. Java, SUN bilgisayar şirketince elektrikli ev araçlarının

birbirleriyle haberleşmesini amaçlayan bir proje içerisinde 1991 yılında geliştirilmeye başlandı. Orijinal adı dilin yaratıcıları James Gosling, Patrick Nauoght,Chis Wardh, ED Frank ve Mike Sheridian tarafından OAK olarak konulan programlama dili, daha sonra bu isimde başka bir programlama dili olduğu anlaşılınca kahve markasından esinlenerek Java olarak değiştirildi. Akıllı elektronik ev parçaları pazarı, SUN grubunun tahminlerinden çok daha yavaş bir gelişme gösteriyordu. Bu yüzden Java dili projesi, ticari bir geliştirme projesi olarak büyük olasılıkla iptal edilecekti. 1993 yılında internetin tüm dünyada yaygınlaşmaya başlaması ve Java'nın büyük bir atılım göstererek web sitelerinde kullanılması Java'nın önemini artırdı. Java'nın dinamik web sayfaları hazırlamadaki büyük başarısını gören SUN şirketi projeyi bu tarafa yönlendirdi.

Mayıs 1995'te SUN, Java'yı büyük bir konferansta tanıttı. Program, iş dünyası tarafından büyük bir ilgiyle karşılandı. Java internet web sunucularının fonksiyonlarını çoğaltmak ve cep telefonu, sayfalayıcılar, PDA gibi birçok cihaz için program geliştirmek için çalışabilmekteydi; ayrıca modern bilgisayar dünyasının ses, grafik işlem, haberleşme gibi ihtiyaçlarına cevap verebilen ve ticari gayeler için hazırlanana bir programlama dili olarak daha önceki bilgisayar dillerinin hiç birinin kapsayamadığı özellikleri içermekteydi.

Bunun yanı sıra Java dilinin komut yapısı olarak C++ diline çok yakın olması, öğrenilmesini kolaylaştırıyordu. SUN, Java'yı internette kullanmak isteyen herkese ücretsiz olarak sundu. Java'nın internette yayınlanmasının ardından çok büyük bir patlama yaşandı. 1997' ye gelindiğinde dünyadaki bütün okullarda temel bilgisayar dili olarak gösterilmeye başlandı. Dünyada şu anda en çok kullanılan bilgisayar dili olan C++ dilinin, yapılan hataların tam olarak denetlenememesi, program çalışma hızını arttırma yönünde iyi bir özellik olsa da, profesyonel programcılar dışında kullanılmasını sınırlandırıcı bir etki yapıyordu. Java ise bütün hataları bildiren yapısı ve modem bilgisayarın bütün fonksiyonlarına ulaşabilen kütüphaneleriyle programcıların çok daha kolaylıkla öğrenebileceği bir dildir.

Java'nın diğer önemli temel özelliği, nesne temelli (object oriented) bir dil

olmasıdır. Nesne temelli diller; nesneleri, gerçek dünyadakine daha benzer yapıda tanımlayarak anlaşılmalarını kolaylaştırırlar. Nesneleri gerçek dünyadaki gibi; masa, sandalye, bilgisayar, gerçek gaz gibi tanımlayarak programlamak, insan beyninin anlaması açısından çok daha kolaydır. Bundan önceki nesne temelli programlama dilerinden hiçbiri yaygınlık kazanmamıştır. Bu tür dillere Smaltalk'u örnek verebiliriz. C++ nesne temelli programlama yapılabilen bir dildir. Fakat yapısal (structural) bir programlama dili olan C dilinin bir uzantısı olarak geliştirildiğinden, tam anlamıyla nesne temelli bir dil olduğu söylenemez (Çoban 2006).

Java dilini geleceğin dili yapan diğer bir özelliği de, çok kullanımlı(multi tasking) ve paralel kullanımlı(multi threading) bir dil olmasıdır. Çok kullanımlılık; birden fazla işlemin aynı anda yapılabilmesinin tanımıdır. Paralel kullanımlılık ise, birden fazla programın aynı anda hafızayı beraber kullanılabilmesidir. Örnek olarak; Word ve Excel programlarının Windows XP ortamında aynı anda kullanılmasıdır. Bazı eski programlama dillerinde çok kullanımlılık programlanabiliyordu. Paralel kullanım olanaklarını sunan ilk bilgisayar dili ise Java'dır. Paralel kullanım, paralel programlama kavramından ayrıdır ve birbirine karıştırılmamalıdır. Paralel programlamada birden fazla merkezi işlem birimine (CPU), ayrı programlar veya bir programın ayrı parçaları gönderilir. Paralel kullanımda ise bir CPU'nun kullanım zamanı küçük parçalara ayrılarak, değişik program veya program parçacıkları bu zaman paketçiklerini paylaşarak kullanırlar.

Java'yı önemli bir program dili haline getiren en önemli özelliği ise, kullanılan bilgisayardan bağımsız olmasıdır. Java'da yazılan bir program Unix, Macintosh, Windows 98, Windows XP veya herhangi bir makinede hiç değiştirilmeden kullanılabilir. Java programlarının grafikleri, internet sayfalarının programlama dili olan HTML(Hypertext Markup Language) ile aktarılır. Bu yüzden HTML ve Java programlarını birlikte kullanmak ve Java programlarını gerçek zamanda internet sayfalarında göstermek mümkündür (Harwey 2005).

Java'nın HTML diliyle kullanılabilmesi, bazı kişilerde HTML'nin bir parçası olduğu gibi bir kavram gelişmesine yol açmıştır. Programlamaya yeni başlayanlar sık

sık HTML ile Java'yı birbirine karıştırırlar veya Java'nın, HTML'nin bir uzantısı olduğunu düşünürler. Bu, temelde oldukça yanlış bir varsayımdır. HTML, internet belgelerini birbirine bağlamak amacıyla geliştirilmiş bir belge işlem sistemidir ve bir programlama dili değildir. HTML ile Java'nın tek gerçek ilgisi HTML'deki applet komutudur. Bu komut yardımıyla, Java dilinde yazılmış programların sonuçları HTML ortamına dinamik olarak aktarılabilir (Güngören 2003).

Java programlama dili zaman geçtikçe hatalarını düzeltmeye devam etmiştir. Java 1.0, 1.1, 1.2, 1.3,1.4 ve son olarak 1.5 versiyonuyla devam etmiştir. Java 1.2 sürümü ile birlikte yapılan ciddi değişikliklerle Java 2 adını almıştır.

Özellikle Java 1.3 ve 1.4 ile gelen bazı ilerlemeler Java uygulamalarının daha hızlı çalışmasını sağladığı için Java son birkaç yıl içerisinde daha da popüler hale gelmiştir.

Bir bilgisayar programı, genel olarak belirlenen bir bilgisayar platformunda (İşletim sistemi) çalışan 1 ve O'lardan oluşmaktadır. Bu yapılar insanların anlayabileceği şekilde değildir. Bu durumda programlama dilleri devreye girer. Bu dillerde yazılan programlar başka programlar tarafından çeşitli işlemlerden geçirilir ve 1 ve O haline getirilir. Tıpkı doğal diller gibi, programlama dillerinin de bir yapısı ve söz dizimi vardır. Bir programlama dilini öğrenmek de ilk olarak bu yapıyı anlamak ve sözdizimi hatası yapmadan komutlar yazabilmekle başlar.

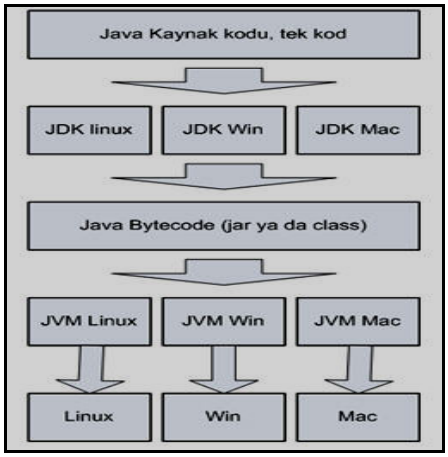
Java, internet tabanlı ve veri tabanlı bağlantılar içeren, üstelik tarayıcıdan kullanılan bir görsel arabirim gerektiren uygulamalar yazmak için diğer dillerden daha gelişmiş özelliklere sahiptir. Servlet, JSP, JDBC, EJB, JMX gibi Java teknolojileri bu tarz uygulamaları yazarken ciddi kolaylıklar sağlamaktadır (Güngören 2003).

2.5.1.1. Java'nın çalıştırılması

Java programı normalde 5 bölümde çalıştırılır. Bunlar Edit, Compile, Load,

Verify ve Execute' dur. Java programlarını çalıştırabilmek için Java 2 Software Development Kit (J2SDK) versiyon 1.5.0 kurulmalıdır.

Birinci bölümde bir dosyanın düzenleme işlemi yapılmaktadır. Bu işlem bir editör programı ile yapılır. Programcı Java programını editör kullanarak yazar ve gerekli olduğunda düzeltmelerini yapar. Programı yazdıktan sonra, programı editör programı sayesinde diske kaydeder. Java program dosyaları kaydedildiklerinde Java uzantısını alırlar. Java isimli uzantılar bu dosyanın Java programlama dilinin kaynak kodu olduğunu gösterir.



Şekil 2.5. Çeşitli platformlar için java'nın çalıştırılmasının şema gösterimi

İkinci bölümde programcı programı derlemek için JAVAC komutunu kullanır. Java derleyicisi, Java programını Bytecode yapısına dönüştürür. Eğer program doğru bir şekilde derlenmişse, derleyici Welcome.class isminde bir dosya oluşturur. Bu dosya içerisinde komutların Bytecode hali bulunmaktadır.

Üçüncü bölüm yükleme diye adlandırılır. Program çalıştırılmadan önce ilk olarak hafızaya yerleştirilmelidir. Bu işlem Bytecode' ları içeren sınıf (class) dosyalarını alan “Class Loader” ile yapılır ve onları hafızaya aktarır. Class dosyaları sistemdeki hard disk' ten veya bir ağ üzerinden yüklenebilir.

Dördüncü bölümde yüklenen sınıf (class) dosyalarının bytecode'ları Bytecode Verifier sayesinde doğrulanır. Bu doğrulama işlemi sınıf (class) Bytecode'larının geçerli olduğunu kesinleştirir ve Java'nın güvenlik sınırlamalarını bozmaz. Java

kuvvetli bir güvenlik içermektedir. Çünkü Java programları ağ üzerinden dosyalara ve sisteme zarar vermemelidir. Bytecode doğrulaması, aynı zamanda ağ üzerinden yüklenen uygulamalarda da olur.

Son olarak beşinci bölümde, işletim sisteminin kontrolündeki yapı programı bir Bytecode'a çevirir. Böylece program tarafından belirtilen işlemler gösterilir. Bu işlemin olması için iki tür program vardır. Bunlar uygulamalar ve Applet' lerdir. Uygulama dediğimiz yapıya, kelime işlemci programı, çizim programı veya bir mail programı örnek gösterilebilir. Bu tür programlar kullanıcının kendi bilgisayarında depolanır ve çalıştırılır. Applet ise internet tarayıcılarına bağlı uzak bilgisayarlarda depolanan küçük programlara denir. Buradaki uzak bilgisayarlar web sunuculardır. Applet'ler uzaktaki web sunucu bilgisayarında yüklenir, tarayıcıda çalıştırılır ve çalıştırma işlemi bittiği zaman bilgisayardan boşaltılır. Uygulamalar hafızaya yüklenir ve Java derleyicisindeki Java komutu ile çalıştırılır.

2.5.2. Macromedia Flash

Macromedia 2000 yılının ekim ayı içerisinde Flash 5 programını piyasaya sürmüştür. Flash' ın diğer eski sürümü birçok tasarımcı ve web sayfası tasarlayıcıları tarafından, interaktif sayfalar ve animasyonlar oluşturmak için kullanılmıştır. Fakat fonksiyonel programlama yapmak için elverişli bulunmamıştı. Ancak actionscript dilini içeren yeni sürümleriyle program interaktif fen ve fizik laboratuvarları oluşturmak için olanak sağlamaktadır. En yeni oluşturulmuş görünümler yerini flash destekli görünümlerle yer değiştirmiştir ve teknik aksaklıkları giderilmiş Flash destekli yazılımlar ortaya çıkmıştır.

Flash, Web tabanlı derslerin tasarlanmasında eğitimcilerin biraz uğraşı ile rahatlıkla kullanabilecekleri bir programdır. Eğitimcilerin Flash programı ile yapabilecekleri hayal güçleri ile sınırlıdır. Programın profesyonel olmayan tasarımcılara ve eğitimcilere bu özgürlüğü tanıması, web sayfalarının tasarlanmasında tercih edilmesini ve sıklıkla kullanılmasını sağlamaktadır. Flash programı yeni nesil iletişim araçlarının en önemli uygulamalarından biridir. Özellikle

web geliştiricileri için oldukça yetenekli özeliklerle donatılmıştır. Flash programının küçük boyutlu ve yetenekli filmleri web sayfalarının yüklenme zamanlarını oldukça azaltmıştır. Klasik sabit web sayfalarının hızlı bir biçimde dinamik içeriklerle yenilenebilmesi ve güncellenebilmesi Flash ile mümkün olmaktadır. Flash' ın kullanıldığı alanların başında web tasarımcılığı gelmekle birlikte, etkileşimli sunumlar ve eğitim programları yapılabilmektedir.

İyi bir web sayfası tasarlayabilmek, etkili sunular ve animasyonlar yapabilmek için en azından HTML ya da Javascript dillerini ve bir fotoğraf editörü programını bilmek gerekmektedir. Bütün bu yazılımlara ve program dillerine hâkim olmak bile yapılmak istenen tasarımlar için yeterli olmayabilir. HTML ya da Javascript ile bir sayfa tasarlarken onlarca kod yazmak gerekmektedir. Flash programı tasarımcıları bütün bu yüklerden kurtarabilecek tasarım özelliklerine sahiptir. Flash programı özellikle eğitim sayfaları tasarımında kullanılabilecek üstün özellikli grafik tasarımına ve görsel efektlere imkan sağlamaktadır. Bunun yanında Flash programı ile yapılan animasyonlar bitirildikten sonra, yapılan animasyonların HTML kodları da program tarafından verilebilmektedir ve yapılan animasyonu ya da tasarlanan web sayfasını hemen internet sayfası olarak görüntülenebilmektedir. Bunun avantajı, yapılan çalışmaların olması gerektiği ortamda anında görülebilmesi ve tasarıma müdahale edilebilmesidir. Ayrıca bu sayede tasarım, sunuculara HTML kodu olarak aktarılabilir.

Programda kullanılan animasyonların ve tasarımların hızlı çalışabilmesinin bir sebebi de gerekli hesaplamaların sunucular üzerinde değil de istemci bilgisayarı tarafından yapılmasıdır. Böylece gereksiz bir iletişim hattı kurulmayacak, veri alışverişi için geçen zaman da boşa harcanmayacaktır. Programda animasyonlar sadece şekiller üzerinde oynanarak yapılmamakta, ayrıca programlama dili (action script) kullanılarak yönlendirilebilmektedirler (Tekin 2004).

Flash'ın, dosyaları için kullandığı bir özelliği Fifo (*First İn First Out-İlk Giren İlk Çıkar)* özelliğidir. Flash'ın bu özelliğini, yazıcıya ait bir özelliğe benzetebiliriz. Bilgisayarımızdan yazıcıya gönderdiğimiz metin veya grafik

dosyalarını, bilgisayar hafızaya alarak yazıcının belleğine gönderir. Eğer gönderdiğimiz belge büyük ise işlerimizi hızlandırmak için yazıcı, belgenin tümünü hafızaya almadan çıktı vermeye başlar. Bu şekilde, bellek sınırları aşılmadan işimiz eskisine oranla hızlanmış olacaktır. Yani, yüz sayfalık bir belgenin tümü hafızaya alınmadan, ilk sayfamız kağıt üzerine basılmış olacak, bu arada diğer sayfalarda yüklenmeye devam edecektir (Gümüştepe 2000).

Flash ile; tasarlanan web sayfaları parola ile korunabilir, etkileşimli forumlar yapılabilir, istenilen animasyonlar ".exe" uzantısı ile tanımlanarak başlı başına bir programmış gibi çalıştırılabilir. Bu sayede animasyon Flash programına ve internet tarayıcısına ihtiyaç duymadan tek başına çalışabilir. Eğitimciler, HTML kodu bilmeden de Flash programını kullanarak web tabanlı dersler için tasarım üretebilir.

Flash programı direkt olarak herhangi bir veri tabanı ile irtibata geçmez. Ancak başka programları kullanarak kendinde bulunan tüm değerleri gönderebilir ve dışarıdan değerler alabilir. HTML tabanlı bir web sayfasından yapılabilecek tüm işleri yapabilmektedir: e-mail atılabilir, arama motorları ile arama yapılabilir ve istenen web sitelerine bağlantılar verilebilir. Sonuç olarak Flash, eğitim sitelerinde ihtiyaç duyulan animasyonlar, simülasyonlar, sesli ve görüntülü sunuların yapılmasına imkan sağlarken aynı zamanda web sayfasının tasarlanmasını da sağlamaktadır. Böylece tek bir platform kullanılarak gerekli tasarımlar, geliştirmeler ve güncelleştirmeler rahatlıkla yapılabilmektedir.

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Depireux (1991)'in çalışmasında bir mikro bilgisayarın, fizik öğretim laboratuvarında çok amaçlı olarak kullanılabilecek bir ölçme aletine iç arabirimlerden yararlanarak nasıl çevrilebileceği tartışılmaktadır. Makalenin giriş bölümünde, kısaca bir mikrobilgisayarın yapısı anlatılmakta, gelişme bölümünde ise AlD çevirici arabirim kartıyla bilgisayarı kullanarak sıcaklık, ışık şiddeti ve zaman ölçümünün hassas olarak ölçülebileceği ifade edilmektedir.

Wilson ve Redish (1989), bilgisayar teknolojisindeki gelişimin fizik eğitimini de önemli derecede etkilediğini ve bu sebeple de fizik öğretiminin bilgisayar destekli öğretilmesinin önemi ve gerekliliğini savunmuşlardır. Özellikle fizikte matematiğin yoğun bir şekilde kullanılması kompleks soruların matematiksel ifadelerle anlatılması öğrencilerin gerçekte çözümledikleri olayın nasıl olduğu konusunda eksik kaldıklarını savunmuşlardır. Ancak bilgisayarların etkili bir şekilde kullanılmasıyla, matematik bilgisi çokta iyi olmayan öğrenciler dahil olmak üzere fizik eğitimi için önemli bir araç olduğunu söylemişlerdir.

Borgi (1991), araştırmasında fizik eğitiminin bilgisayarları etkin bir biçimde kullanılarak geliştirileceğini vurgulamıştır. Bunda öğretmenlerin oynayacağı rolün çok önemli olduğunu ve bu nedenle geleceğin öğretmenlerinin kişisel bilgisayar kullanımında mümkün olduğu kadar deneyim kazanmaları gerektiğini belirtmiştir. Bu makalede öğretmenlerin bu konudaki başlangıç eğitimleri için öneriler verilmekte ve örnek olarak bu amaçla hazırlanmış bir öğretim materyali tanıtılmaktadır. Bu materyalde, IBM PC'lerin giriş/çıkış portları ve bunların basit arabirimleme tekniklerinde kullanımı ele alınmaktadır. Araştırmacı bilgisayarı eğitim aracı olarak kullanacak öğretmenlerin en az bir bilgisayar programlama dili bilmesi gerektiğini vurgulamakta; fizik laboratuvarları için hazırlanmış etkileşimli klavuz programlarının verimi arttıracağını belirtmektedir.

Weller (1996) 1988'den 1995'e kadar K-16 düzeyinde fen eğitiminde bilgisayar kullanımı üzerine yapılan araştırmaları kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Yapmış olduğu bu incelemeler ışığında bilgisayar destekli eğitimin fen eğitimini ileriye götürdüğünü vurgulamıştır. Ancak hala birçok çalışmanın aynı yerde döndüğünü ve başlangıç noktasından fazla ileriye gitmediğini söylemiştir. Bilgisayar devriminin bu kadar ilerlemesine rağmen fen eğitiminin içeriğinde ve kapsamında bilgisayar destekli uygulamaların hala tam olarak yerini alamadığını vurgulamıştır.

Bögel ve ark. (1998) yaptıkları çalışma, üniversite derslerinin fiziksel kimya ile ilgili kuantum ve yapısal kimya konularının internet ortamında bilgisayar destekli öğrenme projesini, tasarımını ve yüklenmesini içermektedir. Çalışma için hazırlanan ders materyali; 2 ve 3 boyutlu animasyonlardan, sanal gerçekliği olan moleküler yapılardan, orbitalleri anlatan senaryolardan ve dinamik görüntülerden meydana gelmiştir. Hazırlanan materyal Almanya'da öğrenciler üzerinde denenmiş ve başarılı öğrenmenin olduğu bir ortam yaratılmıştır.

Al-Holou ve Clum (1999) çalışmalarında kolej seviyesindeki fizik dersinde yer alan elektrik devreleri için bilgisayar temelli bir öğretim aracı geliştirmişlerdir. Çalışmada; deneysel öğrenme, bilgisayar temelli öğrenme ve öğretmen merkezli öğrenme olmak üzere üç farklı grup arasındaki ilişki incelenmiştir. Bilgisayar temelli öğretimin kalitesinin, video/ses ortamlarıyla arttığı gözlenmiş; bilgisayar temelli öğrenmede geliştirilen materyalin devamlı gelişim göstermesi ve umulandan daha fazla güncelleme yapılması yönünde sonuçlar elde edilmiştir.

Wærn ve arkadaşlarının (2000) Fizik ders kitaplarında bulunan metinlerin, resimlerin, bilgisayarda kullanılan hareketli animasyonların öğrenci anlamalarına etkisinin araştırılması amacıyla yapmış oldukları çalışmada, 55 kişilik üniversite öğrenci grubu alınmış ve üç gruba ayrılmıştır. Bu gruplara dört farklı türde bilgisayar temelli öğretim materyali hazırlanmıştır. Öğrencilerin doğru ve yanlış cevaplarına göre, somut/yaygın algılama, ders kitabı terminolojisi, ders kitabı ve yaygın algılamalar, açıklamaların örnekleri, ders kitabı dili, kavramlar arasındaki ilişkiler, özet, statik ve dinamik gruplarına göre incelenmiştir. Sonuçta, bilgisayar destekli

öğrenim tasarımlarının somut durumlarla olayları izah etmesi gerektiği sonucu ve tanıtımların öğrencinin daha önce öğrendiği konularla etkileşmesi gerektiği sonucu elde edilmiştir.

Esquembre (2001) çalışmasında 21. yüzyılın başlarında fizik eğitiminin durumu hakkında bilgi vermiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda fizik eğitimi ile ilgili yapılmış çalışmalardan önemli bulgulara yer vermiştir. Fizik eğitiminde yaşanan problemler ve bu problemlerin üstesinden gelebilmek için yapılan çalışmaları anlatmıştır. Bilgisayarın fizik eğitimindeki önemine ve fizik eğitiminde bununla ilgili yapılmış farklı ve önemli uygulamalara yer vermiştir. Bilgisayarla yapılmış simulasyonların ve modellemelerin fizik öğretimine olan katkılarına değinmiştir. Sonuç olarak bilgisayarla modelleme yöntemlerinin fizik eğitimindeki önemini vurgulamıştır.

Borkowski (1991)'nin çalışmasında fen öğretimi ve araştırmasında modellerin önemi tartışılmakta, modellerin bir sınıflandırılması yapılmakta, örnek olarak dinamik hesaplama modeli verilmektedir. Modeller genel olarak materyal ve kavram olmak üzere ikiye ayrılmakta daha sonra bunlar kendi içinde dallanmaktadır. Örnek olarak anlatılan dinamik modelin nümerik ve analitik çeşitleri bilgisayardan alınan grafik çizimlerle tartışılmaktadır. Sonuç bölümünde modellerin uygulanmasında iyi hazırlanmış programların gerekliliği ifade edilmektedir.

Schecker (1993), çalışmasında fizik eğitiminde bilgisayarların kullanımının en fazla olduğu durumların veri analizi ve simülasyonlar olduğunu söylemiştir. Çalışmasında bilgisayarla modellemenin güçlü bir düşünce olduğunu öne sürmektedir. Simge yönelimli modelleme paketlerinin fizik eğitiminde bilgisayar kullanımının nitelikli bir yükselişi için önemli fırsatlar sağladığını ileri sürmektedir. Fizik eğitiminde bilgisayar modellemelerinin kullanılmasının gereğini şu şekilde ifade etmiştir. Öğrenciler kuvvet, sıcaklık ve akım ile ilgili düşüncelerini ve öğrenmiş oldukları bilgilerini saklamaya meyillidir. Deneysel sonuçlar bu konularla ilgili yaygın kavramsal yanılgılar olduğunu göstermektedir. Fizik eğitimi anahtar kavramların iyi bir şekilde öğretilmesinin yanı sıra daha çok denklem çözümlemeleri

ve sayısal hesaplamalar olarak görünmektedir. Modelleme paketleri fizikle ilgili bir alana ait kavram yapısını vurgulamak için yardım edebilir. Simge yönelimli modelleme çevreleri nitel bir analiz içinde tutmak için zorlamaktadır. Özel fonksiyonel ilişkileri tanımlamadan önce modelin kavramsal yapısı formüle edilmelidir. Okulda verilen fizik derslerinin başlıkları genelde matematiksel düşüncelerden seçilmiş olanlardır. Bu çalışmada sürekli değişen kuvvetler kullanılmamıştır. Çünkü farklı özellik gösteren denklemler öğrencilerin matematiksel beceri düzeyleri oranında yapılabilir.

Snir ve arkadaşları (1995) fen eğitiminde bilgisayar simülasyonlarının kullanımı üzerine bir rehber hazırlamışlardır. Anlamlı kavram geliştirmede bilgisayar simülasyonları kullanmanın önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bunun için de hazırlanacak simülasyonlarda en uygun kavramsal modelin kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Weech'in (2002), çalışmasında "MERLOT" adındaki (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching) öğretim materyallerinin fakülte ve akademik enstitülerin yöneticileri tarafından öğretim materyallerinin organize edildiği bir veri tabanını tanıtmıştır. MERLOT veri tabanı üzerine yapılan araştırmada, eğitime getirdiği katkılar açıklanmıştır.

Clinch ve Richards (2005) araştırmalarında "google" arama motorunda fizik kelimesi girildiği vakit fizik ile ilgili 1.870.000'den fazla sayfanın listelendiğini belirtmiştir. Makaleye göre bu sayfaların çoğu fizik öğrencilerini ve fizik eğitimcilerini ilgilendirmemektedir. Makalenin amacı fiziğin öğretilmesini arttırmak için internet yoluyla bazı yolları göstermek zorunluluğudur. Bu makalede sınıflarda internet kullanımı yoluyla farklı yollarla ilgili birinci sınıf sitelerin örnekleri verilmiştir. Ayrıca kendi internet sayfanızı oluşturmak için bazı temel rehberlik hizmeti sağlanmıştır. Son olarak internette daha fazla araştırma sağlanabilecek benzer sayfalar tavsiye edilmiştir.

Spilker ve arkadaşlarının (2001) çalışmasında İnteraktif Web temelli modüllerin stüdyo sınıf ortamlarında öğrencilerin öğrenmeleri üzerine etkisi incelenerek; öğrencilere, geleneksel ders kitaplarından elde edemeyecekleri deneyimler sağlanmak istenmiştir. Proje için 47 tane Web destekli modül geliştirilmiş ve internet ortamında kullanıma açılmıştır. Proje matematiğin temel kavramları ile bilim ve mühendislik derslerinin uygulamalarıyla ilişki kurabilecek kavramları içeren linklerden oluşmaktadır. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında projede yer alan bölümler tanıtılmış ve eğitime etkilerinden bahsedilmiştir .

Özen ve Karaman (2001) çalışmalarında animasyon, resim ve şekil desteğiyle ders sayfaları, her hafta öğrencilerin e-mail yoluyla öğretim elemanlarına göndereceği ödevler, her hafta için ayrı hazırlanmış alıştırma soruları, öğrencilerin birbirleriyle ya da öğretim elemanlarıyla hem senkron (eş zamanlı) hem de asenkron (eş zamanlı olmayan) etkileşimini sağlayan forum ve chat sayfası hazırlamışlardır. Sonuç olarak ister müstakil isterse sınıf içi derslere yardımcı mahiyette olsun, Web tabanlı derslerin her gün yaygınlaşmakta olduğu ve ülkemizin bu tür çalışmalarda çok geri kaldığı ifade edilmiştir.

Heuvelen (1997), çalışmasında son on yıldır yapılan çalışmaların öğretim yöntemlerinin, öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde istenilen kadarıyla etkisi olmadığını söylemektedir. Daha önemlisi; araştırmalarda, öğrencilerin başarısını arttırmak için yeni stratejiler ve yeni eğitim programlarının geliştirilmesi gerektiği söylenmektedir. Bu araştırmanın amacı; öğrencilerin nitel gösterimleri ve betimleri geliştirmelerini sağlayabilmek, böylece diğer gösterimler ve bunlarla ilgili kavramları, diyagramları ve taslakları birbirine bağlamalarına yardımcı olmak, öğrencilerin grup içerisinde etkili bir çalışma göstererek gerekli deneyimleri kazanmalarıdır. Bu sayede öğrencilere, karmaşık soruları çözebilmeleri için ihtiyaçları olan becerilerin kazandırılacağı düşünülmüştür. Bu amaçları yerine getirmek için de, interaktif multimedia ve buna bağlı olarak hazırlanan simulasyonların öğrenme sistemi içerisinde yer alması gerektiği vurgulanmıştır.

Baron'un (1998), web yoluyla eğitim öğretim için birçok tekniğin olduğu akademik ve endüstriyel kursların linklerle ve Web'deki kaynaklarla daha da artırılabileceğinin ifade edildiği çalışmada; Web sayfalarının HTML'de yazılması yoluyla veya kompleks etkileşimlerin Java, Java Script, Shockwave, ActiveX ve başka araçlarla geliştirilmesi yoluyla eğitimsel ve öğretimsel içeriğin verilebilirliği incelenmiştir. Buna ek olarak Web temelli eğitim siteleri de örnek olarak verilmiştir. Web dokümanlarının esaslı bir şekilde dizayn edilmesi halinde interaktif ve etkili olduğu savunulmuştur.

Morooneyc (1998)'in çalışmasında hesaplanabilir elektromanyetikler için bir java simülasyonunun oluşturulması ve bunun için java kullanımının avantaj ve dezavantajlarını açıklamıştır. Bu sebeple hesaplanabilir elektromanyetikler için modellenmiş sistemlerin güçlüğü ve karmaşıklığı için geliştirilmiş Jace programını tanıtmıştır. Çalışmanın sonucunda Jace'nin bilimsel programlama için performansın iyi bir ölçüsü olduğu gösterilmiştir.

Jimoyiannis ve Komis (2000)'in çalışmalarının amacı fizik eğitiminde yoğunlaşılan çalışma alanlarından birisi olan öğrencilerde kavram bilgisi oluşturmayı amaçlayan farklı öğretim yöntemlerinin etkilerini incelemektir. Çalışmada bilgisayar simülasyonları fizik kavramlarının öğretilmesinde güçlü bir çevre oluşturulabilecek desteği sağlayabildiğinden fizik öğretiminde önemli bir uygulama alanı olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma atış hareketi içerisinde hız ve ivme kavramlarının fonksiyonel olarak anlaşılması için geliştirilen bilgisayar simülasyonunun 15-16 yaşlarındaki öğrencilerden oluşan bir kontrol bir de deney grubu üzerinde başarı açısından ne gibi bir etkisinin olduğunu anlamak için yapılmıştır. İki grup da geleneksel sınıf ortamında bu başlıktaki konuları almışlardır. Ayrıca deney grubu bilgisayar simülasyonlarını da kullanmışlardır. Araştırma sonuçları simülasyonlarla çalışan öğrencilerin diğer gruba göre anlamlı ve yüksek bir başarı elde ettiklerini göstermiştir. Elde edilen bulgular bilgisayar simulasyonlarının öğrencilerin fizikte kavramaya ait zorlukları ortadan kaldıracak ve fizik içerisindeki fonksiyonel anlamayı kolaylaştıracak durumları oluşturan bir öğretim aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Tavares (2005), çalışmasında öğretme yöntemleri içerisinde yer alan interaktif animasyon yöntemi ile kavram haritası yönteminin bir arada kullanılmasıyla ilgili bir durumu anlatmıştır. Çalışmada doğal bir olayın bilimsel temelini ve teorisini açıklamak için eğitim yazılımları kullanılarak etkileşimli faydalı bir animasyon yapılabileceği söylenmektedir. Bu yolla bir kavram haritasının interaktif bir simülasyon olarak gösterilebileceği söylenmektedir. Kavram haritasının, çalışılabilecek ve modellenebilen interaktif simülasyonlarla derinleştirilmiş içerikleri barındıran önemli bir bilgi kaynağı olarak hazırlanabileceği söylenmektedir. Yukarıda verilen bu iki yapının, kavram haritası ve interaktif animasyonun, kendi kendine öğrenmeyi ve internet yoluyla uzak eğitimi destekleyen bir durumda kullanılabileceği söylenmektedir. Örnek olarak gerçek bir durumun kavram haritasına dönüştürülmüş hali animasyonlaştırılarak html formatında bir yazılıma dönüştürülmesinin düşünülebileceği söylenmektedir. Çalışmada böyle bir uygulama için öncelikle öğrenenlerin bilgiyle ilk karşılaşmasında uzmanlar tarafından hazırlanmış bir pedagojik rehber ve materyalle karşılaşması gerektiği savunulmaktadır. İkinci aşama ise öğrenenlerin kendi bilgilerini yalnız olarak veya internette kavram haritasıyla ilgilenen arkadaşlarıyla birlikte yapılandırmalarıdır.

Vıdaurre ve arkadaşları (2001) çalışmalarında üniversite seviyesinde mühendislik için görülen fizik öğretimiyle, öğrencilerin parametreler arasındaki matematiksel ilişkiyi kurmaya çalıştığı ancak bunun yeterli olamadığı belirtilmiştir. Öğrencinin yeni bir bilgiyi öğrenmesi için kendi alanıyla ilgili yeni bir kavramı o konuyla ilişkilendirmesi gerektiği söylenmektedir. Bu anlamda özellikle görselliğe yönelik simülasyon programlarının böyle bir hedefe ulaşılmasında yardımcı olacağı anlatılmaktadır. Bu çalışmada "visual basic" programını kullanarak üç program geliştirilmiş, bunlardan bir tanesi deneysel veriler sonucunda alınan datalara uygun olacak şekilde bir diğeri ise deneysel çalışmayı tamamlayıcı bir simülasyon olarak geliştirilmiştir. Geriye kalan diğer program ise hareket konuları üzerine yoğunlaştırılmış ve öğrenciye Newton kanunlarını anlatmada yardımcı olmak için hazırlanmıştır.

Yiğit (2003)'in araştırmasının amacı elektrik devrelerine yönelik olarak geliştirilen logo destekli programın çalışma yaprağı ile yapılan uygulamalarının öğrencilerin başarı ve tutumları üzerine etkisini araştırmaktır. Kontrolsüz ön test – son test yaklaşımıyla, ilgili konuyu geleneksel yöntemle uygulayan 9 kişilik lise 2. sınıf öğrencisinin ön testlerle bilişsel ve duyuşsal yeterlikleri belirlenmiştir. Bu araştırmadaki materyallerin yürütülmesi sonucu aynı gruba son testler uygulanmıştır. Elde edilen veriler, SPSS paket programında kotlanmış ve BDÖ ve elektrik devrelerine ilişkin puanlarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Farklılığın temeli, çalışma yaprağı kapsamındaki uygulamaların bir sonucu olarak düşünülmektedir. Araştırma fizik öğretimini geliştirmeye yönelik önerilerle tamamlanmıştır.

Oliver-Hoyo'nun (1999), kimya eğitiminde kullanılmak üzere hazırlanan interaktif bir yazılımın öğrencilerin üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada; hazırlanan materyal için seçilen yazılım sistemi Director olarak belirlenmiştir. Kimya eğitiminde kullanılan deneyler ve reaksiyonlar video kamera tarafından kaydedilmiş ve uygulama sırasında gösterilmiştir. Uygulamanın yapıldığı öğrenci grubundaki verilere göre, öğrencilerin video görüntülerini ve sesleri daha iyi algıladıkları bu durumdan hareketle daha gelişmiş pedagojik yanı olan sistemlerin tasarlanmasının gerekliliği ifade edilmiştir.

Huang ve Lin'in (2001) Bilgisayar destekli öğretimde multimedyalarda kullanılan dinamik metinlerin hafızalarda kalıcılığının incelendiği çalışmada; 4 farklı dinamik metin örneği ile mekanik konusunda 10 farklı kavram tanıtılmıştır. Daha sonra çalışma grubuna hafızalarında kalanları ölçmek için testler yapılmıştır. Sonuç olarak dinamik metinlerin daha çok akılda kaldığı ifade edilmiştir.

Michael'in (2001) bilgisayar simülasyonlarının öğrencilerin teknolojik olayları öğrenmesinde etkili olarak kullanılabilirliğini araştırmak için yapılmış olan çalışmada, Kuzey Virginia'daki okullarda uygulamalar yapılmıştır. Öğrenciler geleneksel öğrenme yöntemi grubu ve bilgisayar simülasyon grubu olarak ayrılmışlardır. Bu iki grup arasındaki farklar yapılan ANOVA testi ile tayin edilmiş ve sonuçlar yaratıcılık, orjinallik ve kullanılışlılık açılarından değerlendirilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre bilgisayar simülasyonlu öğrenim grubu ile geleneksel öğrenme grubu arasında yaratıcılık açısından bir fark olduğu ortaya çıkmıştır.

Yen ve Li (2003) çalışmalarında Pnömatik (hava basıncı ile çalışan) araçlar için öğretim sistemleri ve Web-temelli öğretimi sunmuşlardır. Pnömatik laboratuvarında yer alan deney setleri internet üzerinden erişime ve kullanıma imkan verecek şekilde tasarlanmıştır. Sistem; ders materyalleri, uzaktan veri yakalama modülleri ve pnömatik deney setini içermekte olup ders materyalleri HTML formatındaki metinlerden, animasyonlu resimlerden, simülasyon programlarından ve bilgisayara ait tasarım araçlarından oluşmaktadır. Oluşturulan sistem ve sanal pnömatik laboratuvarında Web üzerinden erişim şeklinde yapılan öğretime göre bireysel öğrenmeden kaynaklanan bir başarı sağlandığı ifade edilmiştir.

Adeli ve Kim (2000) çalışmalarında World Wide Web ve internet teknolojisinin eğitim için yeni fırsatlar ortaya koyduğunu ifade etmişler, nesne yönelimli ve platformadan bağımsız bir bilgisayar dili olan Java'da Web tabanlı verilecek bir kurs geliştirmişlerdir. Çalışmada ayrıca Java'nın öğrenciye sağladığı kolaylıklardan da bahsedilmiştir. Etkili bir Web temelli materyalin sadece donanım ve yazılım gerektirmediği, bunun yanında yaratıcı bir personeli de gerektirdiği savunulmuştur.

Sánchez ve ark. (2002) çalışmalarında ortaokul ve lise öğrencileri için matematikte problem çözme tekniklerinin aktif bir şekilde öğrenilmesi ve öğretilmesi için interaktif bir CD-ROM'un ve hipermedya araçlarının tasarlanması ve hazırlanması anlatılmıştır. Çalışmanın sonucunda hipermedya sistemlerin eğitim alanında konu öğretimlerinde yardımcı olduğu ifade edilmiştir.

Silbar ve ark. (1999) tarafından Hızlandırıcı Fiziği için etkili, bilgisayar destekli eğitim modüllerinin geliştirilmesine ilişkin bir çalışma yapılmıştır. Hızlandırıcı fiziğine ilişkin bilgileri üç boyutlu animasyonlar halinde hazırlamışlardır. Bu animasyonların hazırlanmasında öğretme ve öğrenme

yöntemleri de göz önüne alınmıştır. Çalışmanın sonunda bilgisayar destekli öğretimin gelişmeye açık olduğu ifade edilmiştir.

Zacharia'nın (2005) çalışmasının amacı interaktif bir simülasyon kullanımıyla fizik kavramlarının doğru bir şekilde öğrenilmesini ve anlaşılmasını sağlamaktır. Bu çalışmanın en önemli amacı, interaktif bilgisayar simülasyonlar ile fizik kitaplarının fiziğin fenomeni sayılan konuların (mekanik – dalgalar ve optik – ısı fiziği) öğretimini yapan mezun olmuş fen öğretmenlerinin doğallık ve nitelikleri üzerine etkisini incelemek olmuştur. Hali hazırda uygulanmakta olan hipotez – gözlem – açıklama modelleri yerine simülasyonlar ve fen kitapları fizikteki kavramsal konular içerisine eklenmiştir. Çalışmayla ilgili veriler yarı yapılandırılmış mülakatlardan toplanmış ve nitel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

Akdeniz, Çepni ve Azar (1998), "Fizik Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Kullanım Becerilerini Geliştirmek İçin Bir Yaklaşım" isimli araştırmalarının verilerine dayanarak şu sonuçları elde etmişlerdir: "Laboratuvar hem ortam bakımından, hem de araç gereç bakımından yetersizdir. Bundan dolayı öğretmenler ya deneyleri yapmamakta ya da deneyler gösteri şeklinde sınıfta veya laboratuvarda yapılmaktadır. Öğretmenler hizmet öncesi eğitim sürecinde laboratuvarlarla ilgili gerekli bilgi, beceri ve tutumu tam olarak kazanamadıklarından, araç-gereç yönünden yeterli olmayan ortamlarla karşılaştıklarında mevcut imkanları kullanarak deney yapmaya yönelik bir çaba gösterememektedirler.

Kazitov ve Nelayev (1998) çalışmalarında internetin sanal kütüphane ve elektronik formlarda bilgiye ulaşmada yardımcı olarak kullanılması gerektiğini söylemektedirler. Eğitimsel uygulamalarda internet iletişimi her zaman ve sıklıkla kullanılan bir olgudur. Böyle bir yaklaşım bilginin elde edilmesinde ve ulaşılmasında mükemmel bir yoldur. Fakat neyazık ki internet, mühendislik ve fizik alanlarında öğretim amaçlı olarak çok az hatta hiç kullanılmamaktadır. Fakat bugünlerde java program dili kullanılarak oluşturulan etkileşimli yardım butonlarına sahip ilginç ve etkileyici interaktif öğretim materyalleri oluşturulmaktadır. Bu da internetin öğretimde kullanılması için önemli bir rol haline gelmiştir. Bu bağlamda internet

sadece bir sanal kütüphane değil ayrıca bilgisayarda uygulamalı deneyleri ve bunların sanal durumlarını görebileceğimiz durumları barındıracak haldedir. Bu çalışmayla bu bağlamda hazırlanmış yazılımların internet üzerinden sınıf ortamında kullanılmasıyla ilgili bilgiler verilerek uygulamada neler yapılacağı hakkında bilgiler verilmiştir.

Fıolhaıs, C. ve Trındade, J. F., (1998) yapmış oldukları çalışmada fiziğin zor bir ders olarak kabul edildiğini söylemektedirler. Yapmış oldukları literatür taramalarından sonra bu problemin sebebini, öğrencilerin çevrelerini saran dünyayı açıklamada zorlandıkları ve bunu yaparken de denenmemiş kavramları kullanmalarından kaynaklandığını söylemişlerdir. Öğrencilerin fizik dersini öğrenmelerine yönelik zorlukların, bu yöndeki problemlere getirilen çözümlerden çok daha fazla olduğu söylenmektedir. Bu çalışmayla hesaplanabilir tekniklerden olan simulasyonlar, multimedya, sanal gerçeklik ve bilgisayar tabanlı laboratuvarlar hakkında bilgiler verilerek yukarıda bahsedilen zorlukları azaltabilecek ve öğrenme başarısını arttırabilecek önerilerde bulunulmuştur. Bu tekniklerin kullanımıyla elde ettikleri verilerin sonuçları verilmiştir.

Warner ve arkadaşlarının (1997) çalışmalarında java simulasyonlarının web tabanlı ortamda K-12 ve üniversite öğrencilerine fizik öğretimine yönelik kullanımı tartışılmıştır. Çalışma, fizikte anlatılması zor konuların modelleme yoluyla java simulasyonlarına dönüştürülmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Java ile hazırlanacak olan appletlerin mümkün olabildiğince sezgi yoluyla kullanılabilecek bir şekilde, içeriğe uygun olarak hazırlanması gerektiği vurgulanmıştır. Bu amaçla hazırlamış oldukları Appletler, akıcı ve içeriğe uygun olarak tanımlanmıştır. Ayrıca bu çalışmayla bir ilgi alanı olarak birleşik sistemlerin geliştirilmesi üzerine dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Berz ve arkadaşları (1999), çalışmalarında Michigan State Üniversitesi Fizik ve Astronomi Bölümü tarafından hazırlanan internet tabanlı ışın fiziği derslerinin Michigan State Sanal Üniversitesi'nde bu derse kayıtlı 100 katılımcıya uygulandığını anlatmaktadır. Bu amaçla internet tabanlı video-konferans araçları, internet tabanlı ses ve görüntü aktaran kayıt cihazları, etkileşimli internet tabanlı ev ödevleri,

indirilebilir (download edilebilir) ders notları kullanılmıştır. M.S. Üniversitesi'nde uygulanmış ve bu yöntemin oldukça başarılı sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Christian (2001) çalışmasında fizik öğretiminde kullanılmak üzere Java ile yapılmış fizik simulasyonlardan oluşan Physlet's yazılım paketi, Physics ve Applet'in birleşiminden oluşan ve geniş bir uygulama çeşitliliğine sahip küçük ve esnek Java Applet'lerini tanıtmıştır. Çalışmada Physlet' in avantajlarından, fizik eğitimi araştırmalarındaki öneminden bahsedilmiştir ve öğrencinin ihtiyaçlarını hemen hemen karşılayabilecek etkileşimli bir müfredat materyalini oluşturmak için değerli bir araç olabileceği sonucuna varılmıştır.

Chevalier ve Craddock' ın (2001) Southern Illinois Üniversitesi'nde İnşaat Mühendisliği Bölümü ile İnteraktif Multimedya Bölümü arasında, CD-ROM temelli laboratuvar projesinden ve bu projenin sonuçlarından bahsedilen çalışmada; öğrencilerin, geliştirilen sanal laboratuvar ortamlarında deney yapmaları ve bu sanal laboratuvar ortamının normal laboratuvar ortamlarına göre avantajları ifade edilmiştir. Sanal laboratuvar ortamının gerçek laboratuvar ortamına göre gelişmiş deneylerde maliyeti ve riskleri düşürdüğü ifade edilmiştir.

Silbar (2002) çalışmasında, öğrenci bir konuyla etkileşim halinde olursa, bu durum konunun daha iyi öğretilmesini sağlar demiştir. Çalışmada başka bir yolun da öğrencinin ekrandaki nesneleri klavye ya da mouse kullanarak hareket ettirebileceği laboratuvarların olması gerektiği belirtilmiştir. Whistlesoft tarafından hazırlanan özel ders yazılımı (tutorial) türünde "Macromedia Authorware" kullanılarak hazırlanılan bu tip bir bilgisayar destekli laboratuvarın kullanımına ilişkin bilgilerin verildiği çalışmada, böyle bir laboratuvar ortamının avantajları ve dezavantajları sıralanarak eğitime katkıları incelenmiştir. Flash, Director ve Authorware yazılım araçları karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar kullanılabilirlik, kolaylık, dosya boyutu gibi özellikler açısından incelenmiştir.

Cox ve arkadaşlarının (2003) çalışmalarında, öğrencilerin termodinamik konularını anlamalarına yardım edeceği düşünülerek, kinetik teori modeli üzerine

hazırlanmış bir physlet yazılımı simülasyonun interaktif olarak kullanımından bahsedilmiştir. Bu simülasyon, öğrencilerin ideal gazı ve parçacıkların hareketini kolayca algılamalarına yardımcı olacağı düşünülerek hazırlanmıştır. Ayrıca bir piston hareketi ile öğrencilerin mekanik ile termodinamik arasındaki ilişkiyi sanal olarak algılamalarına yardımcı olunmuştur. Sonuç olarak bu simülasyonun öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek için öğrencilerde kavramsal bir ağın oluşmasına yardım ettiği söylenilmektedir.

Waller ve Foster (2000) çalışmalarında uygun bir yazılım programı kullanarak gaz kromatograf-kütle spektrometresi kullanımını bilgisayar ortamında öğretmeyi amaçlamışlardır. Bunun için, web ortamında öğrencilere sunulmak üzere GC–MS adlı sanal bir araç geliştirmişlerdir. Araştırmada bu sistemin öğrencilerin internete bağlanabilecekleri herhangi bir bilgisayarla bu ekipmanların nasıl çalıştıklarını öğrenebilecekleri düşünülmektedir. Öğrenciler gerçek ekipmanlar kullanmadan, laboratuvar dışında bu programı kullanarak sanal ekipmanları yönetebileceklerdir. Ayrıca öğrencilerin, gerçek ekipmanlar kurulu ve çalışıyor iken veri alabilecekleri ve bunların sonuçlarını sanal ekipmanlar üzerinden görebilecekleri ifade edilmektedir. Çalışmanın sonunda böyle bir sistemin mezun ve mezun olacak üniversite öğrencileri için çok faydalı ve gerekli olduğu söylenmektedir.

Park ve arkadaşlarının (2005) çalışmalarında Kore'deki nükleer ışıma çalışmalarının, fen bilimlerinin birçok alanıyla, teknolojiyle ve her gün yaşamamızın içinde olan ilaç sektörüyle ilişkili olduğu açıklanmıştır. Bu yüzden insanların nükleer ışıma alanında çok iyi bir şekilde yetiştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Fakat ne yazık ki nükleer fizik konularındaki ölçümlerin tehlikeli ve bu ölçümlerin yapılabilmesi için gerekli olan ekipmanların pahalı olduğu belirtilmektedir. Fen eğitimindeki laboratuvar deneylerinin nükleer fizikle ilgili konuların doğasını anlayabilmek ve bu konularla ilgili olayları açıklayabilmek için önemli bir yerinin olduğu belirtilmektedir. Bunun içinde nükleer fizik ile ilgili uzaktan eğitim verilebilecek bir laboratuvar aktivitesi hazırlayarak, öğrencilerle nükleer fiziği buluşturmaya çalışmışlardır. Bu aktiviteyi yapmalarının sebepleri: 1-nükleer fizik ile ilgili ekipmanların pahalı olması, 2- radyasyon içeren materyallerin insan yaşamı için

tehlike arz etmesi, 3-kuracakları sisteme compton saçılması, beta ışıması, alfa ışıması, gama ışıma spektroskopisi, biyolojik radyosyon ve radyasyon çevreleri gibi daha birçok faktörün adapte edilebilmesi olarak sıralanmıştır. Web üzerinden uzaktan kontrol edilebilecek bu sanal laboratuvar için http, html ve CGI programları kullanılmıştır. CGI programı http server ile ışıma deneyi arasında ki iletişimi sağlayan program olarak kullanılmıştır. Bu sistemin uzaktan eğitilecek insanlar ve okulda okumakta olan öğrenciler için çok etkili bir yöntem olabileceği düşünülmektedir. Daha sonra yapılmış bir çalışmayla bu yöntemle ders almış öğrencilerden alınan veriler analiz edilmiş ve önemli bir başarı elde edildiği ifade edilmiştir.

Miaoliangl ve arkadaşlarının (2005) yapmış olduğu çalışmanın amacı üniversite öğrencilerinin dersleri için öğretimi arttırıcı web tabanlı sanal elektrik devresi geliştirmek ve dizayn etmektir. Çalışmada sanal laboratuvarlar ve bunlarla ilgili yapılmış çalışmalardan bahsedilmiştir. Araştırmada elektrik devresi ile ilgili sanal laboratuvarın geliştirilmesi ele alınmıştır. Hazırlamış oldukları sanal laboratuar ile verilen dersler sonucunda öğrencilerin sanal laboratuvar kullanımlarından değerlendirmişlerdir. Araştırma sonunda anlamlı sonuçlara ulaşıldığını söylemişlerdir. Bunun sebebinin, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini arttıran, kullanıcılarının öğrenme motivasyonu üzerine anlamlı etkiler sağlayan zengin internet uygulamalarının benimsenmesinden kaynaklandığını söylemişlerdir. Böyle bir sistemin desteğiyle öğrencilerin, öğrenme isteksizliklerinin ortadan kalkacağını ve zaman-mekan kısıtlaması olmadan internetin olduğu her yerde deneylerini yapabileceklerini söylemişlerdir.

González ve ark. (2002) çalışmalarında üniversiteleri için bir sanal fizik laboratuvarı oluşturmaya başladıklarını söylemektedirler. Bu laboratuvarın kullanımının internet yoluyla olacağı söylenmektedir. Sanal laboratuvarı kurma amaçlarının gerçek fizik laboratuvarına destek olmak olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sanal laboratuvarı oluşturmak için uygulamış oldukları basamakları sıralayarak laboratuvara ulaşılabilecek gerekli olan linki de çalışmalarında vermişlerdir.

Finkelstein ve arkadaşları (2005), çalışmalarında hazırlamış oldukları doğru akım devresi ile ilgili simülasyonu sanal laboratuvar olarak uygulamışlardır. Araştırmada üç grup belirlenmiştir. Bu gruplar: 1- sanal laboratuvar uygulamasıyla ders alacak öğrenciler, 2- gerçek laboratuvar kullanarak ders alacak öğrenciler, 3- hiç laboratuvar görmeden ders alacak öğrenciler olarak sıralanmıştır. Yapılan başarı ve beceri testlerinden sonra gruplar karşılaştırılmış ve sonuç olarak sanal laboratuvar ile ders alan öğrenciler başarılı bulunmuştur.

4. MATERYAL VE METOT

4.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı Fizik eğitimi ile ilgili olarak hazırlanan simülasyonlarla bir sanal laboratuvar oluşturarak, bu sanal laboratuvar ile yapılacak öğretimin, geleneksel laboratuvar yöntemine göre öğrenci başarısına etkisinin ne derece olduğunu araştırmaktır.

4.2. Problem

"Alternatif Akım Devreleri ve Seri RLC Devresinde Rezonans" konularına yönelik hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulaması ile yapılacak öğretimin, geleneksel laboratuvar yöntemiyle yapılacak bir öğretime göre öğrenci başarısı üzerine etkisi var mıdır?

4.3. Alt Problemler

1. Çalışma grubunda yer alan; hem sanal laboratuvar uygulaması hem de geleneksel laboratuvar yöntemi ile öğrenim gören (SG), sadece sanal laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören (S) ve sadece geleneksel laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören (G) gruplarının; bilgi, kavrama, uygulama ve toplam başarı düzeyleri ile ilgili ön-test sonuçları arasında anlamlı fark var mıdır?
2. Çalışma grubunda yer alan; hem sanal laboratuvar uygulaması hem de geleneksel laboratuvar yöntemi ile öğrenim gören (SG), sadece sanal laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören (S) ve sadece geleneksel laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören (G) gruplarının bilgi düzeyi ile ilgili erişileri arasında anlamlı fark var mıdır?
3. Çalışma grubunda yer alan; hem sanal laboratuvar uygulaması hem de geleneksel laboratuvar yöntemi ile öğrenim gören (SG), sadece sanal laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören (S) ve sadece geleneksel laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören (G) gruplarının kavrama düzeyi ile ilgili erişileri arasında anlamlı fark var mıdır?

4. Çalışma grubunda yer alan; hem sanal laboratuvar uygulaması hem de geleneksel laboratuvar yöntemi ile öğrenim gören (SG), sadece sanal laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören (S) ve sadece geleneksel laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören (G) gruplarının uygulama düzeyi ile ilgili erişileri arasında anlamlı fark var mıdır?
5. Çalışma grubunda yer alan; hem sanal laboratuvar uygulaması hem de geleneksel laboratuvar yöntemi ile öğrenim gören (SG), sadece sanal laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören (S) ve sadece geleneksel laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören (G) gruplarının toplam başarı düzeyi ile ilgili erişileri arasında anlamlı fark var mıdır?
6. SG, S ve G gruplarındaki öğrencilerin bulundukları gruba göre, uygulamalar hakkındaki görüşleri nelerdir?

4.4. Araştırmanın Önemi

Fizik dersi bugüne kadar hep sayısal bir ders olarak görülmekte ve bu nedenle de anlaşılması ve anlatılması zor bir ders olarak düşünülmektedir. Ancak yapılan araştırmalara bakıldığında kabahatin ne öğretmenlerde ne de öğrencilerde olmadığı görülmektedir. Çünkü fiziğin öğretilmesi noktasında gerekli öğretim yöntemleri ve teknoloji, zaman yetersizliği ve imkânsızlıklardan dolayı gerektiği gibi ve yeterince kullanılamamaktadır. Fizik, kavramsal temeller üzerine oturtulmuş geniş spektrumlu bir bilim dalı olmasına rağmen, bu dersin genellikle formüllere boğulmuş sayısal bir ders olarak görülmesi ve bu şekilde anlatılmaya çalışılması fizik dersini zorlaştırmakta ve öğrencilerin kavramlardan çok, sayısal işlemlerle uğraşmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle de öğrenciler bu kavramları ve fizikte geçen olayları kendilerince zihinlerinde oluşturmaya çalışmaktadır. Bu da öğrencilerde büyük kavram yanılgılarına neden olmaktadır. Hâlbuki fizik dersi görsel olaylarla o kadar içli dışlıdır ki öğrencilere fizik kanunlarını ve fiziksel kavramları görsel hala getirerek anlatmak hiçte zor değildir. Bu anlamda fizik öğretiminde deneysel yöntemlerle ders anlatımının ne denli önemli olduğu yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Ancak diğer yandan, yapılan araştırmalar okullardaki ekipman eksikliğinden ekipman olsa bile deneysel yöntemlerle ders işlemenin müfredattaki

konuların yetiştirilemeyeceği kaygısından öğretmenler tarafından tercih edilmemekte ve uygulanma oranı çok düşük hatta yok denecek kadar az olduğu görülmektedir (Çallıca ve diğerleri, 2001; Değirmençay ve Çepni, 2001; EARGED, 1995; Güzel, 2000; Kayatürk, Geban ve Onal, 1995; Nakiboğlu ve Sarıkaya, 1999; Üce, Özkaya, Şahin, 2001). Ancak fiziği görsel hale getirmek için sadece deneysel ve gösteri yöntemleri yoktur. Bugün dünyada eğitim üzerine yapılan çalışmalarda da görülmektedir ki; bilgisayarın bu anlamda yeri ve önemi açıkça ortadadır. Bilgisayardan faydalanabileceğimiz en önemli özelliklerden birisi de, çeşitli programlar yardımıyla öğretilmesi gereken bir olay ya da durumun eş zamanlı olacak şekilde simülasyonlarını yapabilme imkânını sağlamasıdır.

Bugün ülkemizde ilköğretim düzeyinde 5E modeline göre hazırlanmış müfredat doğrultusunda yapılandırıcı bir yaklaşımla ders işlenmektedir. Yakın bir zamanda ortaöğretim düzeyinde de 5E modeline göre hazırlanmış müfredat doğrultusunda yapılandırıcı bir yaklaşımla ders işlenebilir. Ortaöğretimde yapılması mümkün olan bu değişimde sanal laboratuvar uygulamalarının ve simülasyonların kullanımı sık sık gündeme gelebilir. Çünkü 5E modeline göre 5 basamaktan oluşan yapılandırıcı yaklaşımın en önemli basamağı ve 5E modelinin kullanılmasının en önemli unsuru, güdülemeden sonra gelen öğrenciye keşfettirme basamağıdır. Bu çalışmada kullanılan simülasyonlar keşfettirmeye yönelik olarak düzenlenmiştir. Bu sayede öğrencilerin, fizikte geçen kavramları ve olayları kolayca anlayabilecekleri ve kendilerinin keşfedebilecekleri düşünülmüştür. Ayrıca bu simülasyonlar yardımıyla öğretmenlerin de ders anlatırken fiziğin doğasını, fizikte geçen olayları ve kavramları kolaylıkla aktarabilecekleri düşünülebilir.

Ülkemizde fizik derslerinde laboratuvar malzemesi bakımından sıkıntı çeken bazı üniversitelerin olduğu bilinmektedir. Bu sebeple, yapılamayan deneyler mevcuttur. Ne yazık ki, bu deneylere ait konular, öğrenciler tarafından ezbere dayalı bir şekilde öğrenilmeye çalışılmaktadır. Bu da, öğrencilerin kavram yanılgılarına düşmesine ve öğrenilen bilgilerin de kısa zamanda unutulmasına yol açmaktadır.

Öğrencilerin, fizik derslerinde gerçek laboratuvarda öğrenebilecekleri kavramları, sanal laboratuvar uygulamaları ile daha ucuza ve daha kısa zamanda öğrenebilecekleri, buna bağlı olarak da problem çözme performanslarının yükseleceği düşünülebilir. Üniversitelere ve liselere yönelik hazırlanacak benzer çalışmalarla, okulların laboratuvar ihtiyacı kısmen karşılanacaktır. Böylece eğitimin kalitesi de yükseltilmiş olacaktır. Bu sayede yüksek maliyetlerle kurulmaya çalışılan laboratuvarların yerine, çok düşük maliyetlerle, ihtiyacı giderebilecek sanal laboratuvarlar kullanılabilir.

4.5. Sayıltılar ve Sınırlılıklar

4.5.1. Sayıltılar

1-Kontrol altına alınamayan istenmedik değişkenler, deney ve kontrol gruplarını aynı düzeyde etkilemiştir.
2-Kapsam geçerliliği için uzman kanısı yeterli sayılmıştır.
3-Araştırmada öğrencilerin başarı testine yanıt verirken içten ve samimi davrandıkları varsayılmıştır.

4.5.2. Sınırlılıklar

Bu araştırma 2006-2007 öğretim yılı bahar döneminde Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nden seçilen 2. sınıf öğrencileri ile, Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı'ndan seçilen 2. sınıf öğrencilerinin Elektrik ve Mağnetizma dersi "Alternatif akım Devreleri ve Seri RLC Devresinde Rezonans" başlıklı konularının içerik ve süreç becerilerinden oluşan toplam başarıları sınırlı olacaktır.

4.6. Araştırma Yöntemi:

Bu araştırma için; alternatif akım devreleri ile ilgili hazırlanan simülasyonlarla, bir sanal laboratuvar ortamı oluşturulmuştur. Bunun için öncelikle java programı kullanılarak araştırmacı tarafından iki simülasyon ve Flash programı ile konu anlatımlarını zenginleştirmek için animasyonlar hazırlanmıştır. Bu Java

simülasyonları ve Flash animasyonlarının yanı sıra hazır olarak bulunan simülasyonlardan da faydalanılarak konu anlatımlarının animasyonlarla desteklendiği bir web sayfası dizayn edilmiştir. Hazırlanan sanal laboratuvar uygulaması, bilgisayar laboratuvarlarına kurularak işlerliği denetlenmiştir.

Araştırmada yer alan grupların başarı düzeylerini karşılaştırmak için bir başarı testi geliştirilmiştir. Geliştirilen başarı testi kullanılarak, aralarında anlamlı bir fark bulunmayan üç deneysel grup oluşturulmuştur. Bu deneysel gruplar ve araştırma deseni tablo 4.1'de verilmiştir. Çalışmada SG, S ve G grupları için 24'er saat ders anlatımı ve laboratuvar uygulaması yapılmıştır. SG grubu sanal laboratuvar uygulamalarından sonra geleneksel laboratuvar yöntemi ile deneylerini tekrarlamışlardır. Yapılan uygulamalardan sonra grupların başarı düzeylerini karşılaştırmak için hazırlanan başarı testi, son test olarak uygulanmıştır.

Araştırmada nitel araştırma yaklaşımının "görüşme" ve "gözlem" yöntemlerinden yararlanılmıştır. Yıldırım ve Şimşek (2005,s119)'in Stewart ve Cash (1985)'ten aktardıklarına göre görüşme, "önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim sürecidir. Bu araştırmada görüşme türlerinden "sabit format anket görüşmesi" kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2005:121). Hazırlanan anket, her gruptan rasgele seçilmiş beş öğrenciye uygulama sonrasında verilerek öğrencilerin bulundukları gruba göre uygulamalar hakkındaki görüşleri öğrenilmeye çalışılmıştır. Ayrıca ankette yer alan sorular kullanılarak; uygulamalar başlamadan önce, uygulamalar sırasında ve uygulamalardan sonra aynı öğrenciler ile karşılıklı görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmeler kamera kaydı ile kayıt altına alınmıştır. Bu sayede öğrencilerin görüşlerindeki değişimlerin nasıl olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 4.1. Deneysel gruplar ve araştırma deseni

Gruplar	**Ön başarı testi** **Kamera ile yapılan mülakatlar**	**Ders işleme** **Kamera ile yapılan mülakat ve gözlemler**	**Son başarı testi** **Kamera ile yapılan mülakatlar** **Sabit format anketi**	**N**
SG	1. uygulama	Sanal laboratuvar ve geleneksel laboratuvar yöntemleri ile ders işlemişlerdir.	2. uygulama	30
S	1. uygulama	Sadece sanal laboratuvar yöntemiyle ders işlemişlerdir.	2. uygulama	42
G	1. uygulama	Sadece geleneksel laboratuvar yöntemiyle ders işlemişlerdir.	2. uygulama	43
Toplam				115

Gözlem, herhangi bir ortamda oluşan davranışı ayrıntılı olarak tanımlamak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Eğer bir araştırmacı, herhangi bir ortamda oluşan bir davranışa ilişkin ayrıntılı, kapsamlı ve zamana yayılmış bir resim elde etmek istiyorsa, gözlem yöntemini kullanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu araştırmada uygulamalar sırasında kamera kayıtları alınmıştır. Uygulamalar sonrasında kamera kayıtları incelenerek öğrencilerin derslere karşı ilgileri ve uygulamalar sırasında sorulan sorulara nasıl cevaplar verdikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Mülakat ve gözlemlerden elde edilen veriler herhangi bir işleme tabi tutulmamıştır. Toplanan veriler, tezin tartışma ve sonuç kısmında araştırmanın güvenirliliğini arttırmak amacıyla kullanılmıştır.

4.7. Çalışma Grubu

Çalışmanın örneklem grupları, 2006-2007 öğretim yılı bahar döneminde Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı ve Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü 2. sınıflarında öğrenim gören toplam 115 öğrenci ile oluşturulmuştur. Deney grupları sırasıyla; 30 öğrenciden oluşan SG (sanal-geleneksel laboratuvar) ve 42 öğrenciden oluşan S (sanal laboratuvar) gruplarıdır. Kontrol grubu ise 43 öğrenciden oluşan G (geleneksel laboratuvar) grubudur.

4.8. Deney ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması

Deney ve kontrol gruplarını oluşturmak için daha önce güvenirliği tespit edilen başarı testi ile, Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü ve Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı 2. sınıflarında öğrenim gören öğrencilere bir ön-test

uygulanmıştır. Bu ön-test sonucunda, başarı düzeyleri açısından aralarında anlamlı fark bulunmayan üç grup oluşturulmuştur. Bu gruplar rasgele olacak şekilde sanal-geleneksel laboratuvar grubu (SG), sanal laboratuvar grubu (S) ve geleneksel laboratuvar grubu (G) olarak belirlenmiştir.

Sanal-geleneksel laboratuvar grubuna (SG), uygulama boyunca hem sanal hem de geleneksel laboratuvar yöntemiyle ders işlenmiştir. Sanal laboratuvar grubuna (S), sadece sanal laboratuvar yöntemiyle ders işlenmiştir. Geleneksel laboratuvar grubuna (G) ise sadece geleneksel laboratuvar yöntemiyle ders işlenmiştir. "Alternatif Akım Devreleri ve Seri RLC Devresinde Rezonans" başlıklı konu anlatımlarında sanal laboratuvar uygulamasını gören gruplar, derslerini simülasyon ve animasyon eşliğinde işlemiştir. Araştırmacı, ders anlatımlarında bilgisayar ve projeksiyon kullanmıştır. Sanal laboratuvar uygulamasını alan öğrenciler, konu anlatımlarından sonra deneylerini araştırmacının gözetiminde ve yönlendirmesiyle, bilgisayar ortamında gerçekleştirmişlerdir. SG grubu bilgisayar ortamında sanal olarak yaptıkları deneyleri, geleneksel laboratuvar yöntemiyle gerçek materyaller eşliğinde tekrarlamışlardır. Geleneksel laboratuvar grubu öğrencileri ise, simülasyon ve animasyon desteği olmadan ders işlemişlerdir. Ancak sanal laboratuvar uygulamasının ders anlatımlarında kullanılan resim ve şekiller, geleneksel laboratuvar yöntemiyle ders işleyen öğrencilere, bilgisayar ve projeksiyon kullanılarak eksiksiz olarak gösterilmiştir. Gerekli yerlerde gösteri metodu kullanılmıştır. Ders anlatımlarından sonra geleneksel laboratuvar grubu öğrencileri, deneylerini yine araştırmacının gözetiminde ve yönlendirmesi ile geleneksel laboratuvar yöntemiyle gerçek materyaller kullanarak yapmışlardır.

Üç gruba da araştırmacının kendisi ders işlemiştir. Ancak Geleneksel laboratuvar grubunun laboratuvar çalışmalarında iki yardımcı öğretim elemanından, yardım amaçlı faydalanılmıştır.

4.9. Değişkenler

a) Bağımsız Değişkenler: Çalışmadaki bağımsız değişkenler; deney grubu SG için sanal ve geleneksel laboratuvar yöntemiyle yapılan öğretim, deney grubu S için

sanal laboratuvar yöntemi ile yapılan öğretim, kontrol grubu G için geleneksel laboratuvar yöntemi ile yapılan öğretimdir.

b) Bağımlı Değişkenler: Deneysel gruplardaki öğrencilerin, ön ve son başarı testinden almış oldukları ortalama puanlar bağımlı değişkenlerdir.

4.10. Veri toplama (ölçüm) araçları

Bu çalışma için bir başarı testi hazırlanmıştır. Başarı testi, grupların uygulama öncesi ve sonrası başarı düzeylerini ölçmek için kullanılmıştır. Uygulama öncesinde ön-test olarak verilen başarı testi, uygulama sonrasında son-test olarak uygulanmıştır.

4.10.1. Başarı testi

Deneysel gruplarda yer alan öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası başarı düzeylerini ölçmek için hazırlanmıştır. Başarı testi hazırlanırken güvenirlik analizi sonucu soru sayısının düşeceği göz önünde bulundurularak, tekrarlanan soruların da yer aldığı 40 soruluk bir test oluşturulmuştur. Başarı testi doğru-yanlış soruları ve çoktan seçmeli sorular (çoktan seçmeli sorularda her soru bir doğru ve dört yanıltıcı seçenekten oluşmuştur) olmak üzere iki çeşit halinde oluşturulmuştur. Bu sebeple doğru-yanlış sorularıyla, çoktan seçmeli sorulara ayrı ayrı güvenirlik analizleri yapılmıştır.

Hazırlanan deneme başarı testi, uygulamada yer alan konuları daha önce görmüş 120 kişilik bir öğrenci grubuna uygulanmıştır. Çoktan seçmeli sorular için yapılan madde-toplam korelasyonları ve alfa katsayısı Crα (*Cronbach alpha*) analizi sonucunda alfa katsayısı 0.828 olarak bulunmuştur.

Doğru-yanlış soruları için KR-20 (*Kuder Richardson-20*) güvenirlik analizi yapılmıştır. KR-20 için güvenirlik katsayısı 0.796 olarak bulunmuştur.

Yapılan güvenirlik analizleri sonucunda başarı testi, değerlendirmeye dâhil edilen 18 adet çoktan seçmeli soru ve 14 adet doğru-yanlış sorusu ile son halini almıştır.

Güvenirlik analizlerinden sonra, başarı testindeki soruları, belirli kategorilere ayırmak için faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizleri, doğru-yanlış soruları ve çoktan seçmeli sorular için ayrı ayrı yapılmıştır. Bu analizler sonucunda başarı testindeki sorular, uzman görüşlerine dayanarak bilgi, kavrama ve uygulama düzeyi olmak üzere üç kategoriye bölünmüştür.

Doğru-yanlış sorularına ilişkin verilerin, faktör analizi için uygunluğu Kaiser – Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Sphericity testi ile incelenmiştir. KMO katsayısının 0.60'dan yüksek ve Barltett testinin anlamlı çıkması verilerin faktör analizi için uygun olduğunu gösterir. KMO katsayısına ve Barlett Sphericity testine ilişkin sonuçlar tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Doğru-yanlış sorularına ilişkin KMO ve Bartlett Testi

Kaiser-Meyer-Olkin Katsayısı		0.769
Bartlett Sphericity Testi	$\chi 2$	337.096
	df	55
	p	0.000

Tabloya göre KMO katsayısı 0.769 olarak bulunmuştur. Yapılan analiz sonucunda Barlett testi anlamlı bulunmuştur ($\chi 2$=337.096 p<0,05). Bu sonuca göre doğru-yanlış sorularına ilişkin veriler, faktör analizine uygun olarak görülmüştür.

Tablo 4.3. Doğru-yanlış sorularına yapılan faktör analizi sonucunda faktörlere ilişkin elde edilen bulgular

Faktör	Özdeğer	Varyans yüzdesi (%)	Toplam varyans yüzdesi (%)
1	3.820	34.726	34.726

Doğru-yanlış sorularına yapılan faktör analizinde, temel bileşenler çözümlemesi ve Varimax tekniği ile döndürme işlemi sonunda, tablo 4.3'te görüldüğü üzere özdeğeri 1.00'den büyük ve 3.820 olan tek faktör ortaya çıkmıştır. Bu faktör toplam varyansın %34.76'sını açıklamaktadır. Kabul edilebilir oran olan %30'un (Kline, 1994) üstünde olan bu varyans oranının, soruların tek faktör altında değerlendirilebileceğini gösterir.

Faktör analizi sonucunda doğru-yanlış sorularına ait tek faktör altında toplanan faktör yükleri tablo 4.4'te gösterilmiştir. Bu faktör altında toplanan sorular uzman

görüşleri ve faktör analizi sonucuna göre "bilgi basamağındaki sorular" olarak tanımlanmıştır.

Çoktan seçmeli sorulara ilişkin verilerin faktör analizi için uygunluğu Kaiser – Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Sphericity testi ile incelenmiştir. KMO katsayısının 0,60'dan yüksek ve Barltett testinin anlamlı çıkması, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu gösterir. KMO katsayısına ve Barlett Sphericity testine ilişkin sonuçlar, tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Faktör analizi sonucunda doğru-yanlış sorularına ilişkin elde edilen bulgular

D/Y Soruları	F1
DY1	0.613
DY2	0.589
DY3	0.637
DY4	0.678
DY5	0.494
DY6	0.575
DY7	0.629
DY11	0.530
DY12	0.494
DY13	0.568
DY14	0.643

Tablo 4.5. Çoktan seçmeli sorulara ilişkin KMO ve Bartlett Testi

Kaiser-Meyer-Olkin Katsayısı		0.808
Bartlett Sphericity Testi	$\chi 2$	521.380
	df	105
	p	0.000

Tabloya göre KMO katsayısı 0,808 olarak bulunmuştur. Yapılan analiz sonucunda Barlett testi anlamlı bulunmuştur ($\chi 2$=521.380 $p<0.05$). Bu sonuca göre çoktan seçmeli sorulara ilişkin veriler, faktör analizine uygun olarak görülmüştür.

Tablo 4.6. Çoktan seçmeli sorulara yapılan faktör analizi sonucunda faktörlere ilişkin elde edilen bulgular

Faktör	Özdeğer	Varyans yüzdesi (%)	Toplam varyans yüzdesi (%)
1	3.623	24.156	24.156
2	2.555	17.033	41.189

Çoktan seçmeli sorulara yapılan faktör analizinde, temel bileşenler çözümlemesi ve Varimax tekniği ile döndürme işlemi sonunda, tablo 4.6'da görüldüğü üzere özdeğeri 1.00'den büyük olan iki faktör ortaya çıkmıştır. Tabloya göre bu faktörlerin özdeğerleri sırasıyla 3.623 ve 2.555 olarak bulunmuştur. Bu iki faktör toplam varyansın %41.89'unu açıklamaktadır. Kabul edilebilir oranın üstündeki bu varyans oranına göre (Kline, 1994), soruların iki faktör altında değerlendirilebileceği söylenebilir.

Tablo 4.7. Faktör analizi sonucunda çoktan seçmeli sorulara ilişkin elde edilen bulgular

Sorular	F1	F2
soru2	0.475	
soru3	0.486	
soru11	0.461	
soru14	0.644	
soru15	0.472	
soru16	0.325	
soru17	0.506	
soru1		0.549
soru4		0.397
soru5		0.588
soru6		0.458
soru7		0.456
soru8		0.825
soru9		0.831
soru10		0.585
soru12		0.517
soru13		0.521
soru18		0.605

Faktör analizi sonucunda, çoktan seçmeli sorulara ait faktörler ve bu faktörler altında toplanan faktör yükleri tablo 4.7'de verilmiştir. F_1 ve F_2 faktörleri altında toplanan sorular, uzman görüşleri ve faktör analizi sonucuna göre sırasıyla; "kavrama basamağındaki sorular" ve "uygulama basamağındaki sorular" olarak tanımlanmıştır.

Tablo 4.8. Başarı testi sorularının belirlenen düzeylere göre dağılımı

Bilgi basamağındaki sorular	Kavrama basamağındaki sorular	Uygulama basamağındaki sorular	Toplam başarı basamağındaki sorular
D/Y 1	Soru 2	Soru 1	soru1
D/Y 2	Soru 3	Soru 4	soru2
D/Y 3	Soru 11	Soru 5	soru3
D/Y 4	Soru 14	Soru 6	soru4
D/Y 5	Soru 15	Soru 7	D/Y1 soru5
D/Y 6	Soru 16	Soru 8	D/Y2 soru6
D/Y 7	Soru 17	Soru 9	D/Y3 soru7
D/Y 11		Soru 10	D/Y4 soru8
D/Y 12		Soru 12	D/Y5 soru9
D/Y 13		Soru 13	D/Y6 soru10
D/Y 14		Soru 18	D/Y7 soru11
			D/Y8 soru12
			D/Y9 soru13
			D/Y10 soru14
			D/Y11 soru15
			D/Y12 soru16
			D/Y13 soru17
			D/Y14 soru18

Yapılan faktör analizleri sonucunda üç kategoriye ayrılan sorular, öğrencilerin bu düzeylerde değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Bunun haricinde, faktör analizlerinde herhangi bir kategoriye girmeyen sorularla birlikte, başarı testindeki tüm sorular, grupların toplam başarı düzeylerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Bu düşünce ile soruların değerlendirme düzeylerine göre dağılımı tablo 4.8'de verilmiştir. Sonuç olarak hazırlanan başarı testi; 11 adet bilgi basamağı, 7 adet kavrama basamağı, 11 adet uygulama basamağı ve 32 adet toplam başarı basamağı sorusundan oluşmuştur.

4.10.2. Mülakat ve gözlem yöntemi

Mülakatın asıl amacı, iletişim kurulan bireyin araştırılan konu hakkında duygu, düşünce ve inançlarının neler olduğunu ortaya çıkarmaktır. Gözlem, doğal ortam içinde; durum, olay, olgu, çeşitli oluşum ve canlı varlıkların belli amaçlara yönelik izlenmesi ve kaydedilmesidir. Bu çalışmada; uygulama öncesinde, uygulama sırasında ve uygulama sonrasında öğrencilerin yapılan laboratuvar çalışmaları ile ilgili duygu ve düşüncelerini öğrenmek için mülakatlar yapılmıştır. Ayrıca öğrencilerin bulundukları gruba göre; konular ile ilgili sorulan sorulara ne kadar doğru cevap verdiklerini ve derse olan ilgilerini tespit etmek için gözlemler yapılmıştır. Mülakatlar ve gözlemler kamera kaydı ile yapılmıştır. Ayrıca görüşme yapılan öğrencilere, mülakatlar sırasında sorulan soruların benzerleri yazılı olarak verilmiş ve düşüncelerini kâğıda yazmaları istenmiştir. Uygulama süresince yapılan

görüşmeler, öğrencilerin boş olduğu vakitlerde gerek sınıfta gerekse bahçede tamamen doğal bir sohbet havasında yapılmıştır.

Görüşmeler bireysel olarak yapılmıştır. Bunun için, her gruptan beş öğrenci seçilmiştir. Bu öğrenciler ön-test puanlarına bakılmaksızın keyfi olarak seçilmiştir. Görüşmeler; uygulama öncesinde, uygulama sırasında ve uygulama sonrasında yinelenmiştir. Uygulamalar öncesinde yapılan mülakatlarda, öğrencilerin bulundukları gruba göre, yapılacak laboratuvar çalışmalarından beklentileri öğrenilmeye çalışılmıştır. Uygulamalar sırasında ve sonrasında bu soru yinelenmiştir. Bu sayede öğrencilerin duygu ve düşüncelerindeki değişimler sorgulanmıştır.

Uygulamalar sırasında öğrencilere; bulundukları gruba göre yapmış oldukları laboratuvar çalışmalarının, öğrenimlerine ve problem çözme becerilerine olan katkısı sorulmuştur. Sanal laboratuvar uygulamasına katılan öğrencilerden, bu soruyu; sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarını bir arada düşünerek cevaplamaları istenmiştir. Bu yolla geleneksel laboratuvar ve sanal laboratuvar uygulamalarının birbirine göre olan üstünlükleri öğrenilmeye çalışılmıştır. Bu görüşmelerde belirleyici grubun SG grubu olacağı düşünülmüştür.

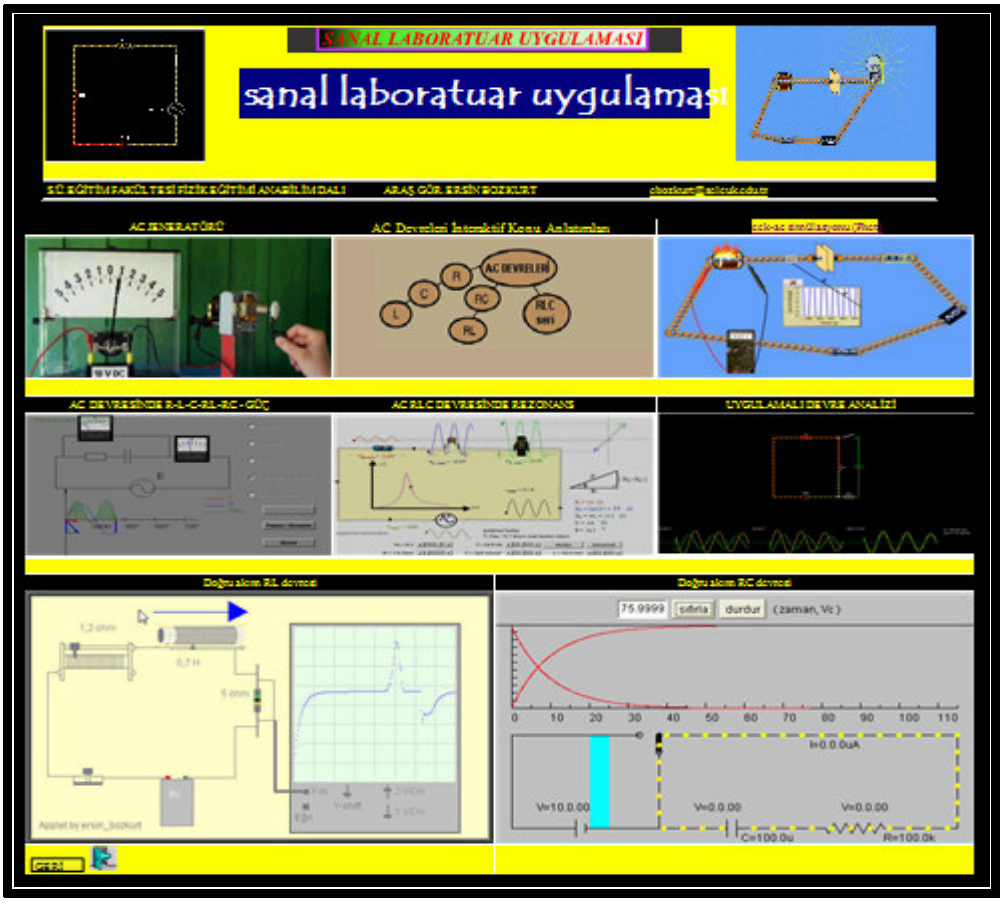
Uygulamalar sırasında gözlem amaçlı video kayıtları alınmıştır. Dersler sırasında; öğrencilerin uygulamaya katılımlarını, ilgilerini ve konular ile ilgili sorulan sorulara ne kadar doğru yanıt verdiklerini tespit etmek amacıyla kayıtlar alınmıştır. Yapılan mülakatlardan ve gözlemlerden elde edilen veriler herhangi bir işleme tabi tutulmamıştır. Toplanan veriler, tezin tartışma ve sonuç kısmında araştırmanın güvenirliliğini arttırmak amacıyla kullanılmıştır.

4.11. Deneysel İşlemler

Bu kısımda, sanal laboratuar uygulaması için yapılan hazırlıklar ve uygulamanın nasıl yapıldığı ile ilgili bilgiler verilmiştir. Geleneksel laboratuar uygulamasının içeriği ile ilgili bilgiler Ek 4'te verilmiştir.

4.11.1. Hazırlanan sanal laboratuar uygulaması

Sanal laboratuar uygulaması için hazırlanan web sayfası için, yöneticiliğini Nave'nin (2005) yaptığı "HyperPhysics" sitesinden esinlenilmiştir. "HyperPhysics" sitesi kavramların birbirleriyle ilişkilerini kolay görebilmek açısından, bir kavram haritası şeklinde tasarlanmıştır. Bu çalışmada da yapılandırmacılık açısından öğrenci üzerinde büyük etkisi olacağı düşüncesi ile öğrencilerin kavramlar ve konular arası ilişkileri görebilecekleri bir web sayfası düzenlenmiştir. Ana sayfada temel simülasyonların ve konu anlatımlarının olduğu web sayfalarının resimleri verilmiştir. Her bir resim üzerine de yeni sayfalara açılan linkler verilmiştir (Şekil 4.1).

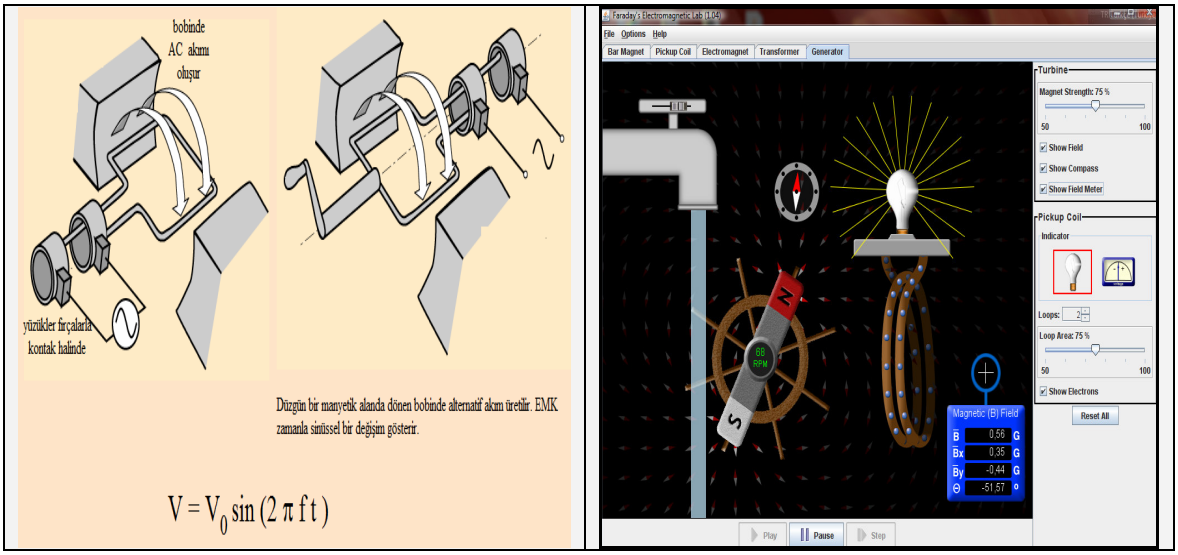


Şekil 4.1. Sanal laboratuar uygulaması için hazırlanan web tasarısının ana sayfası

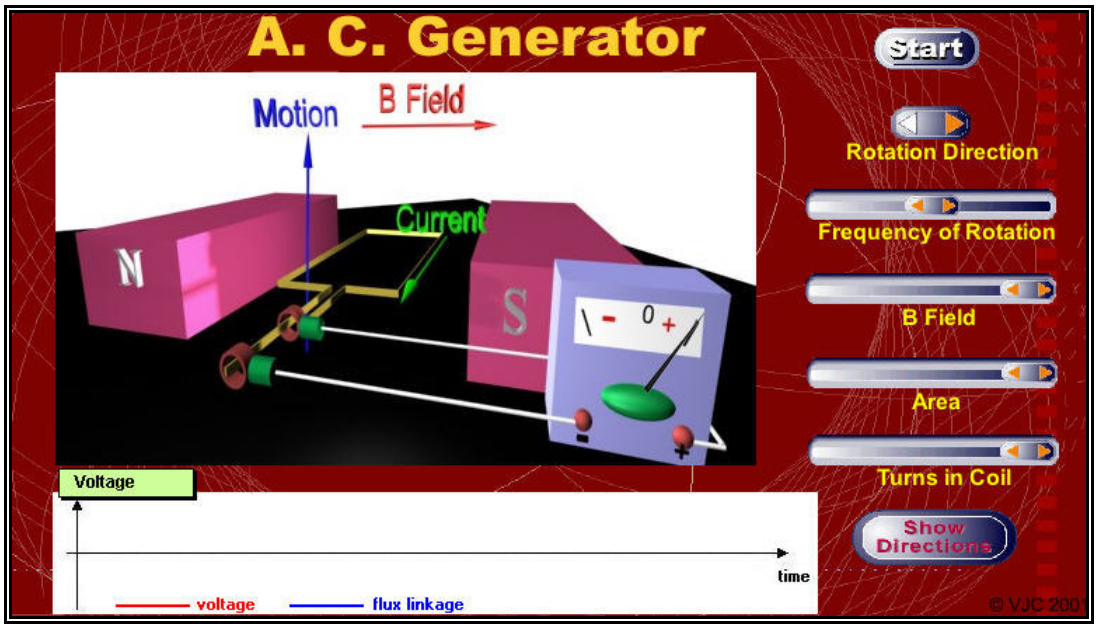
Anlatılacak konuların alternatif akım konuları ile ilgili olması sebebiyle, öncelikle öğrencilerin alternatif akımın ne olduğunu ve nasıl oluştuğunu öğrenmeleri için bir sayfa oluşturulmuştur. Şekil 4.2'te görülen resim tıklatıldığında açılan pencerede alternatif akımın nasıl oluştuğu ile ilgili araştırıcı tarafından hazırlanan Flash filmi ve Shockwave animasyonu görülecektir. Hazırlanan bu pencerede alternatif akımın oluşma prensibi flash filmi yardımıyla şekil 4.3'teki resim üzerinden sözlü olarak anlatılmıştır. Anlatılan konunun pekiştirilmesi için şekil 4.3'teki Phet'in (2005) "Faraday" Simülasyonu ve şekil 4.4'teki hazır bir Shockwave animasyonu kullanılmıştır (VJC 2002).



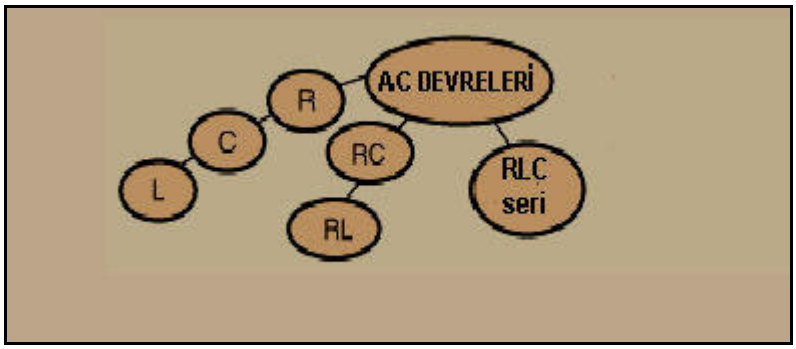
Şekil 4.2. Alternatif akım jeneratörü için hazırlanan Flash filmi



Şekil 4.3. Alternatif akımın oluşumu için kullanılan resim ve Faraday Simülasyonu

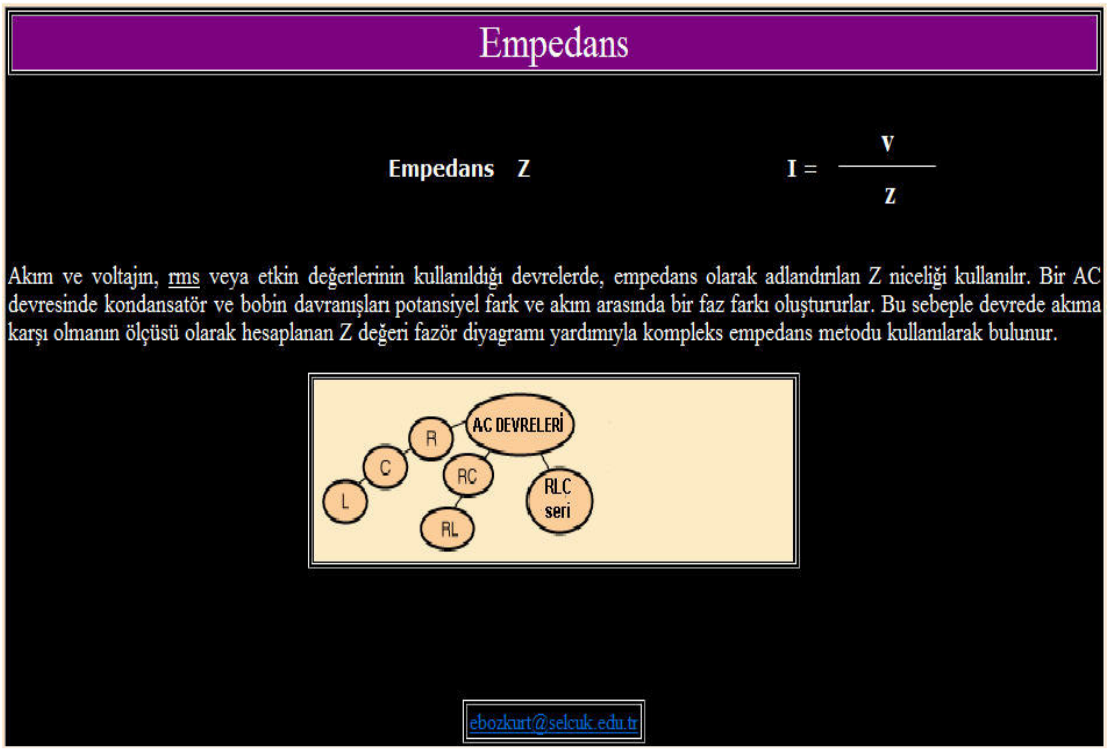


Şekil 4.4. Alternatif akımın oluşumu için kullanılan Shockwave animasyonu (VJC 2002).



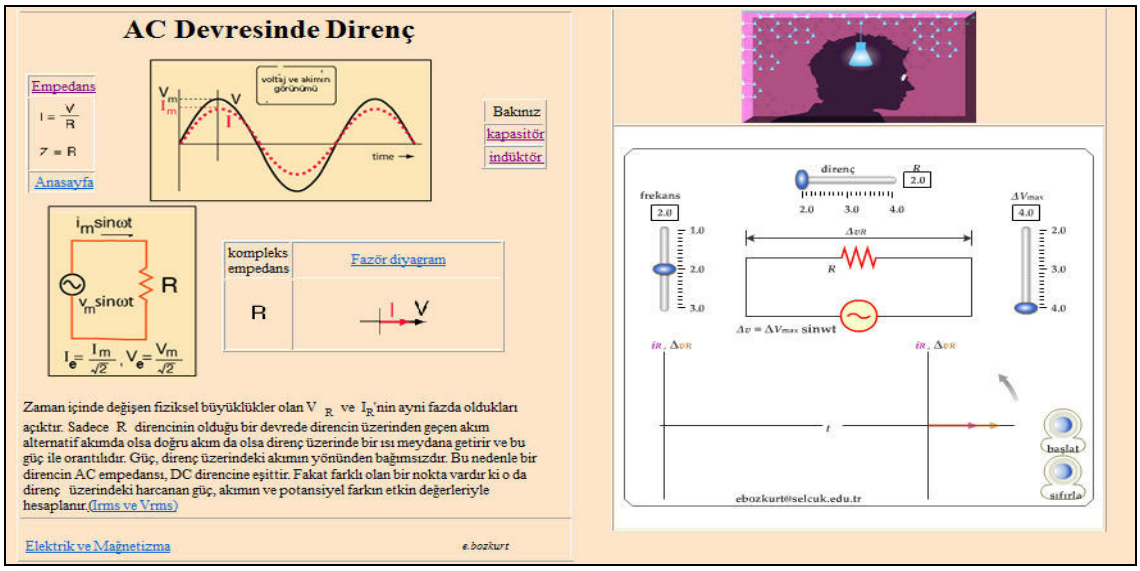
Şekil 4.5. Konu anlatımlarının olduğu web sayfasının girişi

Şekil 4.5'te konu anlatımlarının bulunduğu link verilmiştir. Bu sayfa seçildiğinde karşımıza şekil 4.6'da görülen sayfa açılır. Açılan sayfada şekil üzerinde bulunan R, C, L, RL, RC ve RLC tıklandığında, bu devre elemanlarıyla oluşturulmuş alternatif akım devreleriyle ilgili konulara gidilmektedir.



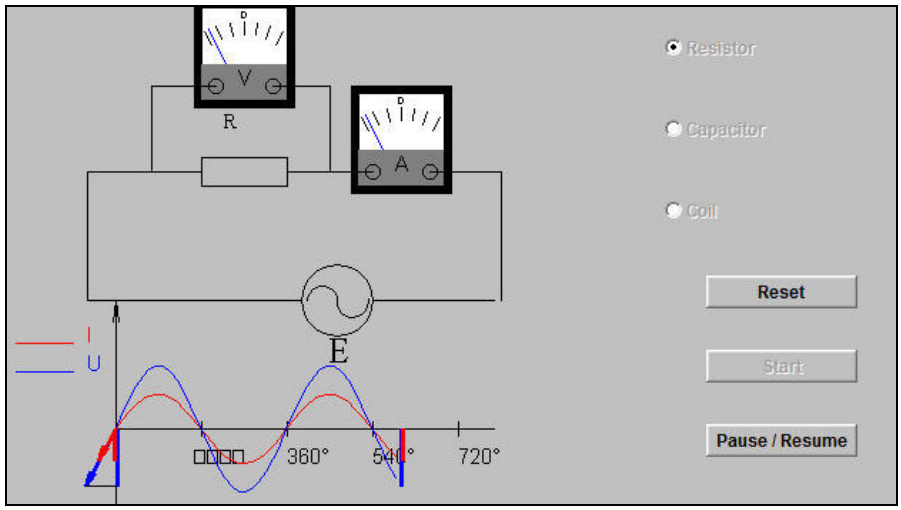
Şekil 4.6. Alternatif akım devreleri ile ilgili konuların anlatımı için hazırlanan ana sayfa

Sanal laboratuar uygulamasında alternatif akım devresiyle ilgili ilk konu "Alternatif Akım Devresinde Direnç" başlıklı konudur. Bu konu için hazırlanan pencereye gitmek için şekil 4.6' da görülen "R" ye tıklanır. Açılan pencerede şekil 4.7' de görüldüğü gibi "ac" devresinde direnç ile ilgili bilgiler ve bu bilgilerin pekiştirilmesi için hazırlanmış Flash animasyonu görülmektedir. Konunun pekiştirilmesi için kullanılan Flash animasyonunda, öğrenciler direnç üzerindeki potansiyel farkın akıma göre değişimini gözlemlemişlerdir. Bunu yaparken, devrede kullanılan direncin değerini, devrenin frekansını ve "ac" kaynağının potansiyel farkını değiştirerek fazör diyagramlarının hareketlerini ve arkalarında bıraktıkları sinüzoidal dalgaları incelemişlerdir.



Şekil 4.7. Yalnız direnç bulunduran ac devresi ile ilgili pencereden bir görünüm

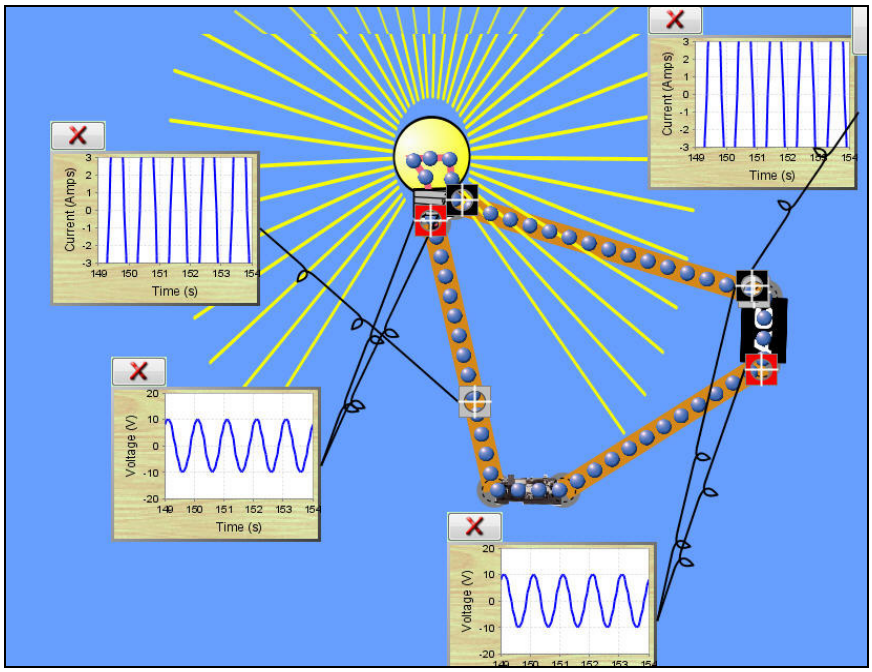
Öğrencilerin, direncin üzerindeki potansiyel fark değişimini ve akım değişimini daha ayrıntılı incelemeleri için, şekil 4.8' de görülen Java animasyonuna bakılmıştır. Bu animasyona ulaşmak için, aynı pencerede yer alan animasyonun şekline tıklamak yeterlidir. Bu animasyon, voltmetre ve ampermetrede görülen değişim ile fazör diyagramlarının değişimi arasındaki ilişkinin daha iyi görülebilmesi için kullanılmıştır.



Şekil 4.8. Yalnız direnç bulunduran ac devresi için kullanılan Java animasyonu (Circuit-Magic 2003)

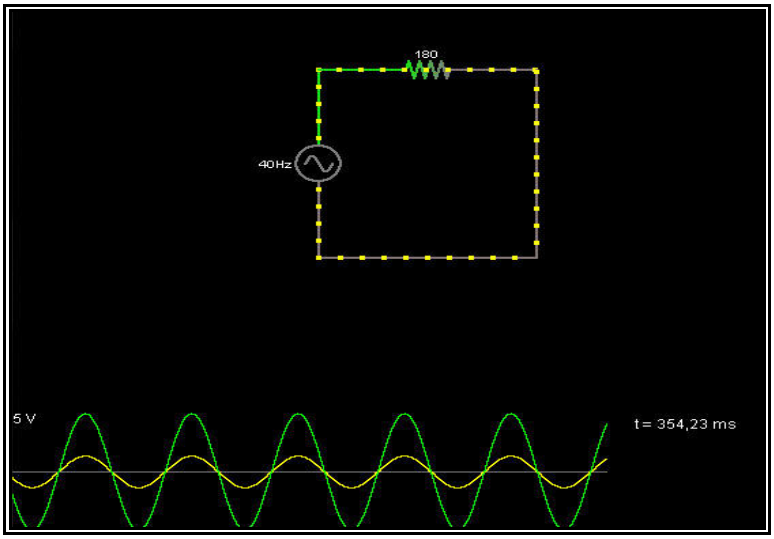
Öğrencilerin, ac devresinde sadece direncin olduğu devreyi kurmaları ve devre elemanlarının değişimlerini gözlemlemeleri için şekil 4.9'da ve şekil 4.10'da verilen simülasyonlar kullanılmıştır. Şekil 4.9'da görülen "cck-ac" simülasyonunda,

öğrenciler devre elemanlarını kendileri seçebilmekte, devreye ampermetre ve voltmetre ekleyebilmektedirler. Her bir elemanın değerlerini belirlenen aralıklarda değiştirebilir; akımın ve devre elemanlarının üzerindeki değişimleri gözlemleyebilirler. Öğrencilere bu simülasyonla, kendi devreleri kurdurulup değişimleri gözlemlemeleri sağlanmıştır. Devrede direncini değiştirebildikleri lamba da kullanabilmektedirler.



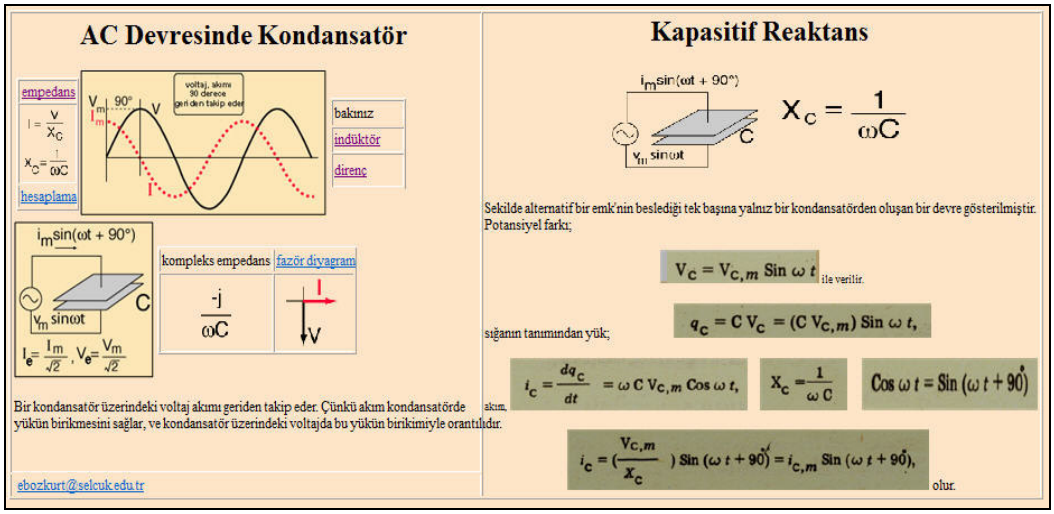
Şekil 4.9. ac devresinde direncin olduğu "cck-ac" simülasyonu (Phet 2006).

Şekil 4.10'de görülen simülasyonda, yine öğrenciler devre elemanlarını kendileri seçip kurabilmektedirler. Bu simülasyonda öğrenciler devre elemanlarını istedikleri değerleri verebilmektedirler. Öğrenciler ac devresinde direnç ile ilgili devreyi kurduktan sonra simülasyonda bulunan osiloskop sayesinde, devredeki direncin üzerindeki potansiyel fark ve akımın değişimlerini incelemişlerdir.

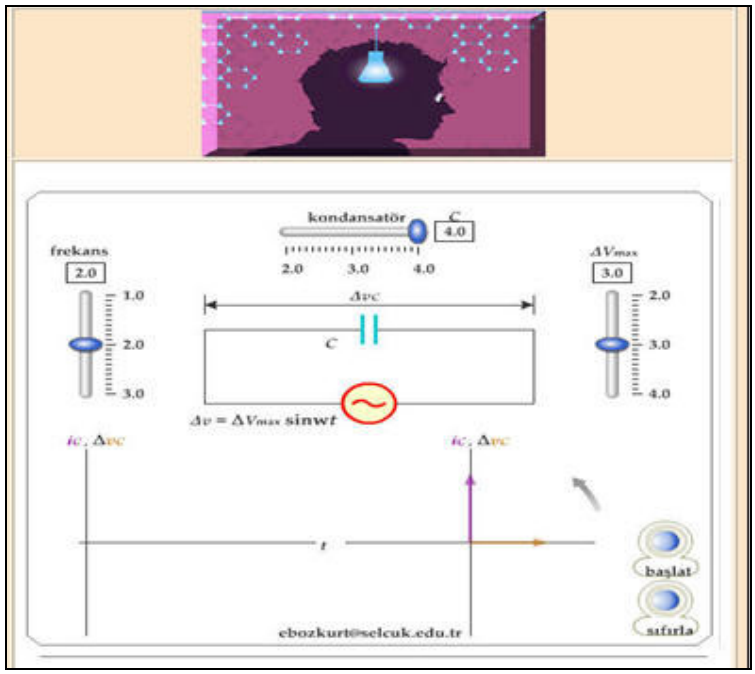


Şekil 4.10. ac devresinde direncin olduğu "Circuit" simülasyonu (Falstad 2003).

Sanal laboratuar uygulamasında alternatif akım devresiyle ilgili ikinci konu, "Alternatif Akım Devresinde Kondansatör" başlıklı konudur. Bu konu için hazırlanan pencereye gitmek için, şekil 4.6' da görülen "C" ye tıklanır. Açılan pencerede şekil 4.11' de görüldüğü gibi "ac Devresinde Kodansatör" konusu ile ilgili bilgiler ve şekil 4.12'de verilen Flash animasyonu görülmektedir. Konunun pekiştirilmesi için kullanılan Flash animasyonunda öğrenciler, kondansatör üzerindeki potansiyel fark değişimini ve akım değişimini gözlemlemişlerdir. Bunu yaparken, devrede kullanılan kondansatörün kapasitans değerini, devrenin frekansını ve "ac" kaynağının potansiyel farkını değiştirerek fazör diyagramlarının hareketlerini ve arkalarında bıraktıkları sinüzoidal dalgaları incelemişlerdir.

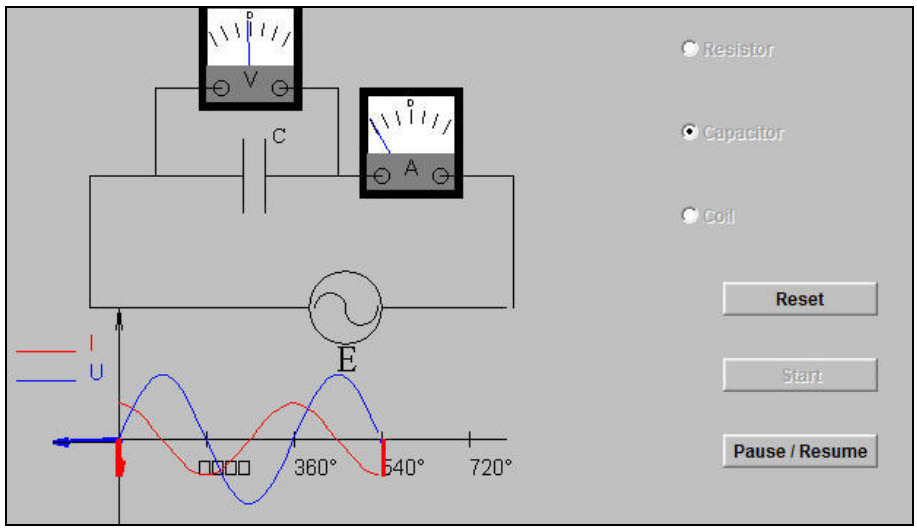


Şekil 4.11. ac devresinde kodansatör ile ilgili bilgilerin verildiği pencere

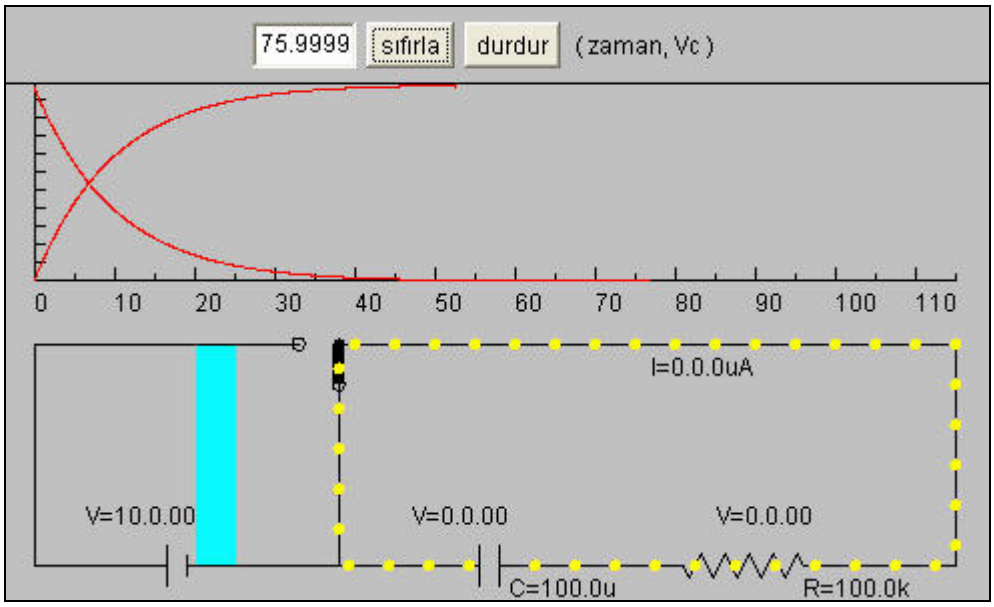


Şekil 4.12. ac devresinde kodansatör ile ilgili kullanılan Flash animasyonu

Öğrencilerin kondansatör üzerindeki potansiyel fark değişimini ve akım değişimini daha ayrıntılı incelemeleri için şekil 4.13'te görülen Java animasyonunu incelemişlerdir. Bu animasyona ulaşmak için aynı pencerede yer alan animasyonun şekline tıklamak yeterlidir.

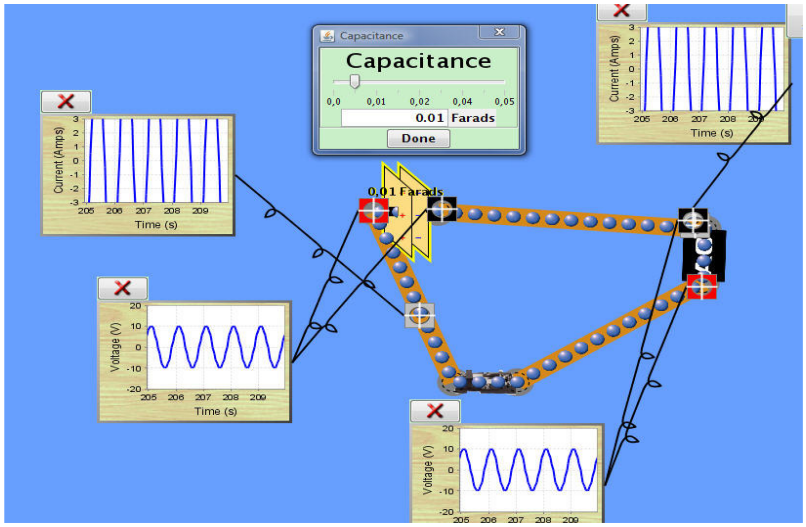


Şekil 4.13. Yalnız Kondansatörün olduğu ac devresi için kullanılan Java animasyonu (Circuit-Magic 2003)



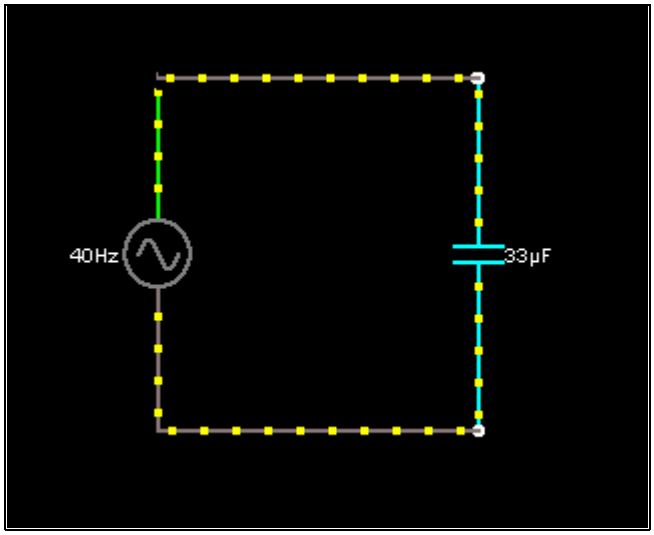
Şekil 4.14. DC devresinde RC'nin davranışı üzerine kullanılan Java Simülasyonu

Şekil 4.14'te kondansatör üzerindeki akım ile potansiyel fark değişimi arasındaki faz farkının oluşum sebebini incelemek için kullanılan doğru akım devresinde kondansatörün dolması ve boşalması ile ilgili simülasyon görülmektedir. Simülasyon, araştırıcı tarafından Türkçeleştirilmiş ve kondansatör üzerindeki potansiyel fark değişimi için *java script* eklentisi yapılmıştır (Hwang 2004). Bu simülasyonla, öğrencilere kondansatörün dolması ve boşalması sırasında devrede dolanan akım ile kondansatör üzerindeki potansiyel fark değişimi gösterilmiştir. Öğrenciler aynı işlemi bilgisayar ortamında tekrarlamışlardır.



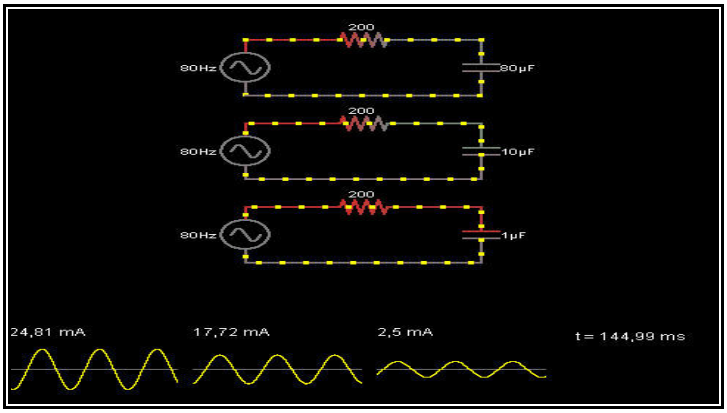
Şekil 4.15. ac devresinde kondansatörün olduğu "cck-ac" simülasyonu (Phet 2006).

ac devresinde kondansatör ile ilgili bilgiler verildikten sonra konuyla ilgili deneyin yapılabilmesi için konunun anlatıldığı sayfada verilen şekil 4.15'deki resim tıklandığında, "cck-ac" simülasyonu açılmaktadır (Phet 2006). "cck-ac" simülasyonu ile öğrencilere şekil 4.15'de görülen devre kurdurulmuştur. Öğrenciler, devre elemanlarının değerlerini değiştirerek, kondansatör üzerindeki potansiyel fark değişimlerini ve devre akımındaki değişimleri incelemişlerdir.



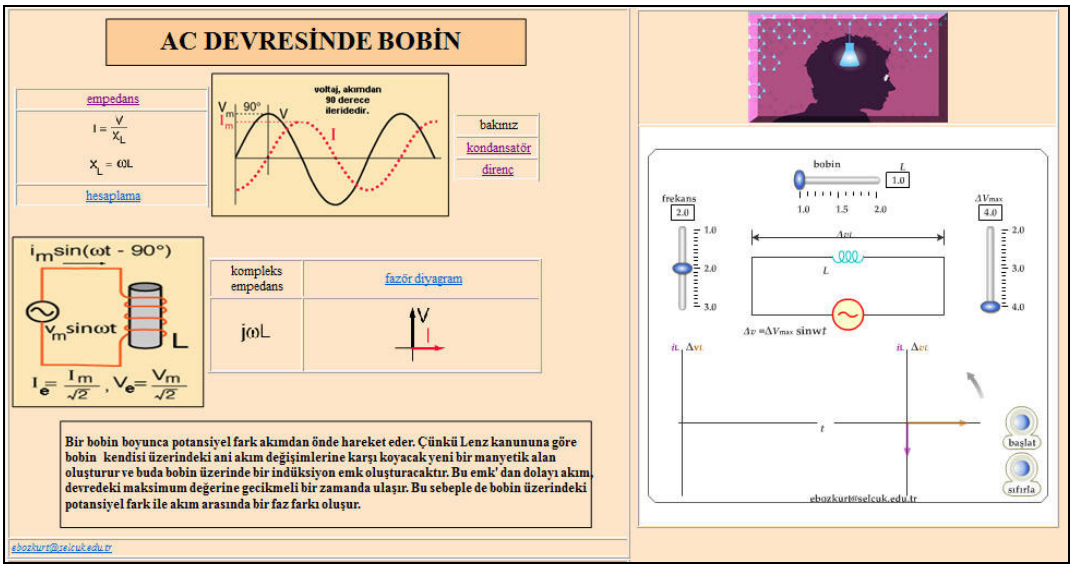
Şekil 4.16. ac devresinde kondansatörün olduğu "Circuit" simülasyonu.

Yine "ac" devresinde sadece kondansatörün olduğu devre için Falstad'ın hazırlamış olduğu "Circuit" simülasyonu ile şekil 4.16'da görülen devre kurulmuştur. Öğrenciler, devre elemanlarına istedikleri aralıklarda değerler vererek deneyi tekrarlamışlardır. Aynı simülasyon yardımıyla değişik kondansatörler kullanılarak devre akımının nasıl değiştiğini karşılaştırmalı olarak gözlemlemek için şekil 4.17' de görülen devreler kurdurulmuştur.



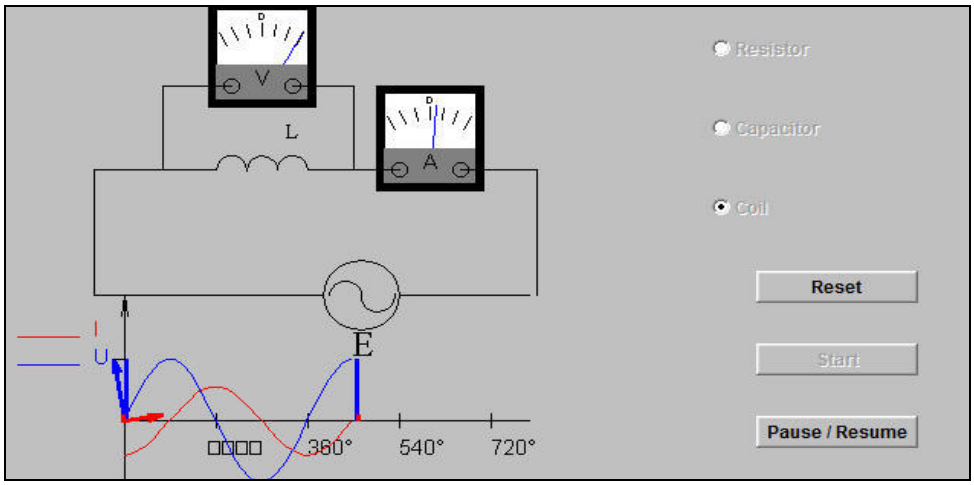
Şekil 4.17. ac devresinde farklı kondansatörün olduğu "Circuit" simülasyonu (Falstad 2003).

Sanal laboratuar uygulamasında alternatif akım devresiyle ilgili üçüncü konu "ac Devresinde Bobin" başlıklı konudur. Bu konu için hazırlanan pencereye gitmek için şekil 4.6' da görülen "L" ye tıklanır. Açılan pencerede şekil 4.18' de görüldüğü gibi "ac" devresinde bobin ile ilgili bilgiler ve konuyla ilgili Flash animasyonu görülmektedir. Konunun anlatımından sonra kullanılan Flash animasyonunda, öğrenciler bobin üzerindeki potansiyel fark değişimini ve akım değişimini gözlemlemişlerdir. Bunu yaparken devrede kullanılan bobinin indüktans değerini, devrenin frekansını ve "ac" kaynağının potansiyel farkını değiştirerek fazör diyagramlarının hareketlerini ve arkalarında bıraktıkları sinüzoidal dalgaları incelemişlerdir.

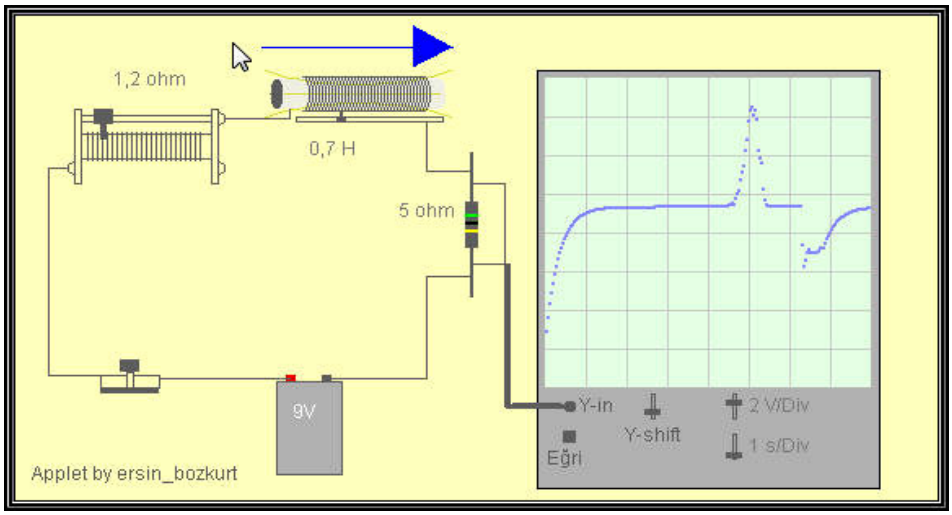


Şekil 4.18. ac devresinde bobin ile ilgili bilgilerin verildiği pencere

Öğrencilerin bobin üzerindeki potansiyel fark değişimini ve akım değişimini daha ayrıntılı incelemeleri için şekil 4.19' da görülen Java animasyonu kullanılmıştır. Bu animasyona ulaşmak için aynı pencerede animasyonun şekline tıklamak yeterlidir.



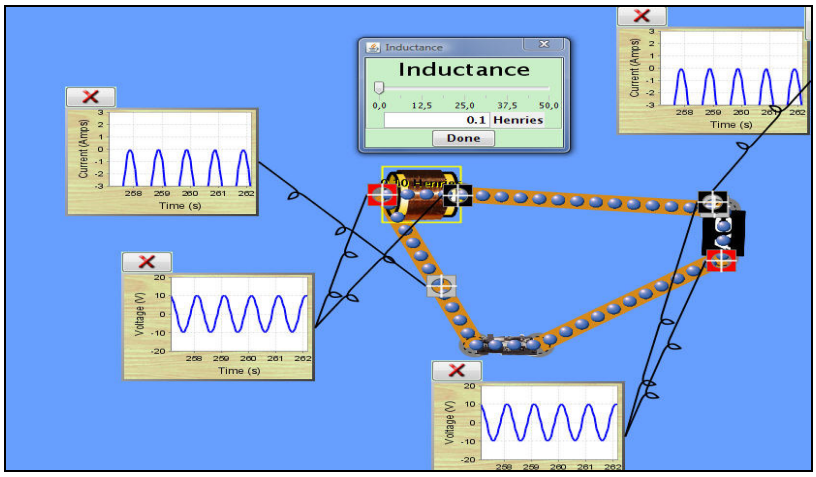
Şekil 4.19. ac devresinde Bobinin olduğu Java animasyonu (Circuit-Magic 2003)



Şekil 4.20. DC devresinde RL'nin davranışı üzerine hazırladığımız Java Simülasyonu

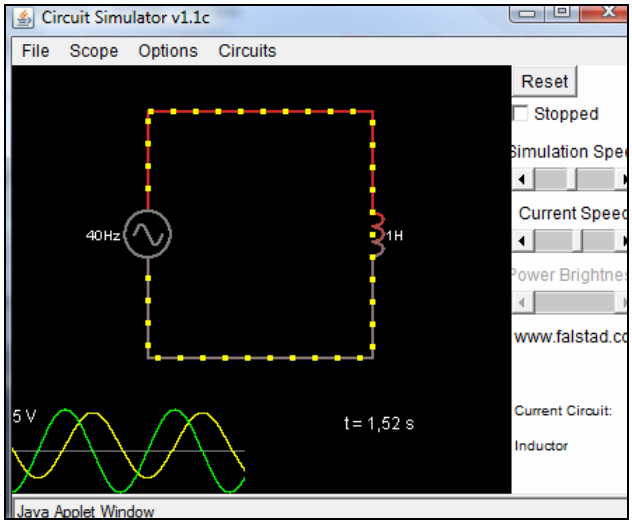
Şekil 4.20'de bobin üzerindeki akım ile potansiyel fark değişimi arasındaki faz farkının oluşum sebebini incelemek için kullanılan doğru akım devresinde bobin ile ilgili araştırıcı tarafından hazırlanan Java simülasyonu görülmektedir. Simülasyonla öğrencilere; anahtar kapatıldığında devreden geçmeye başlayan akımın birden maksimuma ulaşmadığı, bobinin üzerinde birden değişen akım karşısında bir indüksiyon emk oluştuğu gösterilmiştir. Yine aynı simülasyonla akım zamanla maksimuma ulaşıp sabitlendikten sonra bu kez anahtar açıldığında; bobin üzerinde akımla aynı yönlü bir indüksiyon emk'nın oluştuğu ve devredeki akımın zamanla sıfırlandığı gösterilmiştir. Böylelikle öğrencilere, bobin üzerindeki potansiyel fark değişimi ile akım değişimi arasındaki faz farkının doğuşu izah edilmeye çalışılmıştır.

Ayrıca öğrenciler, bobinin indüktansını değiştirerek devre akımındaki değişimleri incelemişlerdir.



Şekil 4.21. ac devresinde bobinin olduğu "cck-ac" simülasyonu (Phet 2006).

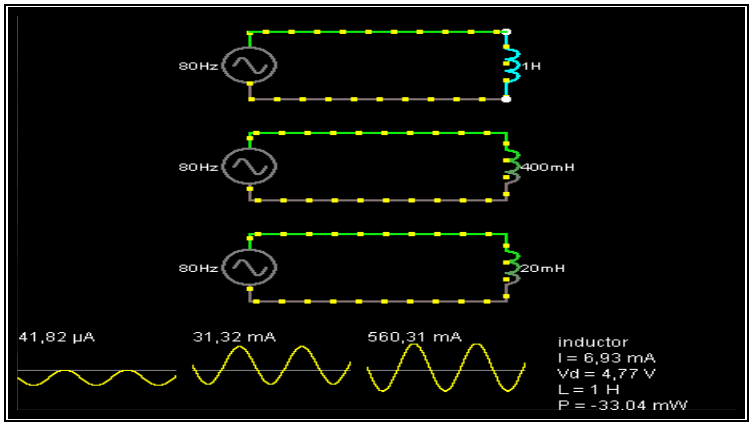
ac devresinde bobin ile ilgili bilgiler verildikten sonra konuyla ilgili deneyin yapılabilmesi için konunun anlatıldığı sayfada verilen şekil 4.21'deki resim tıklanıldığında "cck-ac" simülasyonu açılmaktadır. "cck-ac" simülasyonu ile öğrencilere şekil 4.21'de görülen devre kurdurulmuştur. Öğrenciler bu devreyle devre elemanlarının değerlerini değiştirerek, bobin üzerindeki potansiyel fark değişimlerini ve devre akımındaki değişimleri incelemişlerdir.



Şekil 4.22. ac devresinde bobinin olduğu "Circuit" simülasyonu (Falstad 2003)

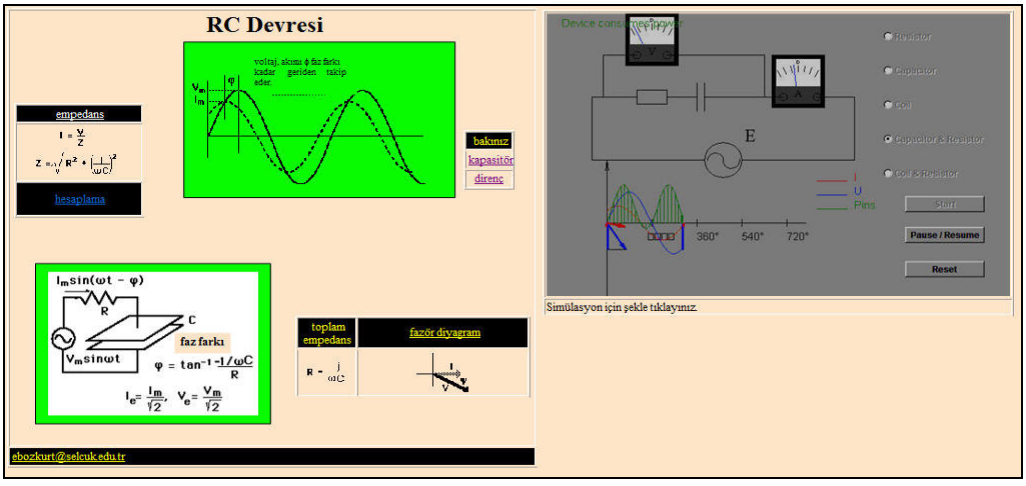
Yine ac devresinde sadece bobinin olduğu devre için Falstad'ın hazırlamış olduğu "circuit" simülasyonu ile şekil 4.22'de görülen devre kurdurulmuştur. Öğrenciler, devre elemanlarına istedikleri aralıklarda değerler vererek deneyi tekrarlamışlardır. Aynı simülasyon yardımıyla değişik indüktansa sahip bobinler

yardımıyla şekil 4.23' te görülen devreler kurdurulmuştur. Bu sayede devre akımının indüktansın değişimi ile nasıl değiştiğini karşılaştırmalı olarak gözlemlemişlerdir. Normal şartlar altında bobin direncinin sıfır olması gerektiğinden ve simülasyonda bu durum gözetildiğinden, devrelere ek bir direnç bağlanmıştır.



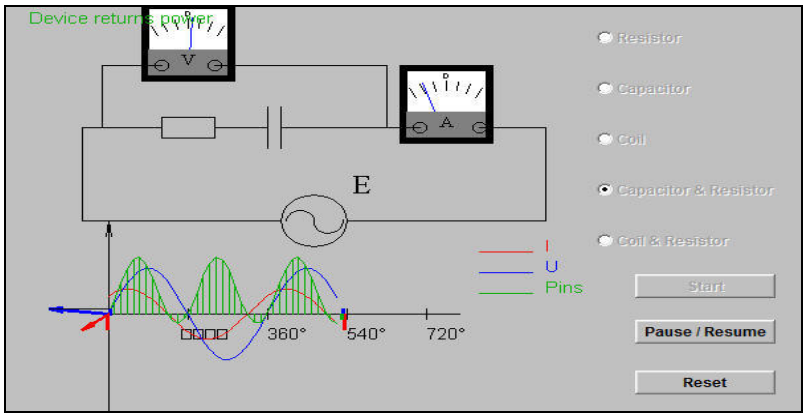
Şekil 4.23. ac devresinde farklı değerlerde bobinlerin kullanıldığı "Circuit" simülasyonu (Falstad 2003).

Sanal laboratuar uygulamasında alternatif akım devresiyle ilgili dördüncü konu "Alternatif Akım RC Devresi" başlıklı konudur. Bu konu için hazırlanan pencereyi açmak için şekil 4.6' da görülen "RC" ye tıklanır. Açılan pencere, şekil 4.24' te görüldüğü gibidir. Bu pencerede, "ac" kaynağına bağlı RC devresi ile ilgili temel bilgiler ve konuyla ilgili Java animasyonu yer almaktadır. Bu başlık altında RC devresinde; empedans, devrenin akımı, devrenin potansiyel farkı, devredeki akım değişimi ile devrenin potansiyel fark değişimi arasındaki faz farkının bulunuşu ile ilgili bilgiler verilmiştir.



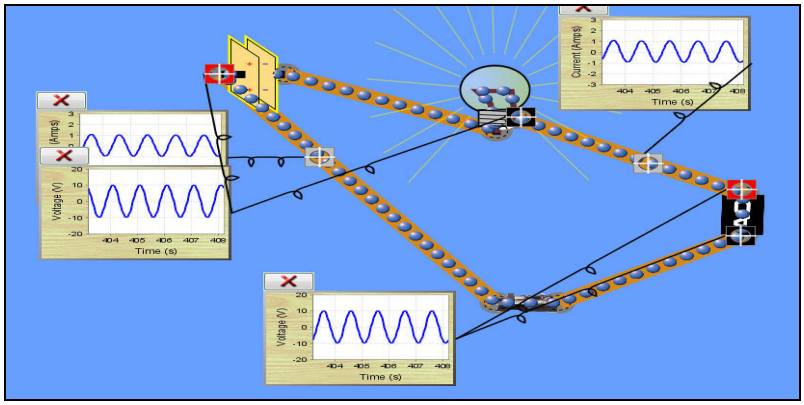
Şekil 4.24. ac devresinde RC konusu ile ilgili temel bilgilerin verildiği pencere

Bu bilgilerin pekiştirilmesi ve konunun daha iyi anlaşılması için konuyla ilgili şekil 4.25'deki Java animasyonu kullanılmıştır. Java animasyonu için şekil 4.24'te verilen resme tıklanması yeterlidir. Öğrencilere bu animasyonla devredeki akım değişimi ile potansiyel fark değişimi arasındaki faz farkı gösterilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu animasyon yardımıyla güç konusuna bir giriş yapılmıştır.



Şekil 4.25. ac devresinde RC konusu için kullanılan Java animasyonu (Circuit-Magic 2003)

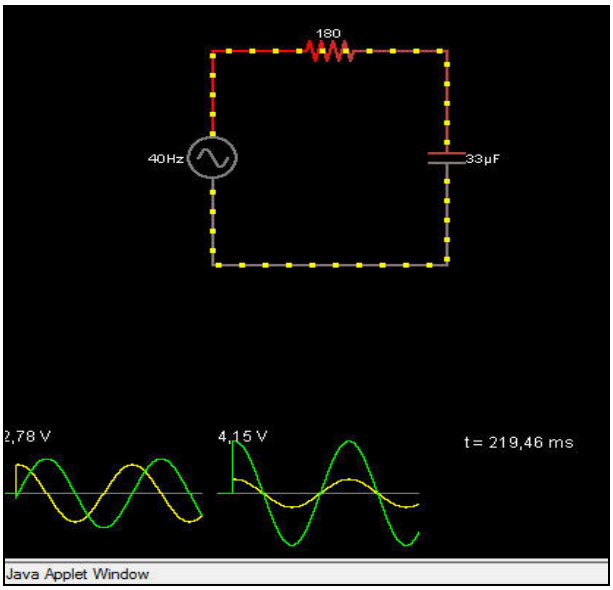
Öğrencilere "ac" kaynağında RC devresi ile ilgili bilgiler verildikten sonra uygulama için "cck-ac" simülasyonu kullanılmıştır. "cck-ac" simülasyonu ile öğrencilere şekil 4.26'da görülen devre kurdurulmuştur. Öğrenciler kurmuş oldukları bu devrede kendilerinin belirledikleri değerlerle; devrenin empedansını, devrenin etkin ve maksimum akımını, her bir elemanın etkin ve maksimum potansiyel farkını ve devrenin etkin ve maksimum potansiyel farkını hesaplamışlardır.



Şekil 4.26. ac devresinde RC konusu için kullanılan "cck-ac" simülasyonu (Phet 2006).

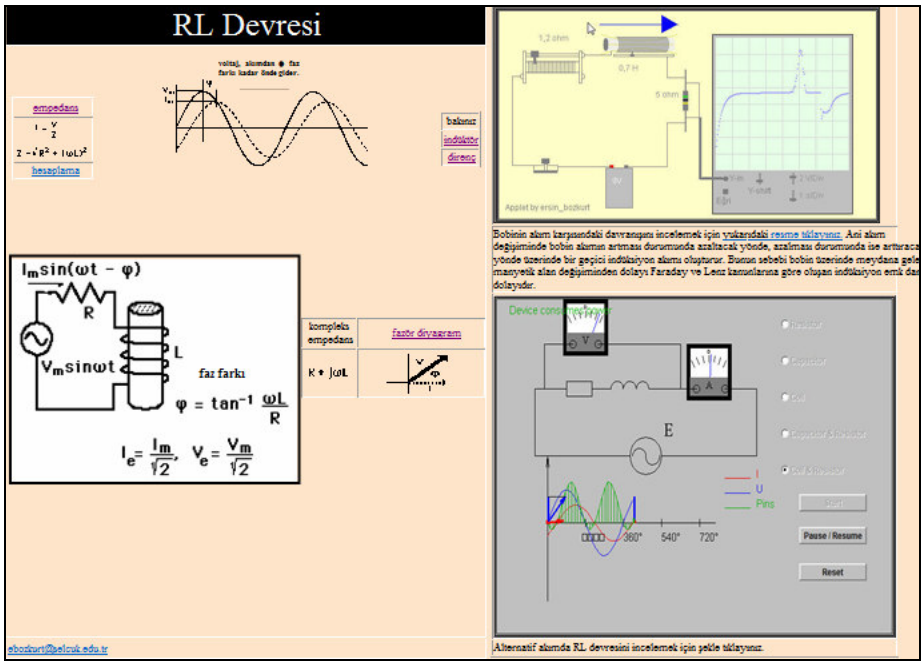
Öğrenciler "cck-ac" simülasyonu ile çalıştıktan sonra her bir devre elemanı üzerindeki potansiyel fark değişimini karşılaştırmalı olarak gözlemleyebilecekleri

Falstad'ın hazırlamış olduğu "Circuit" simülasyonu ile çalışmışlardır. Öğrencilere şekil 4.27'de gösterilen devre kurdurularak her bir elemanın üzerindeki potansiyel fark ve akım değişimini karşılaştırmalı olarak görmeleri için, her bir eleman için osiloskop eklentisi açtırılmıştır. Öğrenciler devre elemanlarının değerlerini değiştirerek potansiyel fark değişimlerini, faz farkını ve akım değişimini gözlemleyerek notlar almışlardır.



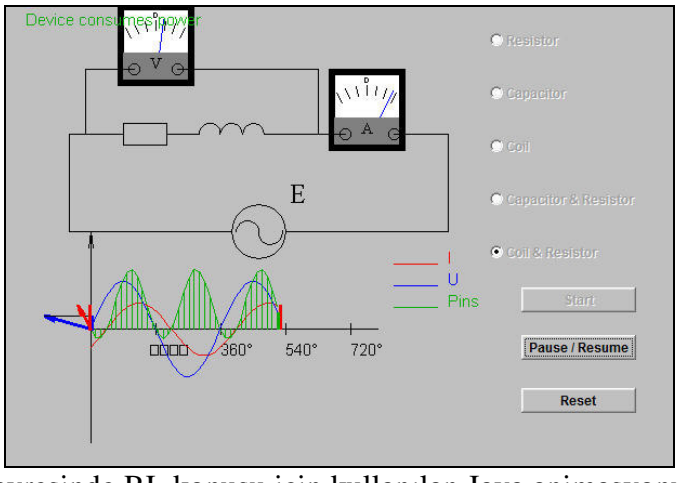
Şekil 4.27. ac devresinde RC konusu için kullanılan "Circuit" simülasyonu (Falstad 2003).

Sanal laboratuar uygulamasında alternatif akım devresiyle ilgili beşinci konu "Alternatif Akım RL Devresi" başlıklı konudur. Bu konu için hazırlanan pencereyi açmak için şekil 4.6' da görülen "RL" ye tıklanır. Açılan pencere şekil 4.28' de görüldüğü gibidir. Bu pencerede "ac" kaynağına bağlı RL devresi ile ilgili temel bilgiler ve konuyla ilgili Java animasyonu yer almaktadır. Bu başlık altında RL devresinde empedans, devrenin akımı, devrenin potansiyel farkı, devredeki akım değişimi ile devrenin potansiyel fark değişimi arasındaki faz farkının bulunuşu ile ilgili bilgiler verilmiştir. Hatırlatma için doğru akım devresinde RL ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.



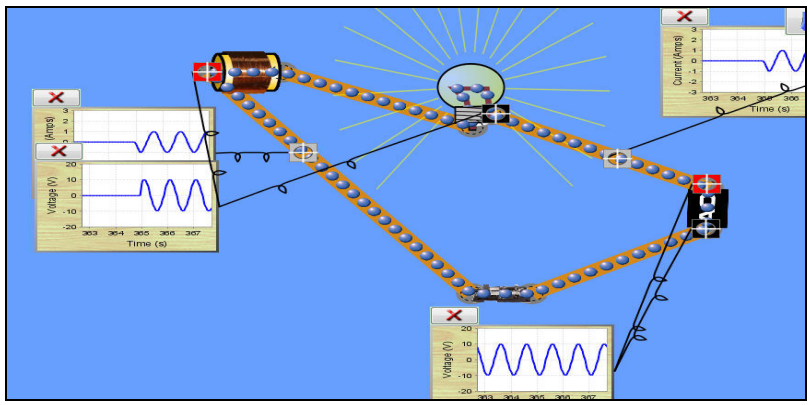
Şekil 4.28. ac devresinde RL konusu ile ilgili temel bilgilerin verildiği pencere

Bu bilgilerin pekiştirilmesi ve konunun daha iyi anlaşılması için konuyla ilgili şekil 4.29'daki Java animasyonu verilmiştir. Java animasyonu için şekil 4.29'da verilen resme tıklanması yeterlidir. Öğrencilere bu animasyonla devredeki akım değişimi ile potansiyel fark değişimi arasındaki faz farkı gösterilmeye çalışılmıştır. Yine bu kısımda da güç ile ilgili konulara değinilmiştir. Java animasyonu üzerinde de devredeki güç değişimi incelenmiştir.

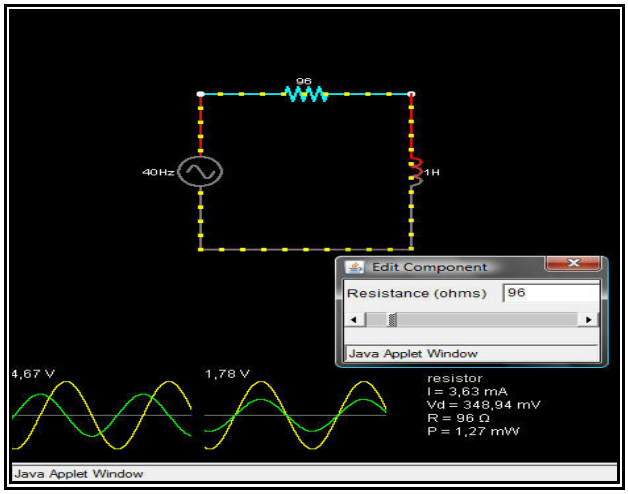


Şekil 4.29. ac devresinde RL konusu için kullanılan Java animasyonu (Circuit-Magic 2003).

Java animasyonu ile yapılan incelemelerden sonra, öğrenciler Phet grubunun "cck-ac" simülasyonu ile çalışmışlardır. Öğrencilere, şekil 4.30'da görülen devre kurdurulmuştur. Öğrenciler devre elemanlarına vermiş oldukları değişik değerlerle; devrenin empedansını, devrenin potansiyel farkını, devrenin akımını, her bir eleman üzerindeki maksimum ve etkin potansiyel fark değerlerini ve devrenin akım değişimi ile potansiyel fark değişimi arasındaki faz farkını hesaplamışlardır. Öğrencilerin devre elemanları üzerindeki potansiyel fark ve akım değişimlerini karşılaştırmalı olarak görebilmeleri için, Falstad'ın hazırlamış olduğu "Circuit" simülasyonu kullanılmıştır. Bu simülasyonla şekil 4.31'de görülen devre kurdurulmuştur. Öğrenciler bu simülasyonda da devre elemanlarının değerlerini değiştirerek gerekli hesaplamaları yapmış ve her bir eleman üzerindeki potansiyel fark değişimi ile devreden geçen akımın değişimini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir.

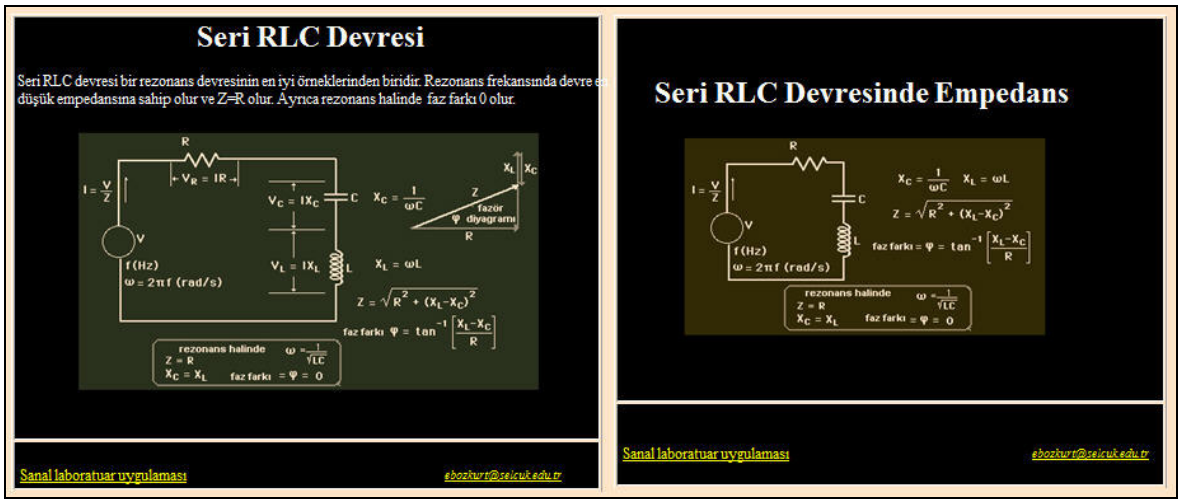


Şekil 4.30. ac devresinde RL konusu için kullanılan "cck-ac" simülasyonu (Phet 2006).



Şekil 4.31. ac devresinde RL konusu için kullanılan "Circuit" simülasyonu (Falstad 2003).

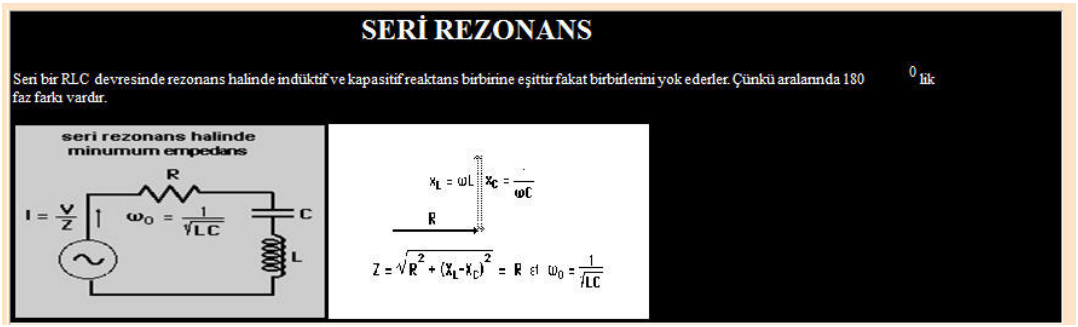
Sanal laboratuar uygulamasında alternatif akım devresiyle ilgili altıncı konu "Alternatif Akımda Seri RLC Devresi" başlıklı konudur. Bu konu için hazırlanan pencereyi açmak için şekil 4.6' da görülen "RLC" ye tıklatılır. Açılacak pencerede seri RLC devresi ile ilgili bilgiler sırasıyla aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



Şekil 4.32. Seri RLC devresi ile ilgili temel bilgilerin verildiği resimlerden bir görünüm

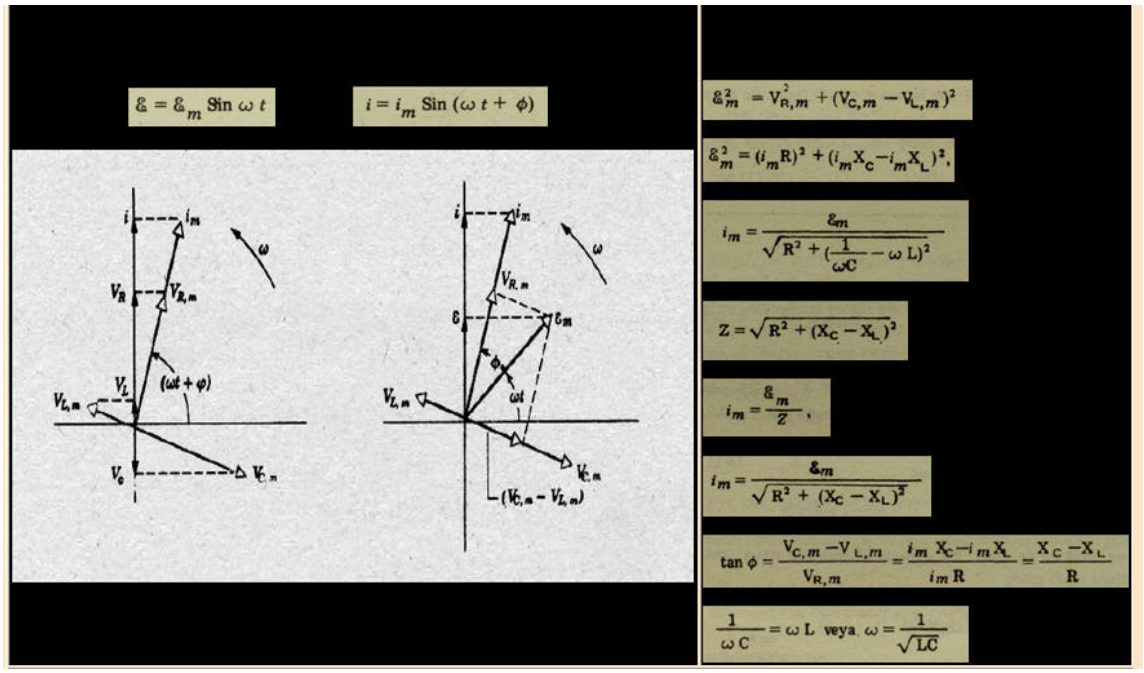
Seri RLC devresi ile ilgili hazırlanmış olan sayfanın en başında, şekil 4.32'de görüldüğü üzere devrenin empedansı, fazör diyagramları, faz farkı ve rezonans frekansı ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Konu ile ilgili temel bilgiler verildikten sonra, öğrencilere seri RLC devresinde rezonansın ne olduğu ve nasıl bulunacağı hakkında kısa bir bilgi verilmiştir (şekil 4.33).



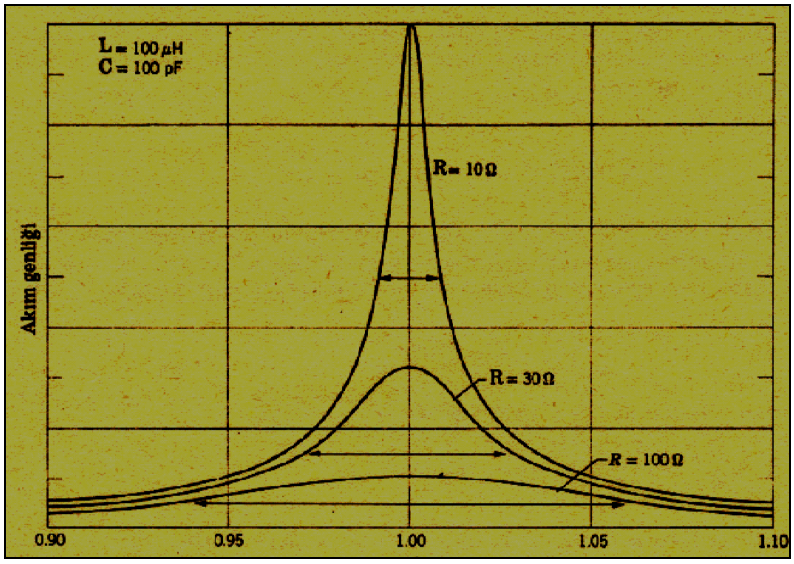
Şekil 4.33. Seri RLC devresinde rezonans ile ilgili temel bilgiler

Empedans ve rezonans hakkında verilen kısa bilgilerden sonra, seri RLC devresi ile ilgili gerekli bağıntılar türetilmiştir (şekil 4.34).



Şekil 4.34. Seri RLC devresi ile ilgili gerekli bağıntılar

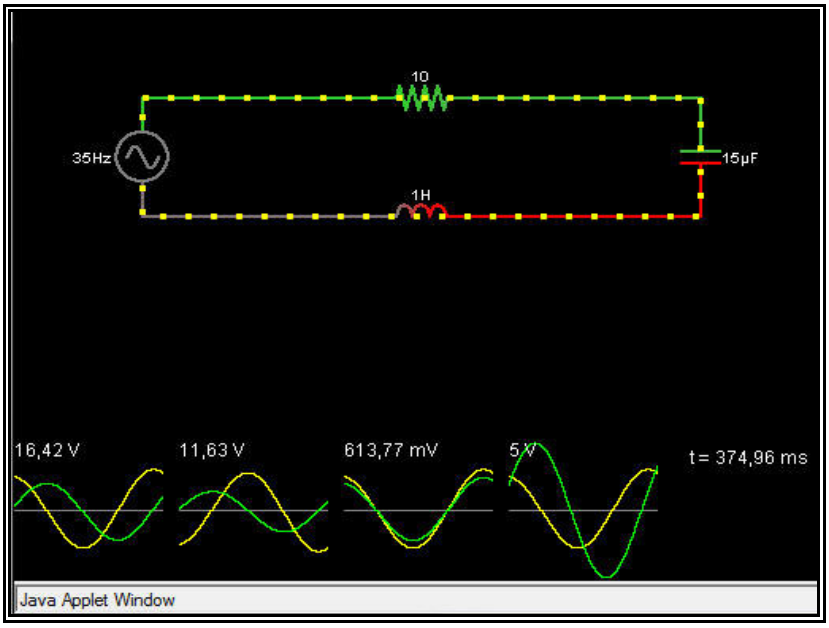
Seri RLC devresi ile ilgili gerekli bağıntıların türetilmesinden sonra, rezonans hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Bunun için şekil 4.35'de indüktansın ve kapasitansın birbirine eşit olduğu rezonans halindeki bir devrede, akımın sadece dirençle değiştiğini gösteren bir grafik kullanılmıştır.



Şekil 4.35. Rezonans halinde akımın dirençle nasıl değiştiğini gösteren grafik.

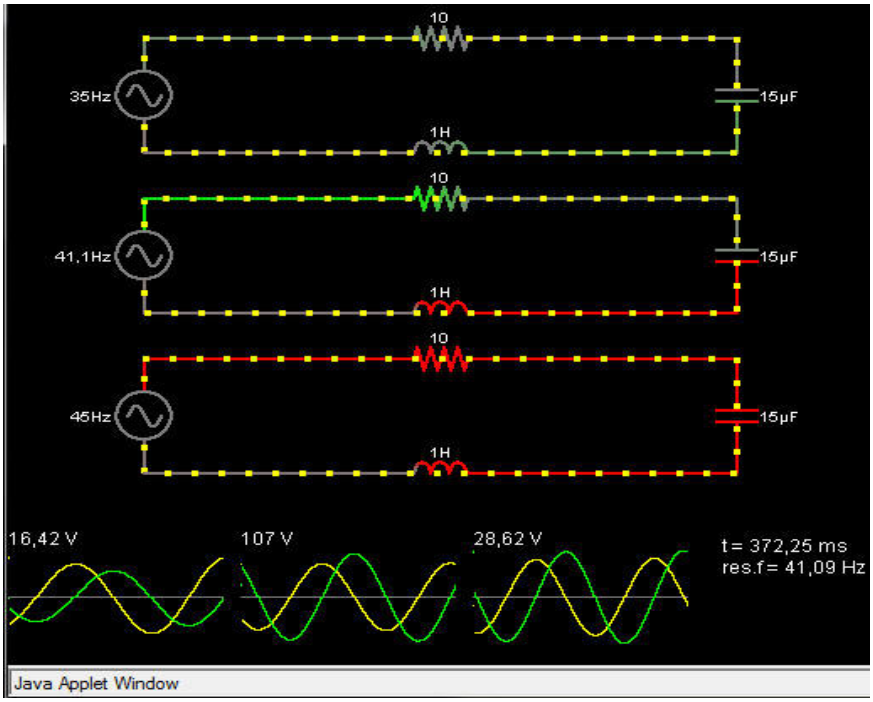
Öğrencilere verilen bu bilgilerden sonra uygulama için öncelikle Falstad'ın hazırlamış olduğu "Circuit" simülasyonu ile uygulama yapılmıştır. Öğrencilere şekil 4.36'da görülen devre kurdurulmuştur. Öğrenciler bu devrede seçmiş oldukları devre

elemanlarının değerlerini kendileri belirlemişlerdir. Devrenin rezonansa uğraması için devrenin empedansının direncin değerine eşit olması için gerekli olan frekans değerini hesaplamışlardır. Ardından kaynağın frekansını, buldukları frekans değerine getirerek devreyi rezonansa uğratmışlardır. Devrenin rezonans halinde olmadığı durumda, devredeki akım değişimi ile devrenin potansiyel fark değişimi arasındaki faz farkını hesaplamışlardır. Devredeki her bir elemana ait potansiyel fark değişimi ile devrenin akım değişimini simülasyondaki osiloskop yardımıyla ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Devre rezonans halinde iken kondansatör ve bobin üzerindeki potansiyel fark değişimlerinin birbirlerini sönümleyici hareket içerisinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

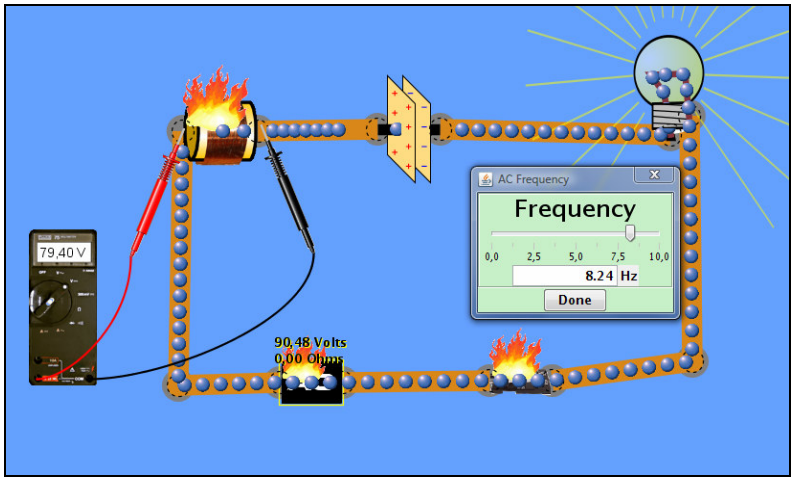


Şekil 4.36. Alternatif akımda seri RLC devresinin kurulu olduğu "Circuit" simülasyonu (Falstad 2003).

Devrenin rezonans hali ile rezonans halinde olmayan diğer durumları arasındaki farkları gözlemlemek için şekil 4.37'deki gibi üç ayrı devre kurdurulmuş ve devrelerin potansiyel fark değişimleri ile akım değişimleri karşılaştırılmıştır.

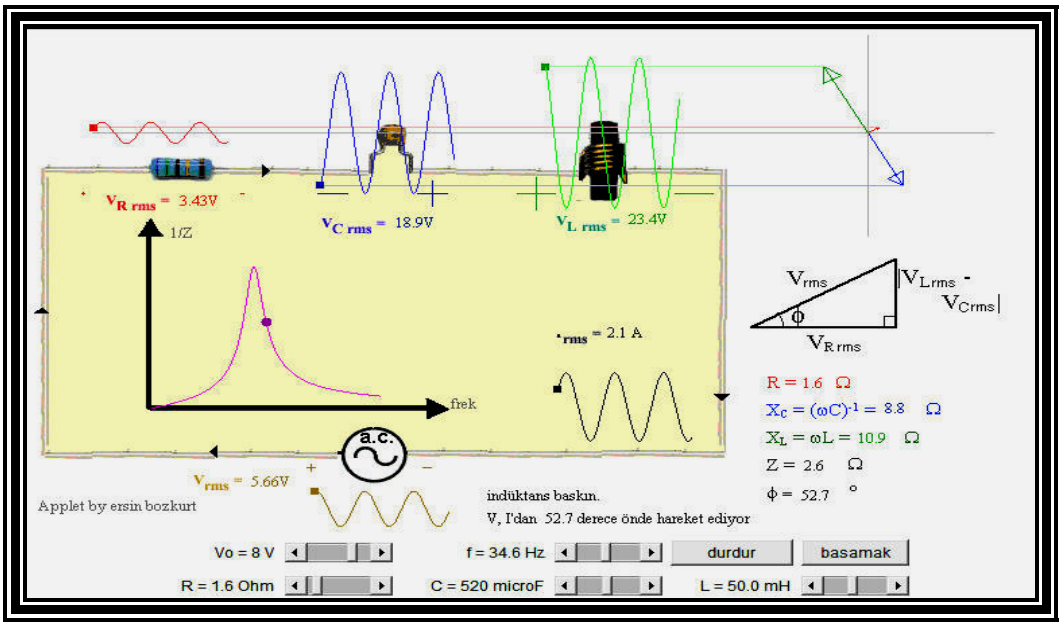


Şekil 4.37. Alternatif akımda değişik empedanslara sahip RLC devrelerinin kurulu olduğu "Circuit" simülasyonu (Falstad 2003).



Şekil 4.38. Alternatif akımda seri RLC devresinin kurulu olduğu "cck-ac" simülasyonu (Phet 2006).

Aynı deney "cck-ac" simülasyonu ile tekrarlanmıştır. Bunun için şekil 4.38'de görülen devre kurdurulmuştur. Bu devrede direnç yerine lamba kullanılarak devrenin rezonans halinde maksimum akıma ulaştığında lambanın parlaklığının artacağı düşüncesinden hareket edilmiştir. Öğrencilere devreyi rezonansa getirmeleri için devre elemanlarının değerlerini değiştirterek devredeki lambanın en parlak yandığı bir anda, kaynağın frekansı kullanılarak empedans ve akım hesaplattırılmıştır.



Şekil 4.39. Hazırlamış olduğumuz ac devresinde seri RLC simülasyonu

Son olarak şekil 4.39'da verilen araştırıcı tarafından hazırlanan RLC simülasyonu ile çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Bu simülasyonla, öğrencilerin seri RLC devresinde olabilecek tüm değişimleri aynı anda görebilmeleri sağlanmıştır. Öğrenciler devre elemanlarının değerlerini değiştirerek herhangi bir anda indüktansın, kapasitansın, empedansın, akımın, devrenin ve devre elemanlarının üzerindeki potansiyel farkının ve faz farkının değerlerini hesaplayarak simülasyon üzerindeki değerlerle karşılaştırmışları sağlanmıştır.

5- ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

5.1. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

5.1.1. Grupların Ön-Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bu başlık altında deneysel grupların ön-test sonuçları; bilgi, kavrama, uygulama ve toplam başarı düzeylerinde karşılaştırılmıştır. Grupların bu düzeylerde almış oldukları ortalama puanlar SPSS 13.00 programı kullanılarak Anova ve bar analizleri yapılmıştır.

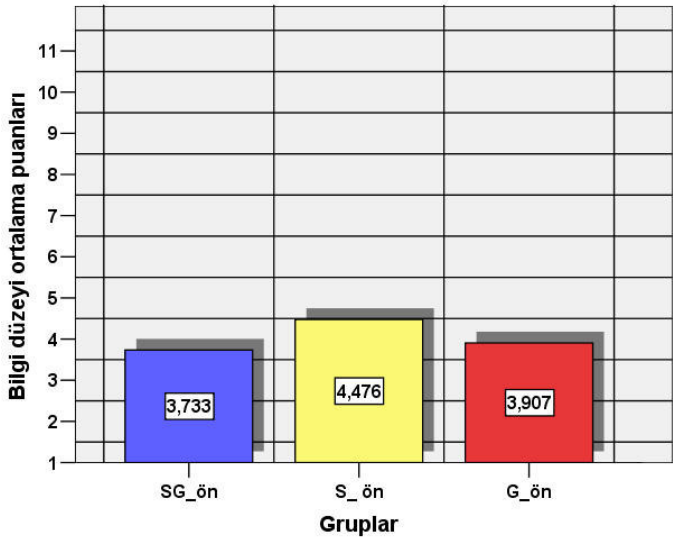
5.1.1.1.Grupların ön-test bilgi düzeylerinin karşılaştırılması

Grupların ön test bilgi basamağındaki sorulara verdikleri cevapların ortalamaları tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Grupların ön-test bilgi basamağındaki ortalama puanları

Gruplar	N	$\overline{X}$	Std. Sapma	Std. Hata
SG ön	30	3.733	3.26880	0.59680
S ön	42	4.476	1.68549	0.26008
G ön	43	3.907	2.68872	0.41003
Toplam	115	4.070	2.55027	0.23781

Tablodan da görüldüğü üzere SG, S ve G gruplarının ortalama puanları sırasıyla; 3.733, 4.476 ve 3.907'dir. Grupların ortalama puanlarına ilişkin yapılan bar analizi Şekil. 5.1'deki gibidir. Buna göre grupların Ortalama puanları arasındaki farklar; ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{S}$) -0.743, ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{G}$) -0.174 ve ($\overline{X}_{S} - \overline{X}_{G}$) 0**.**569'dur. Grupların ön test bilgi düzeyi ortalama puanları arasında oluşan farkların anlamlı olup olmadığını incelemek için yapılan Anova Testi sonuçları tablo 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Grupların ön-test bilgi basamağındaki ortalama puanları

Tablo 5.2.Ön test bilgi düzeyinde gruplar içi ve gruplar arası Anova testi

ANOVA bilgi	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	11.473	2	5.736	0.880	0.418
Gruplar içinde	729.971	112	6.518		
Toplam	741.443	114			

Tabloya göre grupların bilgi düzeyindeki ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($F_{(2\text{-}112)}$=0.880 P>0.05). Bu sonuca göre grupların ön bilgi düzeylerinin aynı olduğu kanaatine varılmıştır.

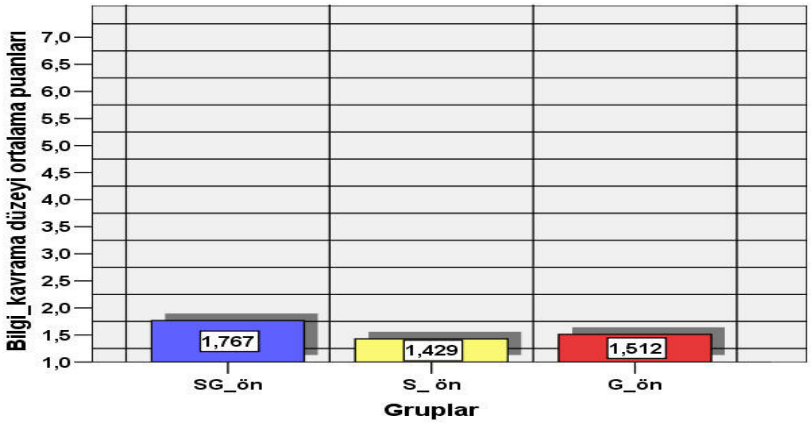
5.1.1.2. Grupların ön-test kavrama düzeylerinin karşılaştırılması

Grupların ön-test kavrama basamağındaki ortalama puanları tablo 5.3'te görüldüğü gibidir.

Tablo 5.3. Grupların ön-test kavrama basamağındaki ortalama puanları

Gruplar	N	$\overline{X}$	Std. Sapma	Std. Hata
SG ön	30	1.767	1.278	0.233
S ön	42	1.429	0.859	0.132
G ön	43	1.512	1.222	0.186
Toplam	115	1.5478	1.117	0.104

Tabloya göre grupların kavrama düzeyinde almış olduğu ortalama puanlar sırasıyla; 1.767, 1.429 ve 1.512'dir. Şekil 5.2'de ortalama puanlara ilişkin bar analizi görülmektedir. Buna göre grupların ön-test kavrama düzeyleri arasındaki farklar sırasıyla; ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{S}$) 0.338, ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{G}$) 0.255 ve ($\overline{X}_{S} - \overline{X}_{G}$) -0.083'tür. Grupların ortalama puanları arasındaki farkların anlamlı olup olmadığını gösteren Anova Testi, tablo 5.4'teki gibidir.



Şekil 5.2. Grupların ön-test kavrama basamağındaki ortalama puanları

Tablo 5.4. Ön test kavrama düzeyinde gruplar içi ve gruplar arası Anova testi

ANOVA kavrama	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	2.090	2	1.045	0.834	0.437
Gruplar içinde	140.397	112	1.254		
Toplam	142.487	114			

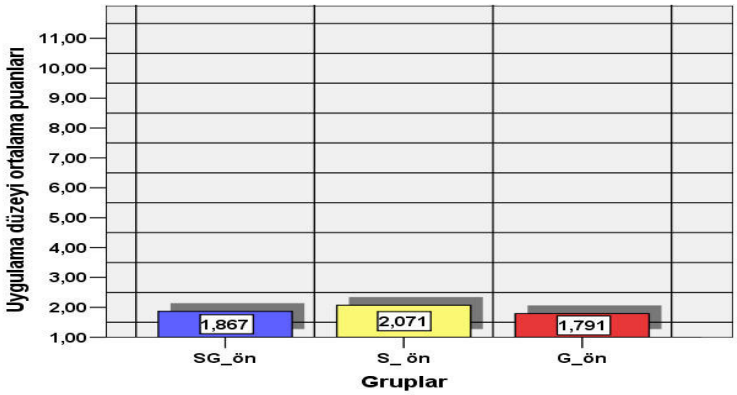
Tablo 5.4'e göre grupların kavrama düzeyindeki ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($F_{(2-112)}$=0.834 P>0.05). Bu sonuçla grupların ön kavrama düzeylerinin aynı olduğu kanaatine varılmıştır.

5.1.1.3. Grupların ön-test uygulama düzeylerinin karşılaştırılması

Grupların ön test uygulama basamağındaki sorulara verdikleri cevapların ortalamaları tablo 5.5'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere SG, S ve G gruplarının ortalama puanları sırasıyla; 1.8667, 2.0714 ve 1.7907 olarak bulunmuştur. Bu puanlara ilişkin yapılan bar analizi şekil 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.5. Grupların ön-test uygulama basamağındaki ortalama puanları

Gruplar	N	$\overline{X}$	Std. Sapma	Std. Hata
SG ön	30	1.867	1.407	0.257
S ön	42	2.071	1.613	0.249
G ön	43	1.791	1.245	0.189
Toplam	115	1.913	1.423	0.132



Şekil 5.3. Grupların ön-test uygulama basamağındaki ortalama puanları

Tablo 5.5'e göre grupların ön-test uygulama basamağındaki ortalama puanları arasındaki farklar; ($\overline{X}_{SG}$ - $\overline{X}_{S}$) -0.205, ($\overline{X}_{SG}$ - $\overline{X}_{G}$) -0.076 ve ($\overline{X}_{S}$ - $\overline{X}_{G}$) 0.281'dir. Grupların ortalama puanları arasındaki farkların anlamlılığı için yapılan Anova Testi, tablo 5.6'daki gibidir.

Tablo 5.6.Ön test uygulama düzeyinde gruplar içi ve gruplar arası Anova testi

ANOVA Uygulama	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	1.762	2	0.881	0.430	0.651
Gruplar içinde	229.369	112	2.048		
Toplam	231.130	114			

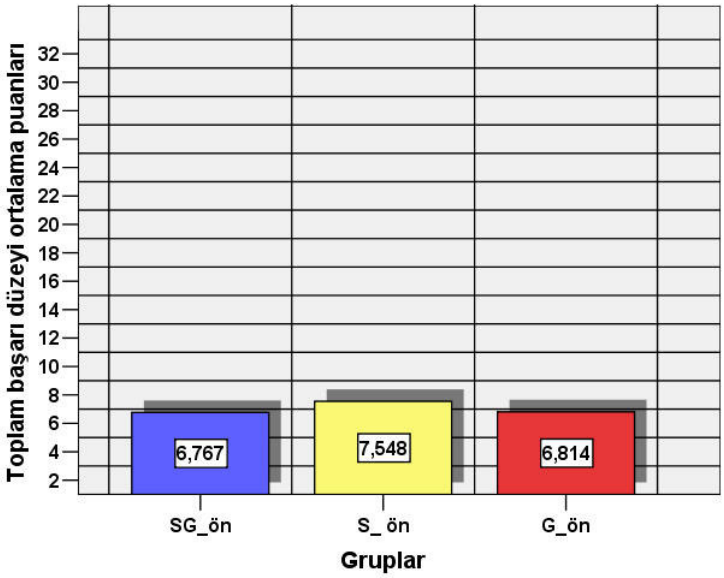
Tabloya göre grupların ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($F_{(2-112)}$=0.430 P>0.05). Bu sonuca göre grupların ön test uygulama düzeyleri denktir.

5.1.1.4.Grupların ön-test toplam başarı düzeylerinin karşılaştırılması

Tablo 5.7 ve şekil 5.4'te grupların ön-test toplam başarı düzeyinde almış oldukları ortalama puanlar görülmektedir.

Tablo 5.7. Grupların ön-test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları

Gruplar	N	$\overline{X}$	Std. Sapma	Std. Hata
SG ön	30	6.767	4.19099	0.76517
S ön	42	7.548	3.02995	0.46753
G ön	43	6.814	3.85608	0.58805
Toplam	115	7.070	3.65802	0.34111



Şekil 5.4. Grupların ön-test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları

Buna göre grupların ön-test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları arasındaki farklar; ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{S}$) -0.781, ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{G}$) -0.047 ve ($\overline{X}_{S} - \overline{X}_{G}$) 0.734'tür. Gruplar arasında ön test toplam başarı düzeyinde oluşan bu farkların anlamlı olup olmadığını incelemek için yapılan Anova Testi sonuçları, tablo 5.8'deki gibidir.

Tablo 5.8.Ön-Test toplam başarı düzeyinde gruplar içi ve gruplar arası Anova testi

ANOVA toplam başarı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplar arası	15.160	2	7.580	0.562	0.572
Gruplar içinde	1510.283	112	13.485		
Toplam	1525.443	114			

Yapılan Anova testine göre grupların ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($F_{(2-112)}$=0.562 P>0.05). Bu sonuçla grupların ön test toplam başarı düzeylerinin eşit olduğu kanaatine varılmıştır.

5.1.2.Grupların Kendi İçinde Ön ve Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bu bölümde deneysel gruplar, kendi içinde sırasıyla; bilgi, kavrama, uygulama ve toplam başarı düzeylerinde ön ve son testte almış oldukları ortalama puanlar açısından bağımsız t testi yapılarak karşılaştırılmıştır. Bağımsız t testi sonuçları, Levene istatistiği göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır. Levene istatistiği ve bağımsız t testi sonucu bulunan P değerlerinin karıştırılmaması için, P değerleri sırasıyla Levene istatistiği için P_1; bağımsız t testi için ise P_2 olarak verilmiştir. Ayrıca grupların ortalama puanları üzerinden başarı yüzdeleri hesaplanarak grafikler oluşturulmuştur.

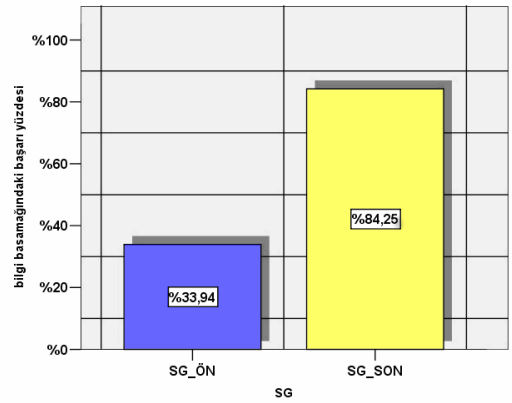
5.1.2.1. SG grubunun ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması

5.1.2.1.1. SG grubunun bilgi basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

Tablo 5.9'a göre SG grubunun ön ve son test bilgi basamağı sorularından almış olduğu ortalama puanlar sırasıyla $\overline{X}_{SG_ön}$=3.733 ve $\overline{X}_{SG_son}$=9.267'dir. Buna göre SG grubunun bilgi düzeyindeki ortalama puanları arasındaki fark ($\overline{X}_{SG_son}$-$\overline{X}_{SG_ön}$) 5.534'tür. Ortalama puanlar üzerinden hesaplanan başarı yüzdeleri ise şekil 5.5'teki gibidir.

Tablo 5.9. SG grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
bilgi	**SG_ön**	30	3.733	3.268	0.596
	SG_son	30	9.267	2.116	0.386



Şekil 5.5. SG grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki başarı yüzdeleri

SG grubunun ön ve son test bilgi düzeyleri arasındaki ortalama puan farkının anlamlılığı için yapılan bağımsız t testi sonucu tablo 5.10' daki gibidir.

Tablo 5.10. SG grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

SG_son SG_ön	Levene istatistiği		t testi				
	F	P_1	t	sd	P_2	Ortalama puan farkı	Std. Hata farkı
Bilgi	16.804	0.000	7.783	49.676	0.000	5.534	0.710

Tablo'ya göre Levene istatistiği sonucu, SG grubunun ön ve son test bilgi düzeyindeki varyansları eşit değildir (F=16.804 P_1<0.05). Varyansların eşit olmadığı durumdaki bağımsız t testi sonucuna göre, SG grubunun bilgi basamağı düzeyinde ön ve son test ortalama puanları arasındaki fark 0.05 manidarlık düzeyinde anlamlıdır ($t_{(58)}$=7.783 P_2 <0.05). Buna göre SG grubu, son test bilgi basamağında ön teste göre oldukça başarılıdır.

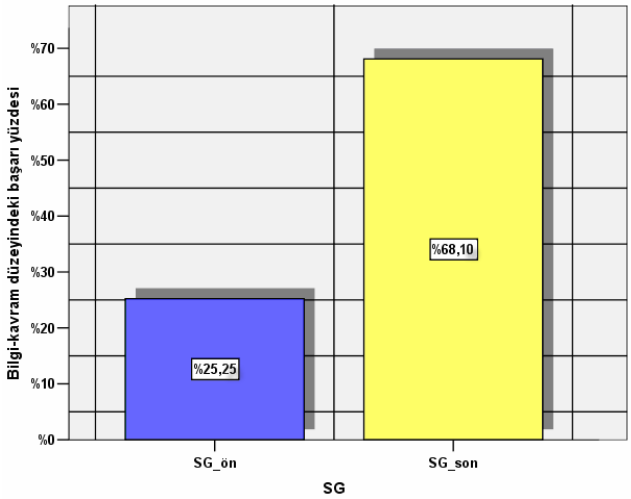
5.1.2.1.2. SG grubunun kavrama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

Tablo 5.11'de SG grubunun ön ve son testte, kavrama düzeyinde almış olduğu ortalama puanlar yer almaktadır.

Tablo 5.11. SG grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
bilgi_kavrama	**SG_ön**	30	1.767	1.278	0.233
	SG_son	30	4.767	1.330	0.242

Buna göre SG grubunun ön ve son test kavrama düzeyindeki ortalama puan farkı ($\overline{X}_{SG_son}$- $\overline{X}_{SG_ön}$) 3.000'dir. SG grubunun bu düzeydeki başarı yüzdeleri şekil 5.6'daki gibidir.



Şekil 5.6. SG grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki başarı yüzdeleri

Şekil 5.6'ya göre SG grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki başarı yüzdeleri sırasıyla; %25.25 ve %68.10 olarak bulunmuştur. SG grubunun ön ve son test kavrama düzeyleri arasında oluşan bu farkın anlamlılığı için yapılan bağımsız t testi sonuçları tablo 5.12'deki gibidir.

Tablo 5.12. SG grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

SG_son SG_ön	Levene istatistiği		t testi				
	F	P_1	t	sd	P_2	Ortalama puan farkı	Std. Hata farkı
Kavrama	0.111	0.740	8.905	58	0.000	3.000	0.336

Tabloya göre SG grubunun ön ve son test kavrama düzeyindeki varyansları eşittir ($F=0.111$ $P_1>0.05$). Varyansların eşitliğinde yapılan bağımsız t testi sonucuna göre, ortalama puanlar arasındaki fark anlamlıdır ($t_{(58)}=8.905$ $P_2<0.05$). Bu sonuca göre SG grubu, son test kavrama basamağında ön teste göre oldukça başarılı bulunmuştur.

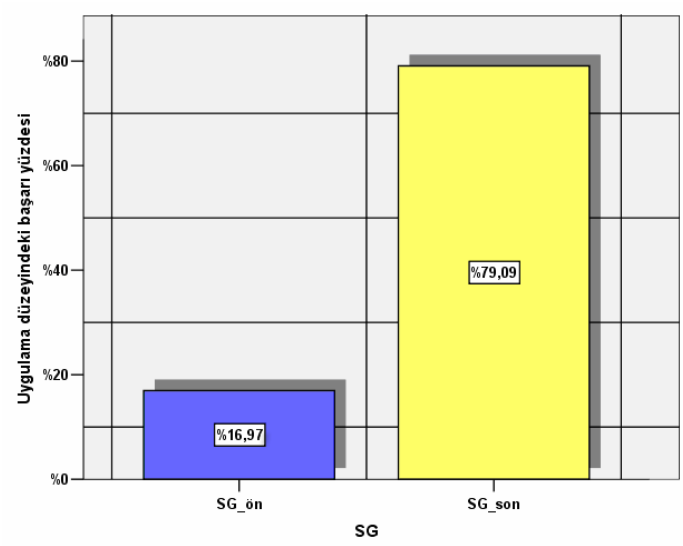
5.1.2.1.3. SG grubunun uygulama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

Tablo 5.13'te SG grubunun ön ve son başarı testinde, uygulama düzeyinde almış olduğu ortalama puanlar $\overline{X}_{SG_ön}=1.867$ ve $\overline{X}_{SG_son}=8.700$ olarak verilmiştir.

Tablo 5.13. SG grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
uygulama	**SG_ön**	30	1.867	1.407	0.257
	SG_son	30	8.700	1.932	0.352

Buna göre SG grubunun ortalama puanları arasındaki fark ($\overline{X}_{SG_son}$- $\overline{X}_{SG_ön}$) 6.833'tür. Grubun ortalama puanları üzerinden hesaplanan başarı yüzdeleri şekil 5.7' deki gibidir.



Şekil 5.7. SG grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki başarı yüzdeleri

Şekle göre grubun ön ve son test uygulama düzeyindeki başarı yüzdeleri sırasıyla; %16.97 ve %79.09'dur. SG grubunun uygulama düzeyindeki ortalama puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını incelemek için yapılan bağımsız t testi sonucu tablo 5.14'teki gibidir.

Tablo 5.14. SG grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

SG_son SG_ön	**Levene istatistiği**		**t testi**				
	F	**P_1**	**t**	**sd**	**P_2**	**Ortalama puan farkı**	**Std. Hata farkı**
Uygulama	4.677	0.035	15.655	53.015	0.000	6.833	0.436

Tablo 5.14'e göre SG grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki varyansları eşit değildir (F=4.677 P_1<0.05). Varyansların eşit olmadığı durumda yapılan bağımsız t testine göre ortalama puanlar arasındaki fark istatistikî olarak anlamlıdır ($t_{(58)}$=15.655 P_2<0.05). Bu sonuca göre SG grubu, son test uygulama basamağında ön teste göre oldukça başarılıdır.

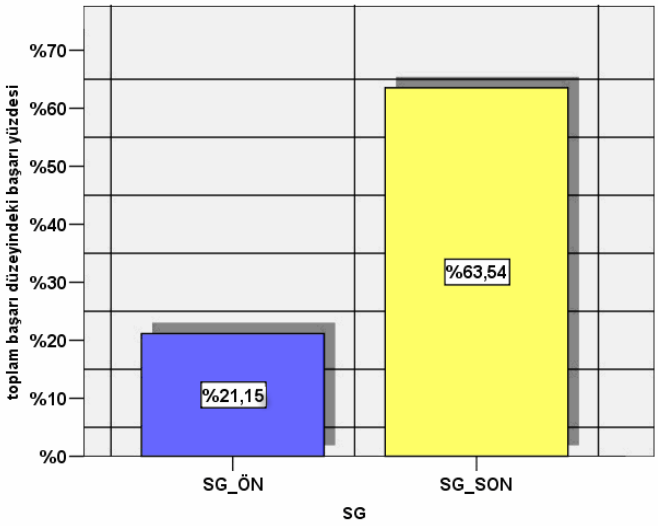
5.1.2.1.4. SG grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki sonuçlarının karşılaştırılması:

SG grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyinde almış olduğu ortalama puanlar tablo 5.15'teki gibidir.

Tablo 5.15. SG grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
Toplam-başarı	SG_ön	30	6.767	4.190	0.765
	SG_son	30	20.333	3.219	0.587

Tabloya göre ortalama puanlar arasındaki fark hesaplandığında ($\overline{X}_{SG_son} - \overline{X}_{SG_ön}$), 13.566 bulunur. Ortalama puanlar üzerinden hesaplanan başarı yüzdeleri şekil 5.8'deki gibidir.



Şekil 5.8. SG grubunun ön ve son test toplam başarı basamağındaki başarı yüzdeleri

Şekle göre grubun başarı yüzdeleri ön ve son test için sırasıyla; %21.15 ve %63.54 bulunmuştur. Ön ve son test toplam başarı düzeyinde oluşan bu farkın, anlamlı olup olmadığını incelemek için yapılan bağımsız t testi sonucu tablo 5.16'daki gibidir.

Tablo 5.16. SG grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t tesi sonucu

SG_son SG_ön	Levene istatistiği		t testi				
	F	P_1	t	sd	P_2	Ortalama puan farkı	Std. Hata farkı
Toplam-başarı	3.284	0.075	14.060	58	0.000	13.566	0.964

Tabloya göre Levene istatistiği sonucu varyansların eşit olduğu görülmektedir ($F=3.284$ $P_1>0.05$). Bu durumda yapılan bağımsız t testi sonucu, ortalama puanlar arasındaki fark istatistikî olarak anlamlıdır ($t_{(58)}=14.060$ $P_2<0.05$). Bu sonuçla SG grubu, son test toplam başarı basamağında ön teste göre oldukça başarılı bulunmuştur.

5.1.2.2. S grubunun ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması

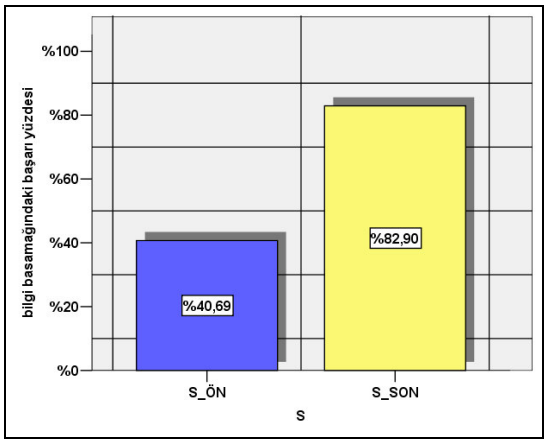
5.1.2.2.1. S grubunun bilgi basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

S grubunun ön ve son test bilgi basamağında almış olduğu ortalama puanlar tablo 5.17'de görüldüğü gibidir.

Tablo 5.17. S grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
bilgi	S_ön	42	4.476	1.685	0.260
	S_son	42	9.119	1.564	0.241

Buna göre S grubunun ön ve son test bilgi basamağında almış olduğu ortalama puanlar arasındaki fark ($\overline{X}_{S_son}-\overline{X}_{S_ön}$) 4.643'tür. Grubun ortalama puanlar üzerinden hesaplanan başarı yüzdeleri ise şekil 5.9'daki gibidir.



Şekil 5.9. S grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki başarı yüzdeleri

Şekle göre S grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki başarı yüzdeleri sırasıyla; %40.69 ve %82.90'dır. S grubunun, ön ve son test bilgi düzeyleri arasında oluşan bu farkın anlamlılığı için yapılan bağımsız t testi sonucu tablo 5.18'deki gibidir.

Tablo 5.18. S grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

S_son S_ön	Levene istatistiği		t testi				
	F	P_1	t	sd	P_2	Ort. puan farkı	Std. Hata farkı
Bilgi	0.306	0.581	13.083	82	0.000	4.643	0.354

Tabloya göre Levene istatistiği sonucu, varyansların eşit olduğu görülmektedir (F=0.306 P_1>0.05). Varyansların eşitliği durumunda yapılan bağımsız t testi sonucuna göre, S grubu için bilgi basamağında hesaplanan ortalama puan farkı anlamlı ve son-test lehinedir ($t_{(82)}$=13.083 P_2<0.05). Bu sonuçla S grubu, son test bilgi basamağında ön teste göre istatistikî olarak oldukça başarılı bulunmuştur.

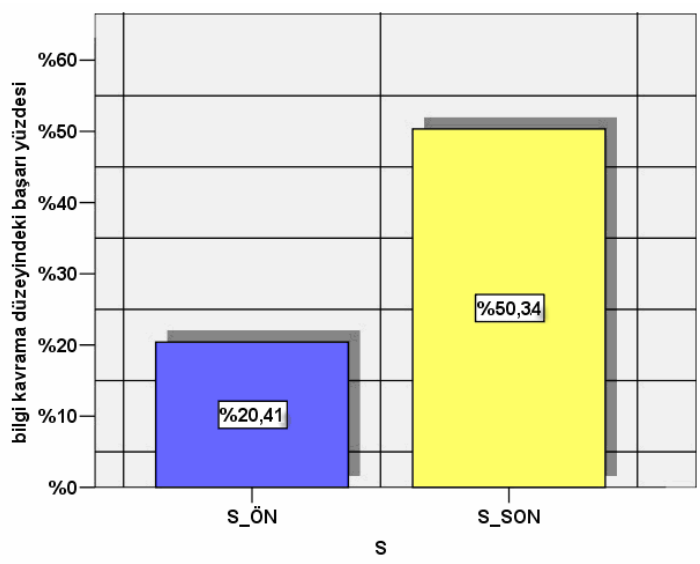
5.1.2.2.2. S grubunun kavrama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

Tablo 5.19'a göre S grubunun ön ve son test kavrama basamağı sorularından almış olduğu ortalama puanlar sırasıyla; 1.429 ve 3.524 bulunmuştur.

Tablo 5.19. S grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
Kavrama	**S_ön**	42	1.429	0.859	0.132
	S_son	42	3.524	1.756	0.271

Tabloya göre ortalama puanlar arasındaki fark ($\overline{X}_{S_son}$- $\overline{X}_{S_ön}$) 2.095'tir. Grubun bu düzeydeki başarı yüzdeleri şekil 5.10'daki gibidir.



Şekil 5.10. S grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki başarı yüzdeleri

Şekle göre grubun ön ve son test kavrama düzeyindeki başarı yüzdeleri sırasıyla; %20.41 ve %50.34 bulunmuştur. Ön ve son test arasında oluşan bu farkın anlamlığı için yapılan bağımsız t testi sonuçları tablo 5.20'deki gibidir.

Tablo 5.20. S grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

S_son S_ön	**Levene istatistiği**		**t testi**				
	F	**P_1**	**t**	**sd**	**P_2**	**Ort. puan farkı**	**Std. Hata farkı**
Kavrama	25.642	0.000	6.944	59.571	0.000	2.095	0.301

Tabloya göre Levene istatistiği sonucu S grubunun ön ve son test kavrama düzeyindeki varyansları eşit değildir (F=25.642 P_1<0.05). Varyansların göz önünde

bulundurulduğu bağımsız t testi sonucuna göre, ortalama puanlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($t_{(82)}$=6.944 P_2<0.05). Bu analizin sonucunda S grubu, son test kavrama düzeyinde ön teste göre oldukça başarılı bulunmuştur.

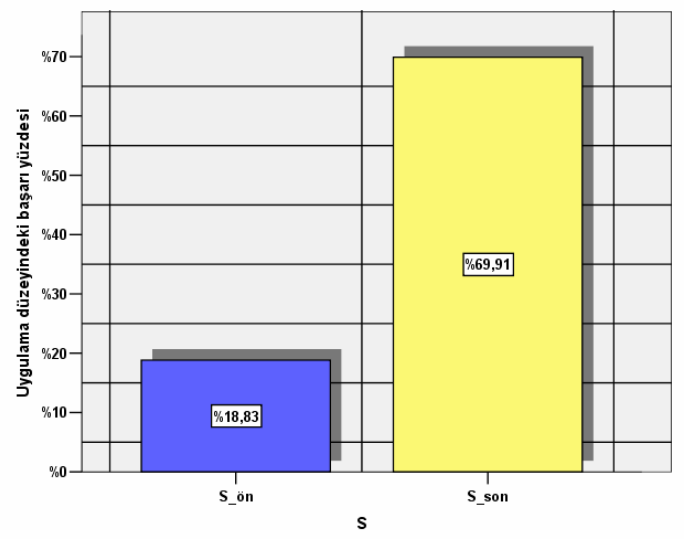
5.1.2.2.3. S grubunun uygulama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

S grubunun ön ve son test uygulama basamağı sorularına vermiş oldukları cevapların ortalamaları tablo 5.21'de verilmiştir.

Tablo 5.21. S grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
uygulama	S_ön	42	2.071	1.613	0.249
	S_son	42	7.690	2.483	0.383

Tabloya göre S grubunun uygulama basamağında almış olduğu ortalama puanlar; $\overline{X}_{S_ön}$=2.071 ve $\overline{X}_{S_son}$=7.690 bulunmuştur. Buna göre ortalama puanlar arasındaki fark ($\overline{X}_{S_son}$ - $\overline{X}_{S_ön}$) 5.619'dur. Grubun ortalama puanları üzerinden hesaplanan başarı yüzdeleri ise şekil 5.11'deki gibidir.



Şekil 5.11. S grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki başarı yüzdeleri

Şekle göre ortalama puanlar üzerinden hesaplanan başarı yüzdeleri sırasıyla; %18.83 ve %69.91'dir. Grubun, uygulama düzeyinde oluşan bu başarı farkının anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan bağımsız t testi sonucu tablo 5.22'deki gibidir.

Tablo 5.22. S grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

S_son S_ön	Levene istatistiği		t testi				
	F	P_1	t	sd	P_2	Ortalama puan farkı	Std. Hata farkı
Uygulama	3.366	0.070	12.293	82	0.000	5.619	0.457

Tablo 5.22'ye göre, yapılan Levene istatistiği sonucu grubun ön ve son test uygulama basamağındaki varyanslarının eşit olduğu görülmektedir (F=0.366 P_1>0.05). Varyansların eşitliği göz önünde bulundurularak yapılan bağımsız t testi sonucu, ortalama puanlar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($t_{(82)}$=12.293 P_2<0.05). Ortalama puanlar arasındaki farkın anlamlılığı, S grubunun son test uygulama düzeyinde ön teste göre oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.

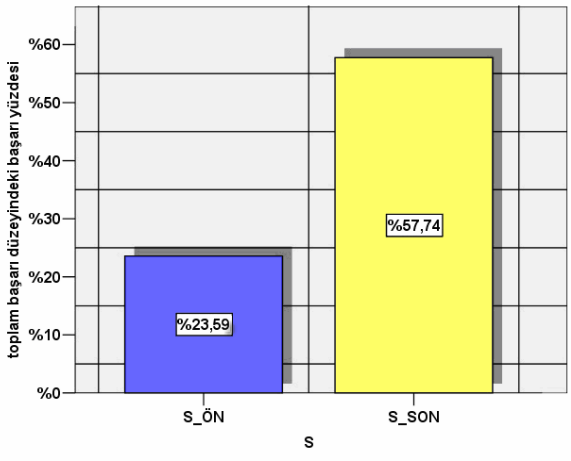
5.1.2.2.4. S grubunun toplam başarı düzeyindeki ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

S grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları tablo 5.23'teki gibidir.

Tablo 5.23. S grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
Toplam-başarı	S_ön	42	7.548	3.029	0.467
	S_son	42	18.476	4.049	0.624

Tabloya göre grubun ortalama puanları; $\overline{X}_{S_ön}$=7.548 ve $\overline{X}_{S_son}$=18.476'dır. Buna göre ortalama puanlar arasındaki fark ($\overline{X}_{S_son}$ - $\overline{X}_{S_ön}$) 10.928'dir. Ortalama puanlar üzerinden hesaplanan başarı yüzdeleri ise şekil 5.12'deki gibidir.



Şekil 5.12. S grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki başarı yüzdeleri

Şekle göre S grubunun başarı yüzdeleri ön ve son test için sırasıyla; %23.59 ve %57.74'tür. Grubun, uygulama düzeyinde oluşan bu başarı farkının anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan bağımsız t testi sonucu tablo 5.24'teki gibidir.

Tablo 5.24. S grubunun ön ve son test ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

S_son S_ön	Levene istatistiği		t testi				
	F	**P_1**	**t**	**sd**	**P_2**	**Ortalama puan farkı**	**Std. Hata farkı**
Toplam-başarı	1.081	0.301	14.003	82	0.000	10.928	0.780

Tabloya göre S grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki varyansları eşittir (F=1.081 P_1>0.05). Varyansların eşitliği göz önünde bulundurularak yapılan bağımsız t testi sonucuna göre, S grubunun toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları arasındaki fark anlamlıdır ($t_{(82)}$=14.003 P_2<0.05). Bu sonuçla S grubu, son test toplam başarı düzeyinde ön teste göre oldukça başarılı bulunmuştur.

5.1.2.3. G grubunun ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması

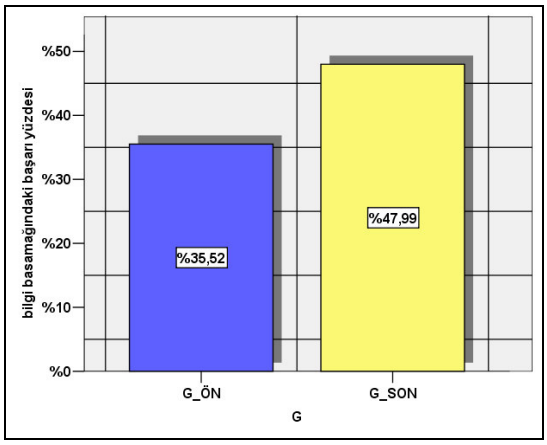
5.1.2.3.1. G grubunun bilgi basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

Tablo 5.25'te G grubunun bilgi basamağında, ön ve son testte almış olduğu ortalama puanlar görülmektedir.

Tablo 5.25. G grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
bilgi	G_ön	43	3.907	2.688	0.410
	G_son	43	5.279	2.333	0.355

Tabloya göre G grubunun bilgi basamağındaki ortalama puanları arasındaki fark ($\overline{X}_{G_son}$- $\overline{X}_{G_ön}$) 1.372'dir. Ortalama puanlar üzerinden hesaplanan başarı yüzdeleri ise şekil 5.13'teki gibidir.



Şekil 5.13. G grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki başarı yüzdeleri

Şekle göre G grubunun bilgi düzeyindeki başarı yüzdeleri ön ve son test için sırasıyla; %35.52 ve %47.99'dur. G grubunun ön ve son test bilgi düzeyleri arasında oluşan bu farkın anlamlı olup olmadığını bulmak için yapılan bağımsız t testi sonuçları tablo 5.26'da verilmiştir.

Tablo 5.26. G grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

G_son G_ön	Levene istatistiği		t testi				
	F	P_1	t	sd	P_2	Ortalama puan farkı	Std. Hata farkı
Bilgi	2.456	0.121	2.527	84	0.013	1.372	0.542

Tablodan da görüldüğü üzere G grubunun ön ve son test bilgi basamağındaki varysansları eşittir (F=2.456 P_1>0.05). Varyansların eşitliği göz önünde bulundurularak yapılan bağımsız t testi sonucu, G grubunun ön ve son test bilgi

basamağı düzeyindeki ortalama puanları arasındaki fark manidar bulunmuştur ($t_{(84)}$=2.527 P_2<0.05). Bu sonuca göre G grubu son test bilgi basamağı düzeyinde ön teste göre daha başarılıdır.

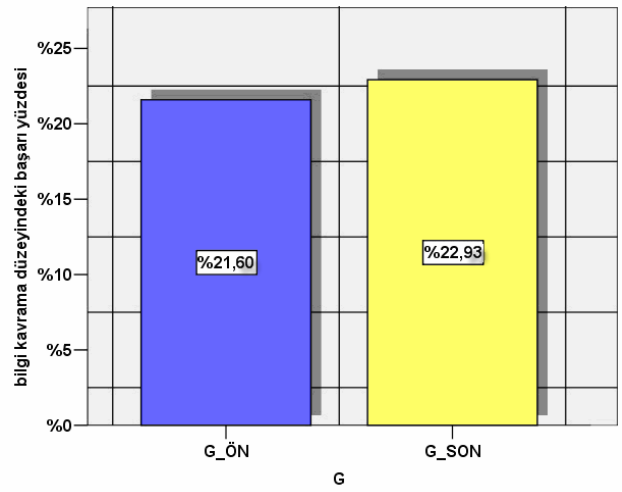
5.1.2.3.2. G grubunun kavrama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

Tablo 5.27'de G grubunun ön ve son test kavrama sorularına vermiş oldukları cevapların ortalamaları yer almaktadır.

Tablo 5.27. G grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
Kavrama	**G_ön**	43	1.512	1.222	0.186
	G_son	43	1.605	1.482	0.226

Tabloya göre G grubunun kavrama düzeyinde almış olduğu ortalama puanlar; $\overline{X}_{G_ön}$=1.512 ve $\overline{X}_{G_son}$=1.605'tir. Ortalama puanlar arasındaki fark ise ($\overline{X}_{G_son}$- $\overline{X}_{G_ön}$) 0.093'tür. Grubun ön ve son test kavrama düzeyindeki başarı yüzdeleri ise şekil 5.14'te görüldüğü gibidir.



Şekil 5.14. G Grubunun Ön ve Son Test Kavrama Basamağındaki Başarı Yüzdeleri

Şekle göre G grubunun başarı yüzdeleri ön ve son test için sırasıyla; %21.60 ve %22.93 bulunmuştur. Grubun ön ve son test kavrama düzeyleri arasında oluşan

farkın, anlamlı olup olmadığını incelemek için yapılan bağımsız t testi sonucu tablo 5.28'deki gibidir.

Tablo 5.28. G grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

G_son G_ön	Levene istatistiği		t testi				
	F	P_1	t	sd	P_2	Ortalama puan farkı	Std. Hata farkı
Kavrama	1.967	0.164	0.318	84	0.752	0.093	0.292

Tabloya göre, G grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki varyansları eşittir (F=1.967 P_1>0.05). Varyansların eşitliği durumunda, yapılan bağımsız t testi sonucuna göre G grubunun ön ve son test kavrama basamağındaki ortalama puanları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($t_{(84)}$=0.318 P_2>0.05). Buna göre G grubunun ön ve son test kavrama düzeyleri denktir diyebiliriz.

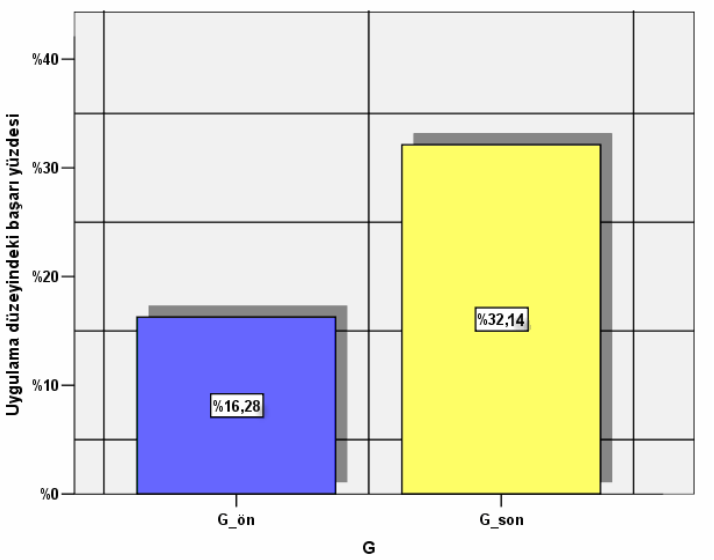
5.1.2.3.3. G grubunun uygulama basamağında ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

Tablo 5.29'da G grubunun ön ve son testte uygulama basamağı sorularından almış olduğu ortalama puanlar verilmiştir.

Tablo 5.29. G grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
uygulama	**G_ön**	43	1.791	1.245	0.189
	G_son	43	3.535	1.992	0.303

Tabloya göre G grubunun uygulama düzeyindeki ortalama puanları; $\overline{X}_{G_ön}$=1.791 ve $\overline{X}_{G_son}$=3.535'tir. Ortalama puanlar arasındaki fark ise ($\overline{X}_{G_son}$- $\overline{X}_{G_ön}$) 1.744'tür. Grubun uygulama düzeyindeki başarı yüzdeleri şekil 5.15'te görüldüğü gibidir.



Şekil 5.15. G grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki başarı yüzdeleri

Şekle göre G grubunun ön ve son test uygulama düzeyindeki başarı yüzdeleri sırasıyla; %16.28 ve %32.14'tür. Grubun ön ve son test uygulama düzeyleri arasında oluşan bu farkın, anlamlı olup olmadığını incelemek için yapılan bağımsız t testi sonucu tablo 5.30'da verilmiştir.

Tablo 5.30. G grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

G_son G_ön	Levene istatistiği		t testi				
	F	P_1	t	sd	P_2	Ortalama puan farkı	Std. Hata farkı
Uygulama	11.578	0.001	4.868	70.469	0.000	1.744	0.358

Tablodan da görüldüğü üzere, G grubunun ön ve son test uygulama basamağındaki varyansları eşit değildir ($F=11.578$ $P_1<0.05$). Grupların varyansları eşit değil iken, yapılan bağımsız t testi sonucu, G grubunun ön ve son test uygulama düzeyleri arasındaki ortalama puan farkı anlamlı bulunmuştur ($t_{(84)}=4.868$ $P_2<0.05$). Buna göre, G grubu son test uygulama düzeyinde ön teste göre daha başarılıdır.

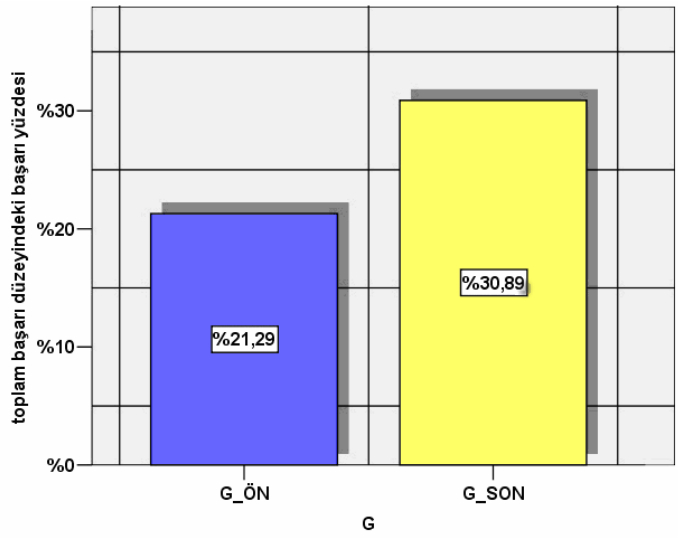
5.1.2.3.4. G grubunun toplam başarı düzeyinde ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılması:

Tablo 5.31'de G grubunun toplam başarı düzeyinde ön ve son testten almış olduğu ortalama puanlar yer almaktadır.

Tablo 5.31. G grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanları

	Gruplar	N	Ort. Puan. $\overline{X}$	Std. sapma	Std. hata
Toplam-başarı	**G_ön**	43	6.814	3.856	0.588
	G_son	43	9.884	2.880	0.439

Tablodan da görüldüğü üzere, grubun toplam başarı düzeyinde almış olduğu ortalama puanlar; $\overline{X}_{G_ön}$=6.814 ve $\overline{X}_{G_son}$=9.884'tür. Buna göre ortalama puanlar arasındaki fark ($\overline{X}_{G_son}$- $\overline{X}_{G_ön}$) 3.070'tir. Ortalama puanlara ilişkin başarı yüzdeleri ise şekil 5.16'daki gibidir.



Şekil 5.16. G grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki başarı yüzdeleri

Şekle göre grubun ön ve son test toplam başarı düzeyleri için hesaplanan başarı yüzdeleri sırasıyla; %21.29 ve %30.89 bulunmuştur. Grubun ön ve son test toplam başarı düzeyleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını test etmek için yapılan bağımsız t testi sonucu tablo 5.32'deki gibidir.

Tablo 5.32. G grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki ortalama puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız t testi sonucu

G_ön G_son	Levene istatistiği		t testi				
	F	**P_1**	**t**	**sd**	**P_2**	**Anlam farkı**	**Std. Hata farkı**
Toplam_başarı	6.210	0.015	4.182	77.740	0.000	3.069	0.733

Tabloya göre, G grubunun ön ve son test toplam başarı düzeyindeki varysansları eşit değildir ($F=6.210$ $P_1<0.05$). Bu durumda, yapılan bağımsız t testi sonucu ortalama puanlar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($t_{(84)}=4.182$ $P_2<0.05$). Bu sonuca göre G grubu, son test toplam başarı düzeyinde ön teste göre daha başarılıdır.

5.1.3. Grupların Uygulama Sonrası Erişi Düzeylerinin Karşılaştırılması

Bu başlık altında SG, S ve G gruplarının; bilgi, kavrama, uygulama ve toplam başarı düzeylerindeki erişi ortalama puanları karşılaştırılmıştır. Grupların erişi düzeylerini karşılaştırmak için SPSS 13.00 programı kullanılarak Anova analizi yapılmıştır. Grupların erişi düzeyleri arasındaki farkların manidar olup olmadığını belirleyen Anova Testi sonuçları, Levene istatistiği sonuçlarına göre yorumlanmıştır.

5.1.3.1.Grupların bilgi basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırılması

Grupların bilgi basamağındaki ön ve son test ortalama puanları ve buna ilişkin erişi ortalama puanları tablo 5.33'te görüldüğü gibidir.

Tablo 5.33. Grupların bilgi basamağındaki erişi ortalama puanları

Gruplar	**Son test ort. puanı** $\overline{X}_{son}$	**Ön test ort. puanı** $\overline{X}_{ön}$	**Erişi** $\overline{X} = \overline{X}_{son} - \overline{X}_{ön}$
SG	9.267	3.733	5.534
S	9.119	4.476	4.643
G	5.279	3.907	1.372

Tablodan da görüldüğü üzere SG, S ve G gruplarının bilgi basamağındaki erişi ortalama puanları sırasıyla; 5.534, 4.643, 1.372 bulunmuştur.

Tablo 5.34. Bilgi basamağında levene istatistiği

Levene istatistiği (F)	**sd_1**	**sd_2**	**P**
7.434	2	112	0.001

Grupların varyanslarının homojenliği için yapılan Levene istatistiği sonucu tablo 5.34'teki gibidir. Tabloya göre grupların varysansları eşit değildir (F=7.434 P>0.05). Bu sebeple, grupların erişi ortalama puanları arasındaki farkların anlamlı olup olmadığını test etmek için Anova Tamhane testi seçilmiştir.

Tablo 5.35. Bilgi basamağındaki erişiler için gruplar içi ve gruplar arası Anova testi

ANOVA bilgi_erişi	Kareler toplamı	sd	Anlam karesi	F	P
Gruplar arası	370.931	2	185.465	23.520	0.000
Gruplar içinde	883.156	112	7.885		
Toplam	1254.087	114			

Tablo 5.35'e göre grupların bilgi düzeyindeki erişi puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır ($F_{(2\text{-}112)}$=23.520 P<0.05). Gruplar arası farkları ayrıntılı bir şekilde incelemek için yapılan Anova Tamhane testinin sonuçları tablo 5.36'daki gibidir.

Tablo 5.36. Grupların bilgi basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırıldığı Tamhane testi

(I) grup	(J) grup	Erişi farkı (I-J)	Std. Hata	P
SG	**G**	4.162(*)	0.806	0.000
S	**G**	3.271(*)	0.522	0.000
SG	**S**	0.891	0.733	0.546
(*) 0,05 manidarlık düzeyinde anlamlı.				

Tabloya göre, SG ve S gruplarının bilgi basamağındaki erişi puanlarının ortalamaları ile G grubunun erişi puanının ortalaması arasındaki farklar ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{G}$=4.162, $\overline{X}_{S} - \overline{X}_{G}$= 3.271) anlamlı bulunmuştur (P<0.05). SG grubu ile S grubu arasında ise anlamlı bir farklılık bulunmamıştır [($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{S}$=0.891) P>0.05]. Bu sonuca göre, bilgi düzeyindeki erişi ortalama puanları açısından SG ve S grupları G grubuna göre oldukça başarılıdır. SG ve S grupları bilgi düzeyi erişi puanları açısından denk gruplardır.

5.1.3.2.Grupların kavrama basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırılması

Tablo 5.37'de grupların kavrama basamağındaki erişi ortalama puanları yer almaktadır. Tabloya göre grupların erişi ortalama puanları sırasıyla SG grubu için $\overline{X}_{SG}$= 3.000, S grubu için $\overline{X}_{S}$=2.095 ve G grubu için $\overline{X}_{G}$=0.093 bulunmuştur.

Tablo 5.37. Grupların kavrama basamağındaki erişi ortalama puanları

Gruplar	Son test ort. puanı $\overline{X}_{son}$	Ön test ort. puanı $\overline{X}_{ön}$	Erişi $\overline{X}$
SG	4.767	1.767	3.000
S	3.524	1.429	2.095
G	1.605	1.512	0.093

Tablo 5.38. Kavrama basamağında levene istatistiği

Levene istatistiği (F)	sd_1	sd_2	P
0.552	2	112	0.577

Tablo 5.38'de yapılan Levene istatistiği sonucu grupların varyansları eşit bulunmuştur (F=0.552, P>0.05). Bu sebeple grupların erişi ortalama puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını test etmek için Anova LSD testi seçilmiştir.

Tablo 5.39. Kavrama basamağındaki erişiler için gruplar içi ve gruplar arası Anova testi

ANOVA kavrama	Kareler toplamı	sd	Anlam karesi	F	P
Gruplar arası	166.718	2	83.359	23.621	0.000
Gruplar içinde	395.247	112	3.529		
Toplam	561.965	114			

Tablo 5.39'a göre grupların kavrama düzeyindeki erişi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır ($F_{(2-112)}$=23.621 P<0.05). Gruplar arası farkların hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu bulmak amacıyla yapılan LSD testinin sonuçları tablo 5.40'ta verilmiştir.

Tablo 5.40. Grupların kavrama basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırıldığı LSD testi

(I) grup	(J) grup	Erişi farkı (I-J)	Std. Hata	P
SG	**G**	2.907(*)	0.447	0.000
S	**G**	2.002(*)	0.408	0.000
SG	**S**	0.905(*)	0.449	0.046
(*) 0,05 manidarlık düzeyinde anlamlı.				

Tablo 5.40'a göre, tüm gruplar arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{G}$=2.907, $\overline{X}_{S} - \overline{X}_{G}$=2.002, $\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{S}$=0.905, P<0.05). Bu analizin sonucunda SG grubu, kavrama düzeyinde diğer iki gruba göre oldukça başarılı bulunmuştur. Aynı şekilde S grubu da G grubuna göre daha başarılı bulunmuştur.

5.1.3.3.Grupların uygulama basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırılması

Grupların uygulama basamağına ilişkin erişi ortalama puanları tablo 5.41'deki gibidir.

Tablo 5.41. Grupların uygulama basamağındaki erişi düzeyleri

Gruplar	**Son test ort. puanı** $\overline{X}_{son}$	**Ön test ort. puanı** $\overline{X}_{ön}$	**Erişi** $\overline{X}$
SG	8.700	1.867	6.833
S	7.690	2.071	5.619
G	3.535	1.791	1.744

Tabloya göre grupların erişi ortalama puanları; $\overline{X}_{SG}$= 6.833, $\overline{X}_{S}$=5.619 ve $\overline{X}_{G}$ =1.744 olarak bulunmuştur.

Tablo 5.42. Uygulama basamağında levene istatistiği

Levene istatistiği (F)	**sd_1**	**sd_2**	**P**
0.598	2	112	0.551

Tablo 5.42'den de görüldüğü üzere Levene istatistiği sonucu grupların varysansları eşit bulunmuştur (F=0.598 P>0.05). Bu sebeple grupların ortalama puanları arasındaki farkların anlamlı olup olmadığını test etmek için Anova LSD testi seçilmiştir.

Tablo 5.43. Uygulama basamağındaki erişiler için gruplar içi ve gruplar arası Anova testi

ANOVA Uygulama	**Kareler toplamı**	**sd**	**Anlam karesi**	**F**	**P**
Gruplar arası	542.473	2	271.236	51.293	0.000
Gruplar içinde	592.257	112	5.288		
Toplam	1134.730	114			

Tablo 5.43'e göre grupların uygulama düzeyindeki erişi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır ($F_{(2-112)}$=51.293 P<0.05). Gruplar arası

farkların hangi gruplar arasında olduğunu bulmak amacıyla yapılan LSD testi sonuçları tablo 5.44' teki gibidir.

Tablo 5.44. Grupların uygulama basamağındaki erişilerin karşılaştırıldığı LSD testi

(I) grup	(J) grup	Erişi farkı (I-J)	Std. Hata	P
SG	**G**	5.089(*)	0.547	0.000
S	**G**	3.875(*)	0.499	0.000
SG	**S**	1.214(*)	0.550	0.029
(*) 0,05 manidarlık düzeyinde anlamlı.				

Tabloya göre, tüm gruplar arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{G}$=5.089, $\overline{X}_{S} - \overline{X}_{G}$=0.499, $\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{S}$=1.214, P<0.05). Bu analizin sonucunda SG grubu, uygulama düzeyinde diğer iki gruba göre oldukça başarılı bulunmuştur. Aynı şekilde S grubu da G grubuna göre daha başarılı bulunmuştur.

5.1.3.4. Grupların toplam başarı basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırılması

Grupların toplam başarı düzeyindeki erişi ortalama puanları tablo 5.45'teki gibidir.

Tablo 5.45. Grupların toplam başarı basamağındaki erişi düzeyleri

Gruplar	Son test ort. puanı $\overline{X}_{son}$	Ön test ort. puanı $\overline{X}_{ön}$	Erişi $\overline{X}$
SG	20.333	6.767	13.566
S	18.476	7.548	10.928
G	9.884	6.814	3.070

Tabloya göre grupların erişi ortalama puanları; $\overline{X}_{SG}$= 13.566, $\overline{X}_{S}$=10.928 ve $\overline{X}_{G}$ =3.070 bulunmuştur.

Tablo 5.46. Toplam başarı basamağında levene istatistiği

Levene istatistiği (F)	sd_1	sd_2	P
0.318	2	112	0.728

Tablo 5.46'da yapılan Levene istatistiği sonucu, grup varysanslarının eşit olduğu görülmektedir (F=0.318 P>0.05). Bu sebeple grupların erişi ortalama puanları

arasındaki farkların manidar olup olmadığını test etmek için Anova LSD testi seçilmiştir.

Tablo 5.47. Toplam başarı basamağındaki erişiler için gruplar içi ve gruplar arası Anova testi

ANOVA Toplam başarı	**Kareler toplamı**	**sd**	**Anlam karesi**	**F**	**P**
Gruplar arası	2282.153	2	1141.076	57.856	0.000
Gruplar içinde	2208.943	112	19.723		
Toplam	4491.096	114			

Tablo 5.47'deki Anova tablosuna göre grupların erişi ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($F_{(2-112)}$=57.856 P<0.05). Anlamlı farklılıkları görebilmek için yapılan LSD sonuçları tablo 5.48'deki gibidir.

Tablo 5.48. Grupların toplam başarı basamağındaki erişi düzeylerinin karşılaştırıldığı LSD testi

(I) grup	**(J) grup**	**Erişi farkı (I-J)**	**Std. Hata**	**P**
SG	**G**	10.496(*)	1.056	0.000
S	**G**	7.858(*)	0.963	0.000
SG	**S**	2.638(*)	1.062	0.014
(*) 0,05 manidarlık düzeyinde anlamlı.				

Tabloya göre, tüm gruplar arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ($\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{G}$=10.496, $\overline{X}_{S} - \overline{X}_{G}$=7.858, $\overline{X}_{SG} - \overline{X}_{S}$=2.638, P<0.05). Bu analizin sonucunda SG grubu, uygulama düzeyinde diğer iki gruba göre oldukça başarılı bulunmuştur. Aynı şekilde S grubu da G grubuna göre daha başarılı bulunmuştur.

5.2. TARTIŞMA

Bu araştırmada, yapılan istatistiksel analizlerden sanal laboratuvar uygulamasını yapan gruplar lehine anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Çalışma boyunca öğrencilerle yapılan mülakatlar ve gözlemler sonucunda da, araştırma sonuçlarını destekleyici bilgilere ulaşılmıştır. Aşağıda uygulama süresince; öğrencilerle kamera ile yapılan görüşmeler, yazılı mülakatlar ve yapılan gözlemler doğrultusunda sanal laboratuvar uygulamasının, geleneksel laboratuvar uygulamasına göre öğrenci başarısını arttırmasının sebepleri ve bunlara ilişkin tespitler verilmiştir. Bu tespitler, yapılmış diğer çalışmalarla da desteklenmiştir:

- Uygulama öncesi yapılan mülakatlarda; sanal laboratuvar uygulamaları ile ders işleyecek öğrencilere, uygulamanın içeriği hakkında verilen bilgiler doğrultusunda, böyle bir uygulamadan beklentileri sorulduğunda; bazı öğrenciler, yapılacak uygulamanın geleneksel laboratuvar uygulamalarında yaşanan bazı sıkıntıları ortadan kaldıracağı düşüncesinde olduklarını söylemişlerdir. Bazı öğrenciler ise geleneksel laboratuvar yöntemi kadar etkili ve öğretici olamayacağı düşüncesinde olduklarını belirtmişlerdir. Uygulamalar sırasında ve sonrasında bu soru tekrarlandığında sanal laboratuvar uygulamalarıyla ders işlenen gruplardaki (SG ve S) öğrencilerin birçoğu, sanal laboratuvar uygulamasının ilgilerini çektiğini ve öğrenmelerine büyük ölçüde katkı sağladığını söylemişlerdir (Ek 5). Yapılan yazılı mülakatta, SG grubundaki bir öğrencinin (1 numaralı öğrenci) bu soruyla ilgili düşünceleri şu şekildedir (Ek 6):

  "Sanal laboratuvar çalışmalarına başlamadan önce simülasyonların bu kadar güzel, anlaşılır ve tekrarlanabilir olduğunu düşünmüyordum. Ama sanal laboratuvar çalışmaları başladıktan sonra bu düşüncelerimin yanlış olduğunu anladım. Geleneksel laboratuvarda gözlenmesi zor deneyleri, bu simülasyonlar aracılığıyla daha kolay ve doğru bir şekilde ve tekrarlayarak gözlemleyebiliyoruz.".

  Geleneksel laboratuvar uygulamalarında yer alan öğrenciler ise, karşılaştıracakları farklı bir uygulama söz konusu olmadığı için; her zamanki laboratuvar uygulamalarından çok farklı olmadığını, biraz zorlandıklarını ve zaman zaman sıkıldıklarını belirtmişlerdir. Ancak, her öğrenci yapılan uygulamanın öğretici

olduğunu vurgulamıştır (Ek 5). Öğrencilerin bu yöndeki görüşlerinden, sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin fiziğe karşı ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı söylenebilir. Bu yönde yapılmış diğer çalışmalarda da sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin fiziğe karşı ilgilerini ve cesaretlerini arttırdığı tespit edilmiştir (Adams ve ark. 2007, Finkelstein ve ark. 2005, Perkins ve ark. 2004). Uygulamalar sırasında yapılan gözlemlerde de sanal laboratuvar uygulamasında yer alan grupların derse karşı ilgilerinin ve motivasyonlarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Geleneksel laboratuvar uygulamalarında yapılan gözlemlerde ise; deneylerle oldukça ilgilenen öğrenciler olsa da genel anlamda öğrenciler sıkılgan tavırlar sergilemişlerdir. Aynı şekilde, deneylerin geleneksel laboratuvar yöntemi ile tekrarları sırasında, SG grubu öğrencilerinin birçoğu aynı tavırları sergilemişlerdir.

- Uygulamalar sırasında örneklem gruplarındaki öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrencilere; yapılan uygulamaların öğrenmelerine olan katkısı sorulmuştur. Sanal laboratuvar uygulamasında yer alan öğrencilerin birçoğu (SG ve S gruplarındaki öğrenciler), yapılan uygulamanın anlatılan konuları öğrenmelerini çok kolaylaştırdığını ve anlatılmak istenen fiziksel olayı kolaylıkla zihinlerinde oluşturduklarını söylemişlerdir. Ayrıca birçok öğrenci, simülasyonlarla yapılan deneysel işlemlerde deneyin tekrarını defalarca yapabildiklerini ve bunun da öğrenmede kalıcılığı sağladığını söylemişlerdir. SG grubundaki öğrencilerle yapılan görüşmelerde, öğrenciler geleneksel laboratuvar uygulamalarında çok zaman kaybettiklerini ve alternatif akım konusu ile ilgili hazırlanmış simülasyonlarda görülen bazı durumları, geleneksel laboratuvar yöntemi ile göremediklerini söylemişlerdir. Ayrıca sanal laboratuvar uygulamalarında devre elemanlarını istedikleri değerlerde değiştirebildiklerini ve deney sonuçlarını net bir şekilde bulduklarını ifade etmişlerdir. Fakat geleneksel laboratuvar yöntemi ile yapmış oldukları deneylerde, zaman zaman deney hataları ile karşılaştıklarını belirtmişlerdir (Ek 5). SG grubu öğrencilerinden birinin (2 numaralı öğreci) bu soruyla ilgili yazılı görüşleri şu şekildedir (Ek 6):

"*Uygulamayı birden fazla yapabildiğim için daha iyi anladım ve uygulamada hareketli simülasyonlar olması konunun, geleneksel laboratuvarda öğrendiğimden daha fazla kısmını daha uzun süre akılda tutabilmemi sağladı…. Çünkü devredeki değişkenleri istediğimiz gibi değiştirebiliyorduk. Bunun diğer değişkenlere nasıl etki yaptığını gördük. Buradan da değişkenler arasında nasıl bir ilişki olması gerektiğini tartışarak formülleri kendimiz çıkarttık….".*

Öğrencilerin bu görüşleri, yapılan sanal laboratuvar uygulamalarının, öğrencilerin bilgiyi keşfederek öğrenmelerine yardımcı olduğu ve simülasyonlar sayesinde bilgiyi yapılandırabilmeleri olarak yorumlanmıştır. Yapılan gözlemlerde de sanal laboratuvar uygulamalarına katılan öğrencilerin, ders anlatımları ve deney uygulamaları sırasında kendilerine yöneltilen kavramsal ve kavramlar arası ilişkilere ait sorulara doğru ve hızlı cevaplar vermeleri; bilgiyi keşfederek öğrendiklerini ve anlatılmak istenen fiziksel olayları zihinlerinde tam olarak oluşturabildiklerini göstermiştir. Öğrencilerin bu yöndeki performanslarını geliştiren etkenin, uygulamalarda kullanılan simülasyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Geleneksel laboratuvar grubu öğrencilerinin uygulamaları sırasında yapılan gözlemlerde ise genel olarak öğrencilerin; fiziksel olaylara ve kavramlara yönelik sorulan sorularda çekimser davrandıkları ve kimi zaman yanlış cevaplar verdikleri görülmüştür. Bunun sebebi de, G grubu öğrencilerinin, öğrenilen bilgileri tam olarak kavrayamadıklarına yorumlanmıştır. Gruplar arasında bilgi ve kavrama düzeyindeki bu farklılık istatistiksel açıdan da ortaya konmuştur. Araştırma öncesinde ve sonrasında grupların, yapılan başarı testinin bilgi ve kavrama düzeyindeki sorulara vermiş oldukları cevapların analizleri sonucu; başlangıçta aynı düzeyde olan grupların, uygulama sonrası aralarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (tablo 5.2, 5.4, 5.36, 5.40). Gruplar arasında oluşan farklar, sanal laboratuvar uygulamalarını alan gruplar lehinedir. Ancak SG grubu kavrama basamağında her iki gruba göre de daha başarılı bulunmuştur. Yapılan diğer araştırmalarda da, sanal laboratuvar uygulamaları ile öğrencilerin fizik kavramlarını daha iyi öğrendikleri, anlatılmak istenen fiziksel olayları daha kolay kavradıkları ve hatta gerçek deneylerle dahi göremeyecekleri durumları kolaylıkla öğrenebildikleri görülmüştür (McKagan ve ark 2007, Wieman ve Perkins 2006, Adams ve ark. 2007, Finkelstein ve ark. 2005, Perkins ve ark. 2004).

- Örneklem gruplarındaki öğrencilerle, uygulamalar sırasında yapılan görüşmelerde, yapmış oldukları çalışmaların problem çözme becerilerini nasıl etkilediği ve bunun sebepleri sorulmuştur. Bu soruya, SG ve S gruplarındaki öğrenciler, hemen hemen aynı cevapları vermiştir. Öğrencilerin birçoğu anlatılan konularla ilgili bir soru veya problem sorulduğunda hiç zorlanmadıklarını söylemiştir. Bunun sebepleri hakkındaki görüşlerini ise farklı şekillerde izah etmişlerdir. Bazı öğrenciler anlatılan olayla, çıkarımı yapılan formülü çok kolay ilişkilendirdiklerini ve bunun da simülasyonların görselliğinden ileri geldiğini söylemişlerdir. Bazı öğrenciler ise simülasyonlarla yapmış oldukları deneylerde, devre elemanlarının değerlerini istedikleri gibi değiştirebildiklerini, böylece değişimleri anında gözlemleyebildiklerini söylemişlerdir. Bu sayede de formüllerin ne anlatmak istediğini ve nereden geldiğini daha iyi anladıklarını belirtmişlerdir. Bu durumun problem çözmede belirleyici rol oynadığını ve bir soru sorulduğunda; simülasyonun akıllarına geldiğini ve yapmaları gerekenin ne olduğunu kolayca tespit ettiklerini söylemişlerdir (Ek 5). SG grubu öğrencilerinden birinin (3 numaralı öğrenci) bu soruyla ilgili yazılı görüşleri şu şekildedir:

  "*Soru çözerken simülasyonlar gözümüzün önüne geldi ve sorulara daha mantıklı yaklaştık. Aklımıza takılan en küçük bir şey kalmadı….*".

Aynı soru G grubu için geleneksel laboratuvar yöntemi açısından sorulduğunda; G grubu öğrencilerinin birçoğu problem çözerken zorlandıklarını söylemişlerdir. Bunun sebebini de anlatılan konuların karışık ve deneylerin zor olmasına yormuşlardır. Ancak öğrenciler yine de problem çözme becerilerinin arttığını, çünkü gerçek materyallerle yaparak öğrendiklerini ve bunun da kalıcı olduğunu söylemişlerdir. Aynı soruyu sanal ve geleneksel laboratuvar yöntemini bir arada düşünerek cevaplayan SG grubu öğrencileri, G grubu öğrencilerinden bazılarını destekler şekilde konuşmuşlardır. Bu öğrenciler sanal laboratuvar uygulamalarından sonra, gerçek materyallerle tekrarlanan deneylerin büyük bir kalıcılık sağladığını ve bunun da problem çözme becerilerine büyük katkısının olduğunu dile getirmişlerdir. Görüşmeler sırasında, SG ve S grubu öğrencilerinden bazıları sanal laboratuvar ile birlikte geleneksel laboratuvarın da olması gerektiğini, laboratuvarda kullanılan malzemelerin kullanım esaslarının, gerçek laboratuvar

ortamında daha iyi öğrenilebileceğini söylemişlerdir (Ek 5). Yapılan gözlemler de öğrenci görüşlerini doğrulamaktadır. Buna göre sanal laboratuvar uygulamalarına katılan öğrencilerin, uygulamalar sırasında sorulan soruları çok kolay yanıtladıkları, işlemsel problemleri hızlı ve doğru bir şekilde çözdükleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin simülasyonlar sayesinde, anlatılan fiziksel olaylarla, olaylara ilişkin türetilen formülleri çok daha kolay ilişkilendirdikleri gözlenmiştir. Bireysel farklılıklardan dolayı bazı öğrencilerin deneylerini birkaç defa tekrar ettikleri görülmüştür. Fakat bu durum herhangi bir zaman sıkıntısı yaşatmamıştır. Geleneksel laboratuvar grubunda yer alan öğrenciler ise genel anlamda sorulan sorulara yanıtlar verirken zorlanmış ve problem çözümlemelerinde yavaş ve yetersiz kalmışlardır. Anlatılan fiziksel olaylarla, türetilen formülleri tam olarak ilişkilendirememiş ve zaman sıkıntısı sebebiyle yeterince tekrar yapabilme imkânına sahip olamamışlardır. Ancak yapılan gözlemlerde SG grubu öğrencileri bu anlamda her iki gruba göre daha iyi performans sergilemiştir. Bunun sebebinin, SG grubu öğrencilerinin deneylerini geleneksel laboratuvar yöntemiyle tekrarlamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yönde yapılmış diğer çalışmalarda da, sanal laboratuvar uygulamalarını gören öğrencilerin, geleneksel laboratuvar uygulamaları ile ders işleyen öğrencilere göre işlenen konu ile ilgili uygulama sorularına doğru ve hızlı yanıt verdikleri görülmüştür (Finkelstein ve ark. 2005, Finkelstein ve ark. 2004). Yapılan çalışmada, grupların son-testteki uygulama ve toplam başarı düzeyindeki sorulardan elde edilen verilerin analiz sonuçları da bu sonucu doğrulamaktadır. Uygulamalar sonrasında, uygulama ve toplam başarı düzeyinde elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçlarına göre, sanal laboratuvar uygulamaları ile öğrenim gören gruplar (SG ve S), sadece geleneksel laboratuvar yöntemi ile öğrenim gören gruba göre daha başarılı bulunmuştur (tablo 5.44, 5.48). Ancak hem sanal hem de geleneksel laboratuar yöntemi ile öğrenim gören SG grubu her iki gruba göre de daha başarılı bulunmuştur. Finkelstein ve arkadaşları (2004) yapmış oldukları çalışmada sanal laboratuvar uygulamalarının fizik öğretiminde önemli bir rol oynadığını, bu uygulamaların; öğrencilere büyük zaman kazandırdığını, geleneksel laboratuvar grubunda yer alan öğrencilere göre daha çabuk devre kurduklarını ve konu ile ilgili sorulara doğru ve daha hızlı bir şekilde cevap

verdiklerini söylemişlerdir. Bunların yanı sıra sanal laboratuvar uygulamasının gerçek uygulamanın yerini tutabileceğini, ancak her deney için bunun söylenemeyeceğini vurgulamışlardır (Finkelstein ve ark. 2004). Yapılan gözlemler ve mülakatlar ışığında; sanal laboratuvar uygulamaları ile ders işleyen öğrencilerin, geleneksel laboratuvar yöntemi ile ders işleyen öğrencilere göre konularla ilgili sorulan sorulara daha hızlı ve doğru yanıtlar verdikleri görülmüştür. Ancak sanal laboratuvar uygulamalarından sonra geleneksel laboratuvar yöntemiyle desteklenen bir öğretimin, öğrencilerin başarı düzeylerinin artışında daha etkili olduğu görülmüştür. SG grubu öğrencilerinden birinin (3 numaralı öğrenci), sanal ve geleneksel laboratuvarın bir arada olması gerektiği ile ilgili düşünceleri şu şekildedir (Ek 6):

"Sanal laboratuvarda daha etkili bir sonuç elde ediyoruz. Teknoloji ile iç içe olduğu için simülasyonlarla deney bilgilerini destekleyerek, daha etkili, daha kalıcı sonuçlar alıyoruz. Zamandan tasarruf oluyor. Tekrar tekrar deneyi yapma şansımızla ve bireysel çalışmamızla daha kalıcı olması sağlanıyor. Geleneksel laboratuvar, sanal laboratuvardan sonra yapıldığı için genel bilgiye sahip olduk ve ikisi birbirini tamamladı. Çünkü geleneksel laboratuvarda gerçek hayata uyguladık.".

Sonuç olarak yapılan gözlemler ve mülakatlarla, sanal laboratuvar uygulamasının geleneksel laboratuvar uygulamasına göre öğrenci başarısını arttırdığı söylenebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. SONUÇ

Bu bölümde, araştırmada yer alan SG, S ve G gruplarına uygulama öncesi ve sonrası uygulanan başarı testinden elde edilen verilerin analiz sonuçlarına göre araştırmanın problem cümlesine ve alt problemlerine cevaplar aranmıştır. Araştırma sonuçları aşağıda verilmiştir:

1. Uygulama öncesinde örneklem gruplarına uygulanan başarı testi (ön-test) neticesinde grupların; bilgi, kavrama, uygulama ve toplam başarı düzeylerindeki ortalama puanlarına ilişkin verilerin analizleri sonucu, grupların ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 5.2, 5.4, 5.6, 5.8). Bu sonuca göre, gruplar uygulamaya aynı başarı düzeylerinde başlamıştır.

2. Uygulama sonrasında grupların bilgi basamağı sorularından elde edilen verilerin analizlerinden, SG ve S gruplarının erişi ortalama puanları arasındaki fark SG grubu lehine bulunmuştur. Ancak istatistiksel açıdan ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. SG grubu ile kontrol grubu olan G grubunun erişi ortalama puanları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı ve SG grubu lehinedir. S ve G gruplarının erişi ortalama puanları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı ve S grubu lehine bulunmuştur (Tablo 5.36). Sanal laboratuvar uygulaması ile ders işleyen gruplarla G grubu arasındaki farkların anlamlı olmasının nedeninin, yapılan sanal laboratuvar uygulamasından ileri geldiği söylenebilir. Sanal laboratuvar uygulaması, geleneksel laboratuvar yöntemine göre öğrencilerin bilgi düzeylerinin gelişmesinde çok daha etkili olmuştur.

3. Grupların kavrama basamağındaki analizlerinden, SG ve S gruplarının erişi ortalama puanları arasındaki fark istatistiksel açıdan manidar ve SG grubu lehinedir. SG grubu ile S grubu arasındaki farkın, SG grubunun derslerini hem sanal hem de geleneksel laboratuvar yöntemiyle işlemesinden ileri geldiği düşünülmektedir. SG grubu ile G grubu arasındaki kavrama düzeyindeki erişi

ortalama puanları arasındaki fark istatistiksel açıdan manidar ve SG grubu lehinedir. Aynı şekilde S grubu ile G grubunun erişi ortalama puanları arasındaki fark istatistiksel açıdan manidar ve S grubunun lehine bulunmuştur (Tablo 5.40). SG ve S grupları ile G grubu arasındaki anlamlı farkların, yapılan sanal laboratuvar uygulamasından ileri geldiği düşünülmektedir. Tablo 5.40'tan görüldüğü gibi sanal laboratuvar uygulaması, işlenen bu konuda geleneksel laboratuvar yöntemine göre öğrencilerin kavrama düzeylerinin gelişmesi açısından daha etkili olmuştur.

4. Grupların uygulama basamağındaki analiz sonuçlarına göre, SG ve S grupları arasındaki ortalama puan farkı SG grubu lehine ve anlamlı bulunmuştur. SG grubu ile S grubu arasındaki farkın, SG grubunun derslerini hem sanal hem de geleneksel laboratuvar yöntemiyle işlemesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Uygulama basamağında, SG grubu ile G grubu arasındaki ortalama puan farkı istatistiksel açıdan anlamlı ve SG grubu lehinedir. Benzer şekilde S ve G grubu arasındaki ortalama puan farkı istatistiksel açıdan anlamlı ve S grubu lehinedir (Tablo 5.44). SG ve S grupları ile G grubu arasındaki anlamlı farkların, sanal laboratuvar uygulamasından ileri geldiği düşünülmektedir. Öğrencilerin işlenen konu ile ilgili uygulama düzeylerinin gelişmesinde sanal laboratuvar uygulamasının, geleneksel laboratuvar yöntemine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan bu analiz sonucunda, hem sanal hem de geleneksel laboratuar yöntemi ile yapılan bir öğretimin öğrencilerin uygulama düzeylerindeki artışta daha etkili olduğu görülmüştür.

5. Grupların toplam başarı basamağındaki erişi düzeyleri karşılaştırıldığında, SG ve S gruplarının erişi ortalama puanları arasındaki fark anlamlı ve SG grubu lehine bulunmuştur. Gruplar arasında oluşan bu farkın, SG grubunun derslerini hem sanal hem de geleneksel laboratuar yöntemiyle işlemesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Uygulama sonrası toplam başarı düzeyinde, SG ve G grubu arasında oluşan ortalama puan farkı istatistiksel açıdan anlamlı ve SG grubu lehinedir. S grubu ile G grubu arasındaki ortalama puan farkı istatistiksel açıdan anlamlı ve S grubu lehinedir (Tablo 5.48). SG ve S grupları ile G grubu

arasındaki anlamlı farkların, sanal laboratuvar uygulamasından kaynaklandığı söylenebilir. Öğrencilerin toplam başarı düzeyleri de, alternatif akım konusunda sanal laboratuvar uygulamasının, geleneksel laboratuvar yöntemine göre daha etkili olduğunu göstermektedir (Tablo 5.48). Ancak hem sanal hem de geleneksel laboratuar yöntemi ile yapılan bir öğretimin öğrencilerin toplam başarı düzeylerinin artışında çok daha etkili olmuştur.

Bu çalışmada Alternatif Akım konusunun öğretiminde sanal laboratuvar uygulamasının, geleneksel laboratuvar yöntemine göre öğrencilerin erişi düzeylerini daha çok arttırdığı görülmüştür (Tablo 5.36, 5.40, 5.44, 5.48). Ayrıca SG grubu ile S grubu arasında; kavrama, uygulama ve toplam başarı düzeylerinde anlamlı farklar oluşmuştur (Tablo 5.40, 5.44, 5.48). Bu sonuçla; sanal laboratuvar uygulamasından sonra, geleneksel laboratuvar yöntemiyle desteklenen bir öğretimin öğrenci başarısını daha çok arttırdığı söylenebilir.

6.2. ÖNERİLER

Fizik öğretiminde hedeflenen düzeyde başarı elde edilebilmesi için derslerin uygulamaya ve deneye dayalı olarak yürütülmesi gerekmektedir. Okullarımızın fiziki imkânlarındaki yetersizlikler, hem öğrenciler hem de öğretmenler için zaman alıcı olması ve bazı deneylerin anlatılmak istenen fiziksel olayları yeterince yansıtamaması gibi sebeplerden dolayı fizik deneyleri ya yaptırılmamakta ya da öğretim açısından yeterince etkili olamamaktadır. Bu nedenle; yeni, ucuz ve öğretimi kolaylaştırıcı alternatif yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç;

- Hazırlanacak etkileşimli simülasyonlar ile oluşturulan sanal laboratuvarlarla,
- Sanal laboratuvar uygulamalarının, internet ortamında ya da paket CD'lerle eğitimcilerin hizmetine sunulması ile giderilebilir.

Araştırmada sanal laboratuvar uygulamasının geleneksel laboratuvar yöntemine göre öğrenci başarısını ve erişiyi daha fazla arttırdığı görülmüştür.

- Yapılan araştırma işlenen konularla sınırlıdır. Başka konularda, benzer çalışmalarla sanal laboratuvar uygulamalarının, geleneksel laboratuvar yöntemine alternatif bir öğretim yöntemi olabileceği düşüncesi yaygınlaşabilir.
- Liselerde eksikliği duyulan deneylerin yerine simülasyonlar hazırlanarak Milli Eğitim Bakanlığı tarafından okullara gönderilmesi uygun olabilir. Aynı şekilde üniversitelerde de, yapılamayan deneyler sanal laboratuvar uygulamaları ile yaptırılabilir.
- Çalışmada sanal-geleneksel laboratuvar (SG) grubu, sanal laboratuvar (S) grubuna göre daha başarılı bulunmuştur. Öğrencilerin el becerilerini, grafik çizme ve yorumlama yeteneklerini de arttırmak için derslerin hem geleneksel hem de sanal laboratuvar yöntemi ile işlenmesi daha etkili olacaktır.

Yapılan araştırma sırasında, internet ortamında Fizik konuları ile ilgili, gerek bireysel, gerekse üniversitelerce hazırlanmış çok sayıda sanal laboratuvar sitesine rastlanmıştır. Ancak her simülasyon öğretimde istenilen etkiyi sağlayamayabilir. Burada önemli olan etkili öğrenmeyi sağlayacak simülasyonlara ulaşmaktır. Ek 9'da bazı sanal laboratuvar ve simülasyonların bulunduğu sitelerin adresleri ve Ek 10'da araştırmacının hazırladığı iki simülasyonla birlikte kullanılan diğer simülasyonlar da verilmiştir.

- Bu simülasyonlar yardımıyla yeni çalışmalar yapılabilir.

Araştırmalar, bazı lise ve üniversitelerde, deney malzemelerinin yetersiz olduğunu, olan malzemelerin de deneylerin zaman alıcı olması nedeniyle kullanılmadığını göstermektedir.

- Bu durum sanal laboratuvar uygulamaları ile giderilebilir.

Yaptırılması tehlikeli ve maliyeti çok yüksek birçok Fizik deneyi mevcuttur.

- Bu deneyler, sanal laboratuvar uygulamaları ile çok daha ucuza yaptırılabilir.

KAYNAKLAR

1. Açıkgöz, K., 2004, "Aktif Öğrenme" Eğitim Dünyası Yayınları, İzmir

2. Adams, W. K. ve ark., 2006, "A new instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: the Colorado Learning Attitudes about Science Survey", Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 2, 010101, 2006.

3. Adeli, H., Kim, H. 2000. Web-Based Interactive Courseware for Structural Steel Design Using Java. Computer-Aided and Infrastructure Engineering, 15:158-166

4. Akdeniz, A. R., Çepni, S., Azar, A., 1998. "Fizik Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Kulanım Becerilerini Geliştirmek İçin Bir Yaklaşım" III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 23-25 Eylül, M.E.B. Basımevi, Ankara

5. Alessi, S. M., ve Trollip, S.R., 1991, "Computer-based instruction: Methods and development" (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

6. Alessi, S.M., & Trollip, S.R.,2001, "Multimedia for Learning: Methods and Developments", (3.basım), Needham Heights, Massachusetts: Allyn and Bacon.

7. Al-Holou, N., Clum, J. A. 1999, "Teaching Electroscience Using Computer-Based Instruction", 29. ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference 13c3-24, San Juan, Puerto Rico

8. Andaloro, G., 1991, "Modeling in physics teaching: The role of computer simulation". International Journal of Science Education, 13(3),243-254.

9. Arons, A. B. ve Karplus, R., 1976, "Implications of accumulating data on levels of intellectual development," Am. J. Phys. 44 (4), 396.

10. Arons, A., 1990, "A Guide to Introductory Physics Teaching", Wiley, New York.

11. Bağcı, N., 2003, "Öğretim Sürecinde Öğrenciye ve Öğretim Amacına Yönelik Yeni Yaklaşımlar", MEB.Eğitim Kültür ve Sanat Kitabı, Sayı.159, s.142-148, Ankara.

12. Balki, E., 2002, "Bilgisayar Destekli Eğitim", Akademik Bilişim, Konya, 12-21.

13. Baron, A. 1998, Designing Web-Based Training. British Journal of Educaitonal Technology, Vol 29, No. 4

14. Beachner, L., Pickett, A., 2001, "Multiple Intelligences and Positive Life Habits", Corwin Press, Inc.

15. Berz, M., Erdélyi, B., Hoefkens, J., 1999, "Experience with Interactive Remote Graduate Instruction in Beam Physics. Journal of Interactive Learning Research, 10,1 49-58

16. Bloom, B.S., 1984, "The 2-sigma problem: the search for methods of group instruction as effective a on-to-one tutoring", Educational Researcher 13 (6),4-16.

17. Borgi, L., 1991, "Öğretmenlerin Bilgisayar Kullanımı İçin Eğitimleri" Doğa – Tr. J. of Physics, 136-145, 15 , Tübitak

18. Bork, A., 1981, "Computer-based instruction in Physics", Phys. Today, September (1981) 24.

19. Bork, A., 1981, "Learning with Computers", Digital Press, Bedford Mass.

20. Bork, A., 1989, "Computers in learning Physics: what should we be doing?", in "Conference on Computers in Physics Instruction", August 1-5 (1988), J. Risley and E. Redish (Eds.), Addison Wesley, Reading Mass. 32.

21. Borkowski, J. D., 1991, "Fizik Öğretiminde Bilgisayar Modelleri" Doğa – Tr. J. of Physics, 165-180, 15(1991), Tübitak.

22. Bögel, H., Laube, U., Dettmann, J., Manturzyk, P., Steinborn, D., 1998, "Education in Quantum and Structural Chemisry on the WWW-a Multimedia Project", Journal of Molecular Structure (Theochem), sayı:463, pp: 219-224

23. Bricken, M., 1991, "Virtual worlds: no interface to design", in"Cyberspace: First Steps", M. Benedikt (Ed.), MIT Press, Cambridge Mass.

24. Chevalier, L., Craddock, J. N. 2001, "Formative Assessment of Intractive Multimedia Labware for Environmental Engineering Laboratory", International Conference on Engineering Education, Session 6B1, Oslo, Norway

25. Chiristian, W., 2001, Pyhslet: "Java Tools for a Web-Based Physics Curriculum", ERK Conference, Portoroz, Slovenia.

26. Circuit –Magic, 2003, "ac_circuit", http://www.circuit-magic.com/

27. Clement, J., 1982, "Student's preconceptions in introductory mechanics", Am. J. Phys. 50, 66.

28. Clinch, J., Richards, K., 2005, "How can the Internet be used to enhance the teaching of physics?", www.iop.org/EJ/physed

29. Cobern, W.W. 1996, "Constructivism and non-western science education research. İnternational Journal of Science Education. 18 (3), 295-310.

30. Cook M., 1952, "The Origins of Intelligence in Children" International Universities Press, New York.

31. Cox, A. J., Belloni, M., Dancy, M., Christian, .W., 2003, "Teaching Thermodynamics With Physlets® İn İntroductory Physics", www.iop.org/journals/physed, Physics Education 38 (5)

32. Çallıca, H., Erol, M., Sezgin, G. ve Kavcar, N., 2001, *"İlköğretim kurumlarında laboratuvar uygulamalarına ilişkin bir çalışma"*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi 2000, Bildiler Kitabı, 217-219. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.

33. Çoban, T., 2006, “java”, www.axtelsoft.com/turhan.coban/Java!

34. Demirci, N., 2003, “Bilgisayarla etkili öğrenme stratejileri ve fizik öğretimi”, Nobel Yayın, Ankara, 41-95.

35. Demirel,Ö., 1999, "Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Program Geliştirme", Pegem-A Yayıncılık, Ankara.

36. Depıreux, J., 1991, "Simple Interfacing and use of Computer As a Laboratory Instrument", Turkish J. Phys. 15(2)

37. DPT, 1988, “VI. BVKP. Gelişme Raporu”, Başbakanlık Yayınları, Ankara, s. 354.

38. EARGED, 1995, “*Gösterim için fen laboratuvarları”,* Ankara: Milli Eğitim Basımevi.

39. EPIE Institute., 1985, “TESS: The Educational software selector”, New York: EPIE Institute and Teachers College Press.

40. EPIE Institute., 1986, “TESS: The Educational software selector”, Computer On-line Service Available Through Compu Serve. New York: EPIE Institute.

41. Erden,M., ve Akman,Y., 2001, "Gelişim ve Öğrenme", Arkadaş Yayınları, 10. Baskı. Ankara.

42. Esquembre, F., 2001, “Computers in Physics Education”, Elsevier Science, Computer Physics Communications, Spain.

43. Falstad, P., 2003, “Circuit Simulator v1.2”, http://www.falstad.com/circuit/

44. Fıolhaıs, C., Trındade, J. F., 1998, “Use Of Computers İn Physics Education”, Physics Department And Center For Computational Physics, University of Coimbra, P- 3000 Coimbra – Portugal

45. Finkelstein, N. D., Perkins, K. K., Adams W., Kohl, P., and Podolefsky, N., 2005, “Can Computer Simulations Replace Real Equipment in Undergraduate Laboratories?”, Department of Physics University of Colorado, Boulder

46. Finkelstein, N.D., 2005, “When learning about the real world is better done virtually: a study of substituting computer simulation for laboratory equipment,”, Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 1, 010103, 2005.

47. Floyd, T.,L., 2006, “Electric Circuits Fundamentals”, Seventh Edition, Pearson Education, Inc

48. Floyd, T.,L., 2006, “Electronics Fundamentals: Circuits, Devices, and Applications”, Seventh Edition, Pearson Education, Inc

49. Forcier, R C. & Descy, D. E., 2002, “The Computer as an Educational Tool” ,Third Edition

50. Geelan, D., 1995, “Matrix technique. A constructivist approach to cirriculum developmentin science”, Australian Science Teachers’ Journal. 41 (3), 32-35.

51. González, M. ve ark, 2002, “Development of a virtual laboratory on the internet as support for physics laboratory training”, Eur. J. Phys. s:23, pp:61-67

52. Gümüştepe, Y., 2000, “Temel Animasyon Mantığı ve Macromedia Flash 4”, Türkmen Kitabevi, İstanbul.

53. Güngören, B., 2003, “Java ile Temel Programlama”, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

54. Güzel, H., 2000, “İlköğretim Okullarında I. ve II. Kademedeki Fen Bilgisi Derslerinde Laboratuar Etkinlikleri ve Araç Kullanımı Düzeyi”, IV. Congress Of Science Education’ 2000, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

55. Hall, B., 1997, “Web-Based Training Cookbook,” Paperback, New York.

56. Halloun, I. A., Hestenes, D., 1985, "The initial knowledge state of college Physics students", Am. J. Phys. 53, 1043.

57. Hand, B. and Vance, K., 1995, “Implementation of constructivist approaches within the science classroom”, Australian Science Teachers’Journal. 41 (4), 37-43.

58. Hand, B., Lovejoy, C. ve Balaam, G., 1991, “Teachers reaction to a change to a constructivist teaching-learning strategy”, Australian Science Teachers’ Journal. 37 (1), 20-24.

59. Hannafin, M.J., 1984, “Web-based teaching and learner control: a research review”,Computers & Education, Volume 37, Issues 3-4, November-December 2001, Pages 377-386

60. Haris, J., 1994, “Teaching teachers to use telecomputing tools”, The Computing Teacher, 22(2), 60-63

61. Hartley, K., 2000, “Online simulation”, Learning and Leading with Techonology, 27(5), 36-41

62. Hartley. 1. R., 1993, “Interacting with multimedia”. University Computing, 15, 129-136

63. Hartman, H.J. ve Glasgow, N. A., 2002, “Tips for the Science Teacher” Corwin Press, Thousand Oaks, CA.

64. Harwey, M., 2005, “Java How to Program”, USA.

65. Hearst, E., 1999, “After The Puzzle Boxes: Thorndıke In The 20th Century”, Journal Of The Experımental Analysıs Of Behavıor, 72, 441–446 Number 3, (November) Columbıa Unıversıty

66. Heuvelen, A. V., 1997, “Using interactive simulations to enhance conceptual development and problem solving skills”, AIP Conference Proceedings , March 10, Volume 399, pp. 119-1136, Ohio State University

67. Huang, S-T. T., Lin, M-J. H., 2001, “Designing Efficient Text Presentation of Multimedia CAI-the Evaluation of Dynamic Text Patterns and the Negative Repetition Effect on Memory”, Computer and Education, 37, 127-140

68. Hwang, K-F, 2004, “RC Circuits” , http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=31

69. İpek, İ., 2001, “Bilgisayarla Öğretim Tasarım, Geliştirme ve Yöntemler”,Tıp Teknik Yayınları, Ankara

70. İpek, İ., 2001, “Bilgisayarla Öğretim Tasarım, Geliştirme ve Yöntemler”, Tıp Teknik Kitapçılık Ltd. Şti., Ankara.

71. Jensen, R., 1993, “The technology of the future is already here”, Academe, July - August 8.

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

73. Johnson, D. W., ve Johnson, H., 1991, “Learning Together and Alone: Cooperation,Competition, and Individualization”, Prentice Hall, Englwood Cliffs, NJ.

74. Jonassen O. H., 1991, "Objectivism versus Constructivism: Do we need a New Philosophical Paradigm?"Educational Technology, Research and Development. 39(3), 5-14.

75. Joyce, B., Weil, M., 1996, “Models of Teaching”, Allyn & Bacon & A Simon & Schuster Company, Needham Heights, Fifth Edition, Mass. 02194

76. Kaput, J. J., 1991, “Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning”, Macmillan, New York.

77. Karplus, R., 1977, "Science teaching and the development of reasoning, " J. Res. ScL Teach. 14 (2), 169-175

78. Kayatürk, N. Geban, Ö. ve Önal, A., 1995. "Genel lise programında yer alan kimya konularıyla ilgili derslerin müfredatlarının incelenmesi ve ders geçme sisteminin incelenmesi", *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 11*, 9-13.

79. Kazitov, M. V. & Nelayev, V. V., 1998, "Active virtual laboratory at Internet as an effective tool for learning", Global Congress on Engineering Education, Cracow, Poland, 6-11 September

80. Keser, H., 1988, "Bilgisayar Destekli Eğitim İçin Bir Model Önerisi", Doktora Tezi Ankara Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara

81. Kline, P., 1994, "Easy Guide to Factor Analysis", London: Routledge

82. Kuhn, T., 1970, "The Structure of Scientific Revolutions", University of Chicago Press, Chicago.

83. Kurt, Ş. (2002). "Bütünleştirici Öğrenme Kuramı'na uygun çalışma yapraklarının geliştirilmesi". Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

84. Latchem, C., Wiilianson, 1. ve Henderson-Lancett, L., 1993, "Interactive Multimedia". Kogan Page, Londra, İngiltere

85. Lawson, A.E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B.R. and Falconer, K.A., 2000, "What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology". Journal of Research in Science Teaching. 37 (9), 996-1018.

86. Maidment, R, ve Bronstein, R H., 1973, "Simulation games: Design and implementation". Columbus, OH: Charles-E. Merrill.

87. McKagan, S. B. ve ark., 2007, "A Research-Based Curriculum for Teaching the Photoelectric Effect", submitted to American Journal of Physics.

88. McKagan, S. B. ve ark., 2008, Developing and Researching PhET simulations for Teaching Quantum Mechanics, , American Journal of Physics, in press, 76 , May 2008.

89. Miaoliang1, Z., Yabo1, D., Dandan, S., Yonggu, W., 2005, "A Case Study of Virtual Circuit Laboratory for Undergraduate Student Courses", ITHET 6th Annual International Conference, July 7 – 9, Juan Dolio, Dominican Republic

90. Michael, K. Y., 2001, "The Effect of a Computer Activity Versus a Hands-on Activity on Product Creativit in Tecnology", Journal of Tecnology Education, Vol 13, No 1, 31-43

91. Minnesota Educational Computing Consortium (MECC), 1983, "Oregon (Computer Program)". St. Paul, MN: Minnesota Educational Computing Consortium.

92. Mintz, R., 1993, "Computerized Simulation As An Inquiry Tool", School Science and Mathematics, 93(2), 76-80.

93. Morooneyc, K. M., 1998, "Using java for scientefic programing and electromagnetics", Computers In Physıcs, Vol. 12, No. 6, Nov/Dec

94. Nakiboğlu, C. ve Sarıkaya, Ş., 1999, "Orta öğretim kurumlarında kimya derslerinde görevli öğretmenlerin laboratuvardan yararlanma durumunun değerlendirilmesi". *D.E.Ü. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı, 11*, 395-405.

95. Nave, R., 2005, "HyperPhysics", http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/hframe.html ,Georgia State Üniversity.

96. O'Brien, G. W., 2002, "The development and implementation of a multimedia program that uses analogies in senior high school chemistry to enhance student Iearning of chemical equilibrium", Science Education of the Curtin University of Technology

97. Oğuz, A., 2005, "Yükseköğretimde Yapılandırmacı Öğrenme Ortamları", Eğitim Araştırmaları Dergisi, Sonbahar,yıl 5, sayı.17, s:188-197. Ankara.

98. Oliver_Hoyo, M. T., 1999, "Highly Interactive Multimedia in Chemical Education". Drexel University, Doktora Tezi

99. Ornstein, A. C., Lasley, T. J., 2004, “Strategies for Effective Teaching”, Published by McGraw-Hill Companies, Inc., fourth edition, 1221 Avenue of the Americas, New York, NY.

100. Öğüt, H., Altun, A.A., Sulak, H.E., 2004, “Bilgisayar destekli, internet erişimli interaktif eğitim cd’si ile e-eğitim”, The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET, 3(10): 1-7.

101. Özden, Y., 2002, "Sınıf içinde Öğrenme Öğretme Ortamının Düzenlenmesi. Sınıf Yönetimi". 1. Baskı. Ed. E. Karip. Pegem A Yayıncılık. Ankara.

102. Özen, Ü., Karaman, S. 2001, “Web-Tabanlı Uzaktan Eğitimde Sistem Tasarımı”, Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi (2) 81-102.

103. Papert, S., 1980, “Mindstorms - Children, Computers, and Powerful Ideas”,Basic Books, New York.

104. Park, S., Lee, H., Yuk, K., and Lee, H., 2005. “Web-Based Nuclear Physics Laboratory”, The Proceedings Book of the 3rd International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education, Korea

105. Pereira, L. 1996, “Stepping out with the constructivists”. Australian Science Teachers’ Journal. 42 (2), 26-28.

106. Perkins, K. K. ve ark., 2004, “The Physics Education Technology Project: A New Suite of Physics Simulations”, Poster Presented at AAPT Summer Meeting, 2004.

107. Persall, N.R., Skipper, J.E.J. and Mintzes, J.J., 1997, “Knowledge restructuring in the life sciences”, Science Education. 81, 193-215.

108. PHET, 2005, “Faraday”, http://phet.colorado.edu/new/index.php

109. PHET, 2006, “cck-ac”, http://phet.colorado.edu/new/index.php

110. PHET., 2007, “Photoelectric_Effect”, http://phet.colorado.edu/new/simulations/ sims.php?sim=Photoelectric_Effect

111. Posner, G.J., Strike, K. A., Hewson, P. N., ve Gertzog, W. A., 1982, "Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change," ScL Educ. 66, 211-227.

112. Price, R.V., 1991, “Computer-aided instruction: A guide for authors”. Belmont, CA: Wodsvorth, Inc.

113. Rest, A. J.,1993, “The chenlistry consortium Project”. The CTISS File, 15,50-51

114. Richards, J., 1992, “Computer simulations in the science classroom”, Journal of Science Education and Technology, 1(1),67-80.

115. Ritchie, S.M., 1998, “The teacher’s role in the transformation of students’ understanding”, Research in Science Education. 28 (2), 169-185.

116. Roblyer, M.D., 1999, “Is choice important in distance learning?” A study of studendt’ motives for taking Internet-based courses at community college and high school levels, Journal of Research on Computing in Education, 32(1), 157-171.

117. Roblyer, M.D., 2003, “Integrating Educational Techonolgy into Teaching”, Pearson Education, s. 74-98, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458

118. Roblyer, M.D., 1992, “Electronic hands across the ocean: The Florida-England connection”, The Colpilling Teacher, 19(5). 16-19.

119. Ronen, M., 1992, “Integrating computer simulations into high school physics teaching”, Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 11(3-4),319-329.

120. Sadler, P., 1988, "A Private Universe: Misconceptions That Block Learning," (video tape) Cambridge, MA (distributed by Harvard Universityand the Smithsonian Institute; released).

121. Sánchez, J. C., ve ark., 2002. “Designing Hypermedia Tools for solving Problems in Mathematics”, J. of Computer & Education s:38, pp: 303-317

122. Saraç, M., 2001, "Action Script", Seçkin Kitapevi, Ankara.

123. Schecker, H., 1993. “Learning physics by making models”, Phyr. Educ. 23 (1991), Printed In the UK

124. Sezgin, M.E., 2002, "İkili kodlama kuramına dayalı olarak hazırlanan multimedya ders yazılımının fen bilgisi öğretimindeki akademik başarıya, öğrenme düzeylerine ve kalıcılığa etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana

125. Shayer, M. ve Adey, P. S., 1981, “Towards a Science of Science Teaching” Heinemann, London.

126. Silbar, R. R., 2002, “Web Delivery of Interactive Laboratories: Comparison of Three Authoring Tools”, Computer in Science and Engineering, WhistleSoft Inc.

127. Silbar, R. R., Mead, W. C., Williams, R. A. 1999, “Animations in Physics” Educational Software, Ed-Media 99 Conference

128. Simmons, P, & Lunetta, V., 1993, “Problem-solving behaviors during a genetics computer simulation”, Journal of Research in Science Teaching, 30(2), 153-173.

129. Skinner, B. F., 1950, "Are theories of leaming necessary?," Psychological Review 57, 193-216

130. Snir, j., Smith, C., Grosslight, L., 1995, "Conceptually enhanced simulations: A computer tool for science teaching," in Software Goes to School: Teaching For Understanding With New Technologies, edited by D. N. Perkins (Oxford University Press, New York,), pp. 106-129.

131. Spilker, R. L., Holmes, M. H., Manning, K. S., Newman, D. L., 2001, "Poject Links: Interactive Web-Based Modules for Interdisciplinary Engineering Eucation.

132. Şaşan, H.H., 2002, "Yapılandırmacı Öğrenme", Yaşadıkça Eğitim. (74),49-52.

133. Şimşek, N., 2002, "Derste eğitim teknolojisinin kullanımı" , Nobel Yayın, Ankara, 5-35,57.

134. Tavares, R.., 2005. "Consept Map And Interactive Animation", Department of Physics, Universidade Federal Da Paraiba, Brasil

135. Tekin, S., 2004, "Action Script 2.0 FlashMX 2004", Pusula Yayıncılık ve İletişim Limited Şirketi, İstanbul

136. Terhart, E., 2003, Curriculum Studies. Constructivism And Teaching: A New Paradigm İn General Didaktiks? 1, (3S), 2S-44.

137. Tezci, E. ve Gürol, A., 2001, "Oluşturmacı Öğretim Tasarımında Teknolojinin Rolü", Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,s. 151-156.

138. Thorndike, E. L., 1913, "Ideo-motor action". Psychological Review, 20, 91–106.

139. Trowbridge, J. and Wandersee, J.,1994, "Identifying critical junctures in learning in a college course on evolution", Journal of Research in Science Teaching, 31, 459-473.

140. Uşun, S., 2000, "Dünyada ve Türkiye'de Bilgisayar Destekli Öğretim", Ankara:Pegem Yayıncılık

141. Üce, M., Özkaya, A.R. ve Şahin, M. (2001). *Kimya eğitimi.* IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi 2000, Bildiler Kitabı, 437-439. Milli Eğitim Basımevi, Ankara.

142. Vance, K., Miller, K. and Hand, B., 1995, “Two examples of using constructivist approaches to teach ecology at the middle school level”, The American Biology Teacher. 37 (4), 244-249.

143. Vetter, R.J., 1997, "Web Based Education Experiences", Internet Watch, Ron Vetter, University Of North Carolina At Wilmington, 139-141.

144. Vıdaurre, A., Rıera , J., Gıme´ Nez , M. H.., Monsorıu, J. A., 2001. “Contribution of Digital Simulation in Visualizing Physics Processes” , Wiley Periodicals, Inc. , Spain.

145. VJC, 2002, “A.C.Generator”, http://www.vjc.moe.edu.sg/fasttrack/physics/generator.htm

146. Vosniadou, S., 2001, "Conceptual change research and the teaching of science", in Research in Science Education - Past, Present, and Future, edited by H. Behrendt et al., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, NL, pp. 177-188.

147. Vygotsky, L. S., 1978, “Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes” , Harvard University Press, Cambridge.

148. Wærn, Y., Dahlqvist, P., Ramberg, R. 2000, “Learning Contexts-Does Multimedia Affect Physics Learning?” Proceedings of the Hawai'i International Conference On System Sciences, Maui, Hawaii.

149. Waller, J., Foster N. 2000, “Training Via the Web: A Virtual Instrument”, Computer & Education 35, 161-167

150. Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., and Novak, J. D., 1994, “Research on alternative conceptions in science”, In D. L. Gabel (Ed.), Handbook of research on science teaching and learning (pp. 177-210). NY: Macmillan.

151. Warner, S, Catterall, S., Lıpson, E., 1997, “Java Simulations For Physics Education”, Concurrency: Practıce And Experıence, Vol. 9(6), 477–484

152. Weech, T. L., 2002, “MERLOT: Multimedia Educationa Resource for Learning and Online Teaching”, Informing Science, June

153. Weller, H.G., 1996, "Assessing the impact of computer-based learning in science," Journal of Research on Computing in Education 28 (4),461-485.

154. Wheatley, H. 1991, “Constructivist perspectives on science and mathematics learning”, Science Education. 75(1), 9-21.

155. White, B.Y. ve Fredericksen, J. R., 1998, "Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students", Cognition and Instruction 16 (1), 3-118.

156. Wieman, C. E., ve Perkins, K. K., 2006, “A Powerful Tool For Teaching Science”, Nature Physics, p. 290-292.

157. Wilson, J.M., Redish, E. F., 1989, "Using computers in teaching physics," Phys. Today 42 , 34-41 (1989).

158. Yager, R.E. 2000, “The constructivist learning model”, The Science Teacher, XX 44-45.

159. Yalın, H. İ. 1999, “Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme”, Ankara:Nobel Yayınları

160. Yaşar, Ş., 1998, "Yapısalcı Kuram ve Öğrenme-Öğretme Süreci", Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,Cilt.8, Sayı.1-2, s.68-75.

161. Yen, C., Li W-J. 2003, “Web-Based Learning And Instruction Support System For Pneumatics”, Computer&Education 41, 107-120

162. Yıldırım, A., H. Şimşek. (2000). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (İkinci Baskı) Ankara: Seçkin Yayıncılık.

163. Yiğit, N., Akdeniz, A.R. 2003, “Fizik Öğretiminde Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Öğrenci Kazanımları Üzerine Etkisi: Elektrik Devreleri Örneği”, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 23, Sayı 3, 99-113, Ankara

164. Zacharia, Z. C., 2005, “The Impact of Interactive Computer Simulations on the Nature and Quality of Postgraduate Science Teachers’ Explanations in Physics”, International Journal of Science Education , Vol. 27, No. 14, pp. 1741–1767

EKLER

EK 1: Alınan İzin Belgesi

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜGÜ
SELÇUK UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF NATURAL and APPLIED SCIENCES
S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kampüs-42031/KONYA/TÜRKiYE :
(0332)2410525 Fax: (0332)2410520 http://www.fenbil.selcuk.edu.tr/

Sayı : B.30.2.SEL.0.C1.00.00-360/ 1627 KONYA 25/04/2007
Konu :

Sayın; Araş.Gör. Ersin BOZKURT

ilgi: 05.04.2007 tarihli dilekçeniz.

ilgi dilekçenizde belirttiğiniz uygulamanın; Araş.Gör. Mehmet ERDOGAN ve Araş.Gör. Ülkü SAYIN'ın yardımcı olarak görev almalarıyla da uygun görülmüştür

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. İbrahim KARATAŞ
Müdür

EK 2: Başarı Testi - Çoktan Seçmeli Sorular

EK 2: Başarı Testi Çoktan Seçmeli Sorular

Bölümü	Fizik
Sınıfı	I. öğretim ☐ II. öğretim ☐
Adı Soyadı	
Numarası	
Yaşı	

Çoktan seçmeli

1. Rezonans halindeki bir seri RLC devresinde L= 20 mH, C = 0.02 μF, ve R = 90 Ω ise empedansın değeri nedir?

a) 0 Ω b) 90 Ω c) 20 kΩ d) 40 kΩ e) ∞

2. Rezonans frekansının üzerinde bir frekans ile işleyen seri bir RLC devresinde, akım için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

a) Akımın değeri sıfırdır.
b) Akım frekansla değişmez.
c) Akım, gerilimin fazca önündedir.
d) Uygulanan gerilim ile akım aynı fazdadır.
e) Akım, gerilimin fazca gerisindedir.

3. Rezonans halindeki bir seri RLC devresinde kondansatörün değeri azaltılırsa,

I. Akım azalır
II. Rezonansa ulaşmak için frekans arttırılmalıdır
III. Empedans artar

yargılarından hangisi yada hangileri doğrudur?

a) yalnız II b) I ve II c) yalnız I d) II ve III e) I, II ve III

4. 3 kΩ'luk bir direnç, 0.01 μF'lık bir kondansatör ve 50 mH' lik bir bobin, açısal frekansı 10^5 rad/s ve etkin gerilimi 20 V olan bir ac kaynağına seri halde bağlıdır. Empedansın değeri aşağıdakilerden hangisidir?

a) 1,0 kΩ b) 4,0 kΩ c) 9,0 kΩ d) 5,0 kΩ e) 15,7 kΩ

5. 4. Probleme göre akımın etkin değeri aşağıdakilerden hangisidir?

a) 1,26 mA b) 5,0 mA c) 4,0 mA d) 2,2 mA e) 20 mA

6. Bir seri RLC devresinde direncin değeri 90 Ω, kondansatörün kapasitif reaktansı 50 Ω ve bobinin indüktif reaktansı 30 Ω'dur. Devrenin uçları arasından ölçülen gerilim 12V olduğuna göre akımın etkin değeri nedir?

a) 9 mA b) 90 mA c) 13 mA d) 130 mA e) 9 A

7. 6. Soruya göre kondansatörün uçları arasına bağlanan gerilim ölçer aşağıdakilerden hangisini gösterir?

a) 6,5 V b) 650 mV c) 3,52 V d) 352 V e) 352 mV

8. 200 Ω'luk bir direnç, 30 Ω 'luk indüktif reaktansa sahip bir bobin ve kapasitif reaktansı bilinmeyen bir kondansatör seri bir RLC devresi oluşturmak üzere ac kaynağına bağlanıyor. Devre rezonans halinde ise devrenin empedansı nedir?

a) 230 Ω b) 170 Ω c) 200 Ω d)30Ω e) belirlenemez

9. 8. Probleme göre, kapasitif reaktansın değeri nedir?

a) 200 Ω b) 30,0 Ω c) 230 Ω d) 170Ω e) belirlenemez

10. Rezonans halindeki bir seri RLC devresinde 24 Ω'luk bir direnç, indüktif reaktansı 120 Ω olan bir bobin ve kapasitif reaktansı 120 Ω olan bir kondasatör ile seri bağlıdır. Alternatif akım kaynağının etkin potansiyel farkı 60 V olduğuna göre bobin üzerindeki potansiyel farkın değeri nedir?

a) 300 V b) 660 V c) 30,0 V d) 60,0 V e) 27,2 V

11. Seri bir RLC devresinde $X_C > X_L$ ise devreyi rezonans hale getirmek için;

I. Akımın frekansının arttırılması

II. Devreye seri bir direnç eklenmesi

III. Gerilimin genliğinin arttırılması

işlemlerinden hangisi veya hangileri yapılmalıdır?

a) yalnız II b) I ve II c) yalnız I d) II ve III e) I, II ve III

12. Rezonans halinde seri bir RLC devresinde, devrenin bant genişliğinin arttırılması için;

I. Akımın frekansının arttırılması

II. Devreye seri bir direnç eklenmesi

III. Gerilimin genliğinin arttırılması

işlemlerinden hangisi veya hangileri yapılmalıdır?

a) yalnız II b) I ve II c) yalnız I d) II ve III e) I, II ve III

13. Bir seri RLC devresinde R direncinin değeri 4Ω, indüktif reaktansın değeri 8Ω ve kapasitif reaktansın değeri ise 5Ω'dur. Devrenin güç çarpanının değeri nedir?

a) 3/5 b) 4/5 c) 1/2 d) 3/4 e) 4/3

14. Bir alternatif akım devresinde harcanan güç hangi halde sıfır olur?

a) Akımla gerilim arasındaki faz açısı 0^0 olursa.

b) Akımla gerilim arasındaki faz açısı 180^0 olursa.

c) Akımla gerilim arasındaki faz açısı 60^0 olursa.

d) Akımla gerilim arasındaki faz açısı 90^0 olursa.

e) Akımla gerilim arasındaki faz açısı 45^0 olursa.

15. Bir seri RLC devresinde rezonans frekansı aşağıdaki değişimlerin hangisinden etkilenmez?

a) Kondansatörün levhaları arasındaki uzaklığı değiştirmek

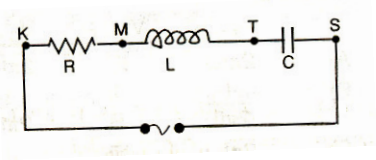
b) Kondansatörün levhaları arasındaki yalıtkanı değiştirmek

c) Devredeki indüktansı değiştirmek.

d) Devredeki direnci değiştirmek.

e) Bobinin sarım sayısını değiştirmek.

16. Bir direnç, bir bobin ve bir kondansatör şekildeki gibi seri bağlanmıştır. Bu devrede V_{KM} , V_{MT}, V_{TS} etkin potansiyel farkları birbirine eşit ve V_0 değerindedir. Buna göre



I V_{KT}

II V_{KS}

III V_{MS}

etkin potansiyel farklarından hangilerinin değeri yine V_0'dır ?

a) yalnız I b) yalnız II c) yalnız III d) I ve III e) I, II ve III

17.Direnci 100Ω olan bir telden geçen alternatif akımın akım şiddeti denklemi I=3sin100πt dir. Bu bilgilerle

I **f, akımın frekansı**

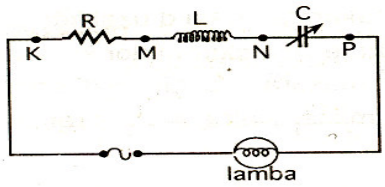
II **I_m, akımın maksimum değeri**

III **V_m, telin uçları arasındaki potansiyel farkının maksimum değeri**

niceliklerinden hangileri bilinebilir?

a) yalnız I b) yalnız II c) I ve II d) II ve III e) I, II ve III

18. Şekildeki alternatif akım devresinde, değişken kondansatör ayarlanarak devreden en büyük akımın geçmesi sağlanıyor. Bu durumda, aşağıdakilerin hangisinde verilen noktalar birleştirilip kısa devre yapılırsa, lamba en parlak yanar?



a) K ile M b) M ile N c) N ile P d) K ile N e) M ile P

Soru	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

SORU	A	B	C	D	E
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

EK 3: Başarı Testi – Doğru/Yanlış Soruları

Ek 3: Başarı Testi Doğru/Yanlış Soruları

Doğru veya Yanlış

Doğru veya yanlış olduğunu düşündüğünüz tanımlamalar için kutuları işaretleyiniz	doğru	yanlış
1. Bir seri RLC devresinde indüktif reaktans (X_L) ve kapasitif reaktans (X_C) birbirlerine karşı koyan etkilere sahiptir.		
2. Rezonans halindeki seri bir RLC devresinde, R direnci arttırılırsa rezonans frekansı da artar.		
3. Seri RLC devrelerinde rezonans durumlarında, indüktif reaktans ve kapasitif reaktans hiçbir zaman eşit değildir.		
4. Bir seri RLC devresinde rezonans halinde akım minimumdur.		
5. Bir seri RLC devresinde rezonans halinde V_L ve V_C potansiyel farklarının toplamı sıfırdır.		
6. Seri RLC devresinde devre elemanları üzerindeki potansiyel farklar sürekli değişim halindedir.		
7. Bir alternatif akım devresinde, voltmetreden okunan gerilim değeri, gerilimin maksimum değeridir.		
8. Bir seri RLC devresinde rezonans halinde, kondansatör ile bobinin uçları arasındaki potansiyel farklar, devredeki güç kaynağının potansiyel farkından büyük olabilir.		
9. Bir seri RLC devresinde eğer indüktif reaktansı, kapasitif reaktansından küçükse devrenin potansiyel farkı, devre akımından ϕ faz farkı kadar önde olur.		
10. Bir seri RLC devresinde indüktör (self) üzerindeki potansiyel farkı, devre akımından daima $\pi/2$ kadar öndedir.		
11. Bir seri RLC devresinde, direnç üzerindeki potansiyel fark ile devre akımı arasında hiçbir zaman faz farkı yoktur.		
12. Bir seri RLC devresinde, rezonans frekansından düşük bir frekans değerinde; devrenin akımı, kaynağın potansiyel farkından ϕ faz farkı kadar önde olur.		
13. Bir seri RLC devresinde, kondansatör ve bobinin uçları arasındaki potansiyel farkları arasında daima 90°'lik faz farkı vardır.		
14. Bir alternatif akım devresinde, ampermetrede okunan akım değeri akımın maksimum değeridir.		

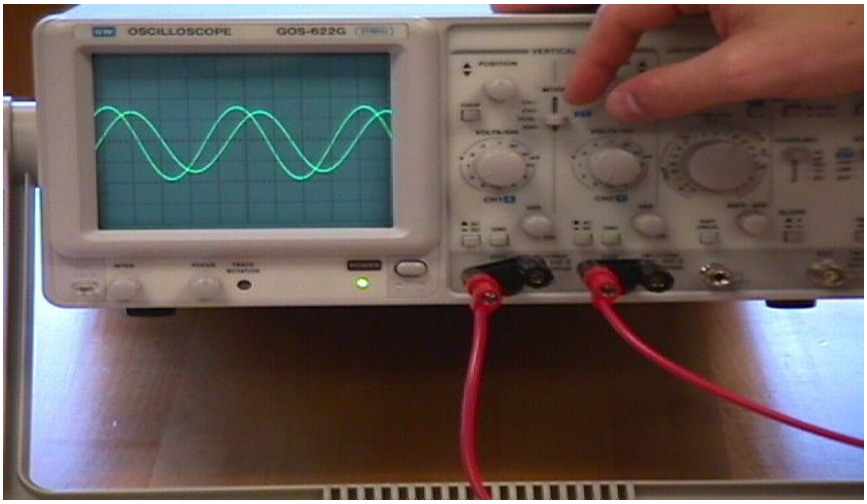
EK 4: Geleneksel Laboratuvar Uygulaması

EK 6: Geleneksel Laboratuvar Uygulaması

Geleneksel laboratuvar grubu (G) ve sanal–geleneksel laboratuvar grubu (SG) öğrencileri gerçek laboratuvar deneylerini yapmışlardır. Konu anlatımlarında geleneksel laboratuvar grubundaki öğrencilere, hazırlanan sanal laboratuvar uygulamasında kullanılan ders anlatım notları kullanılmıştır. Ancak konu anlatımları sırasında öğrencilere simülasyon veya animasyon gösterilmemiştir. Geleneksel laboratuvar grubundaki öğrenciler konu anlatımlarından sonra deney yapmışlardır. Sanal-geleneksel laboratuvar grubu öğrencileri ise tüm konularını simülasyonlarla görmüşler ve uygulamalarında simülasyonları kullandıktan sonra deneylerin tekrarını gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirmişlerdir.

Gerçek laboratuvar uygulamalarında öncelikle öğrencilere deney malzemeleri ve devre elemanları tanıtılmıştır. Kullanacakları araçların çalışma prensipleri ve bunların bağlanış şekilleri izah edilmiştir. Öğrencilere hatırlatıcı bilgi olması açısından laboratuvarda kullanılan deney kitapçıkları dağıtılmıştır. Bu deney kitapçıklarında kullanacakları malzemeler ve deneylerin yapılışı hakkında bilgiler yer almaktadır.

Laboratuvarda kullanılan araç ve malzemeler aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Laboratuvar uygulamalarında öğrencilere öncelikle ölçüm yapacakları araçlar tanıtılmıştır. Şekil 1'de görülen osiloskopla potansiyel farkın nasıl ölçüldüğü, kaynağa ve devre elemanlarına nasıl bağlandığı, bir devre elemanı üzerindeki potansiyel farkın kaynağın potansiyel farkına göre nasıl ölçüldüğü ve faz farkının nasıl bulunduğu hakkında bilgiler verilmiştir.



Şekil 1. Laboratuvarda kullanılan osiloskoptan bir görünüm

Kullanacakları diğer araç olarak sinyal jeneratörü tanıtılmıştır. Şekil 2'de görülen sinyal jeneratörüyle kare ve sinüs dalgalarının nasıl oluştuğu hakkında verilen kısa bilgilerden sonra öğrencilere devreye bir sinyal jeneratörünün nasıl bağlanacağı, devrenin frekansının nasıl değiştirileceği, bu değerlerin katlarını sinyal jeneratörü üzerindeki düğmelerle nasıl alacakları hakkında bilgiler verilmiştir.



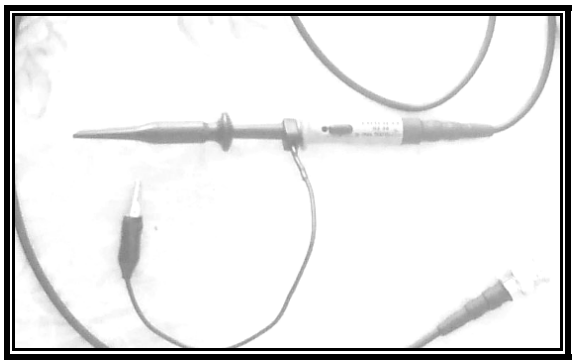
Şekil 2. Laboratuvarda kullanılan sinyal jeneratöründen bir görünüm

Diğer bir ölçüm aleti ise şekil 3' te görüldüğü gibi alternatif akımda devre elemanları üzerindeki etkin potansiyel farkları ve devredeki etkin akımı ölçmeye yarayan avometrelerdir. Avometrelerin devreye nasıl bağlandıkları ve nasıl ölçüm yapıldığı hakkında bilgiler verilmiştir.

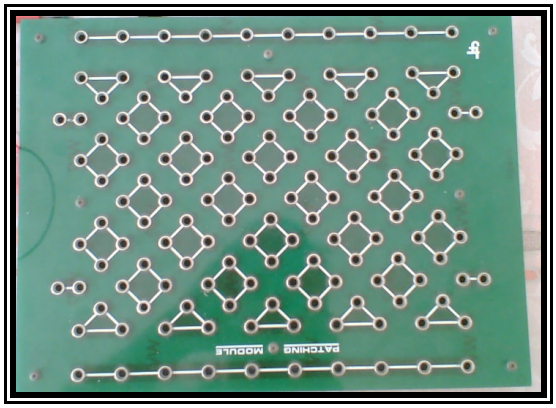


Şekil 3. Laboratuvarda kullanılan Avometreden bir görünüm

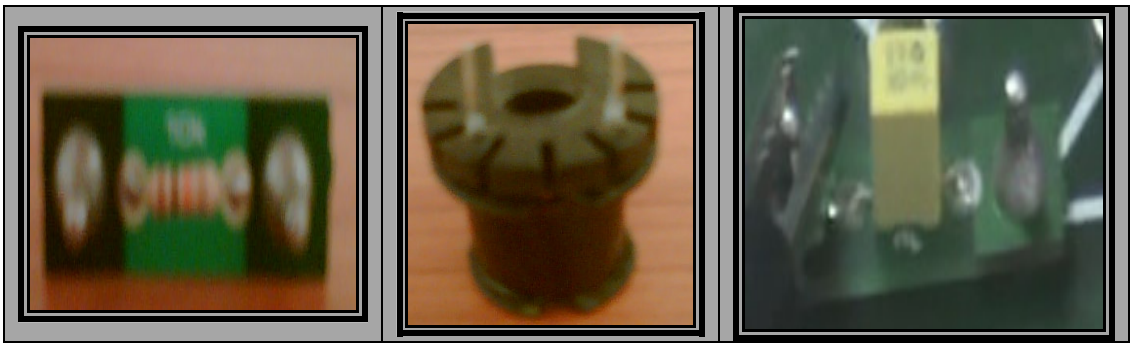
Tanıtılan malzemelerden bir diğeri şekil 4'te verilen, devreye osiloskobu ve sinyal jeneratörünü bağlamaya yarayan problardır. Öğrencilere probların faz ve toprak uçları tanıtılmıştır. Devrede kullanımları sırasında nelere dikkat edilmesi gerektiği hakkında bilgiler verilmiştir. Şekil 5'te devre elemanlarının bağlandığı tabla verilmiştir. Devre elemanları tablaya bağlanırken nelere dikkat edilmesi gerektiği, kısa devre olma sebepleri hakkında bilgiler verilmiştir. Şekil 6'da öğrencilerin laboratuvarda kullanmış oldukları devre elemanları verilmiştir.



Şekil 4. Laboratuvarda kullanılan problar

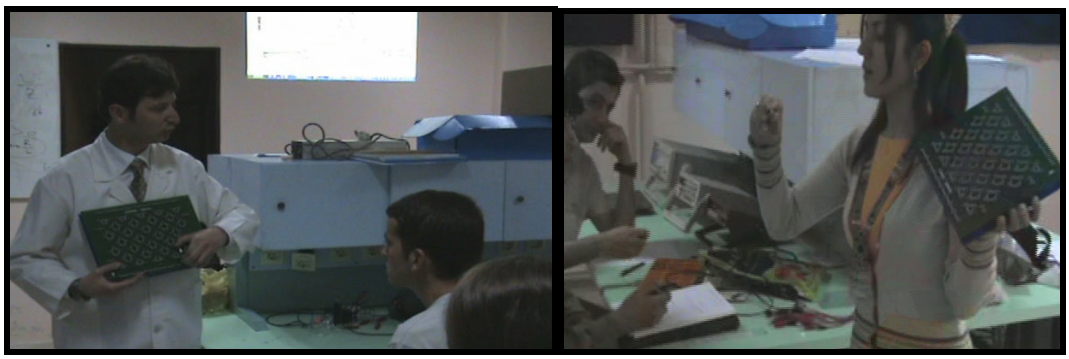


Şekil 5. Devre elemanlarının yerleştirildiği tablalar



Şekil 6. Kullanılan devre elemanları

Geleneksel laboratuvar uygulamalarını gören öğrenciler her konu anlatımından sonra sanal laboratuvar uygulamalarında anlatılan deneyleri gerçek materyallerle gerçekleştirmişlerdir. Kurmuş oldukları devrelerde devre elemanları değişken özelliğe sahip olmadığı için takıp çıkarma yöntemiyle devre elemanlarının değerlerini değiştirmişlerdir. Konu anlatımlarını ve laboratuvarda yapılacak işlemleri araştırmacının kendisi anlatmıştır. Ancak deneyler sırasında öğrencilere yardımcı olunması açısından laboratuvarda araştırmacının kendisiyle beraber iki yardımcı öğretim elemanından da faydalanılmıştır.



Şekil 7. Geleneksel laboratuvar uygulamalarında yardımcı olan öğretim elemanları

EK 5: Kamera ile Yapılan Mülakatlardan Örnekler

Uygulamaya Katılan Öğrencilerle Yapılan Görüşmelerden Örnekler

Uygulama boyunca kamera ile yapılan mülakatlardan derlenen örnekler aşağıda sırasıyla verilmiştir. Görüşme örnekleri verilen öğrencilerin, cinsiyetleri ve yaşları ile ilgili bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo: Görüşme yapılan öğrencilerin yaş ve cinsiyetleri

Grubu	No	Cinsiyet	Yaş
S	1	Erkek	20
	2	Erkek	21
	3	Kız	20
SG	1	Erkek	20
	2	Kız	20
	3	Kız	19
G	1	Kız	20
	2	Erkek	19
	3	Erkek	21

Sanal laboratuvar (S) grubu öğrencileri ile yapılan görüşmelerden örnekler:

S grubu öğrencilerinin uygulama öncesi, yapılacak deneysel çalışmalardan beklentilerini öğrenmek için yapılan mülakatlar aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Yapacağımız sanal laboratuvar uygulamasından beklentilerin neler? Sence geleneksel (gerçek) laboratuvar gibi olur mu?

1. **Öğrenci:** Sanal laboratuvar uygulaması ile gerçek laboratuvarda yaşanan bazı hataların aşılacağını düşünüyorum. Bir de sanal laboratuvarda daha rahat deney yapacağız gibi. Hem orda tek başımıza yapacağız bununda büyük etkisi olur bence.
2. **Öğrenci:** Hocam ben elle yapılmasının daha iyi olacağını düşünüyorum. Ama sanal laboratuvarı da merak ediyorum. Bilmiyorum gerçek laboratuvar gibi olmaz herhalde.
3. **Öğrenci:** Hocam sanal laboratuvar sanırım daha iyi olur gibi geliyor bana. Ama geleneksel laboratuvarda da iyi bir öğretim var. Ama sanal laboratuvarla, gerçek

laboratuvarda bazı yapamadıklarımızı, göremediklerimizi görebileceğiz gibi geliyor bana.

S grubu öğrencilerinin, uygulamalar sırasındaki duygu ve düşüncelerindeki değişimleri sorgulamak ve yapmış oldukları deneysel çalışmaların öğrenmelerine olan katkısını öğrenmek için yapılan mülakatlar aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Yaptığımız sanal laboratuvar uygulaması nasıl gidiyor sence? Öğrenmene olan katkısı neler? Gerçek laboratuvarı göz önünde bulundurarak neler söylemek istersin?

1. **Öğrencisi:** Bence sanal laboratuvarın en önemli özelliği insanın dikkatini çekmesidir. Bana göre öğretmenlerin en çok sıkıntı çektiği nokta; deneysel yöntemlerde öğrencinin dikkatini çekmektir. Bu noktada sanal laboratuvar uygulaması çok büyük bir eksikliği dolduruyor. Bu nedenle sanal laboratuvar uygulaması çok daha öğretici oluyor. Çünkü elektronların hareketine kadar her şeyi görebiliyoruz. Geleneksel laboratuvarda hem zaman sıkıntısı var hem de hata payı yüksek. Ama ikisi birlikte olursa sanki daha etkili olur gibi geliyor bana.
2. **Öğrencisi:** Hocam elle yapılmasının daha iyi olacağını düşünüyordum. Ama sanal laboratuvar daha iyi bir öğrenme sağlıyor. Simülasyonlar gayet iyi olmuş. Geleneksel laboratuvarda ve ya geleneksel derslerde bir olayla bir formülü bağdaştırmamız çok zor. Ama bu simülasyonlarla çok kolay oldu. Formülleri ezberlemek yerine bu yolla çok daha kolay ve kalıcı bir şekilde öğrenebiliyoruz. Olayı zihnimde oluşturabiliyorum. En ince ayrıntısına kadar her şeyi görebiliyorum. Simülasyonlarla deneyleri tekrar tekrar yapabiliyoruz. Devredeki C'yi L'yi değiştirince, frekansı değiştirince ne olduğunu hemen görebiliyoruz. Bence çok kalıcı oluyor.
3. **Öğrencisi:** Beklediğim gibi oldu. Sanal laboratuvar gerçekten etkileyici bir uygulama. Göremediğimiz birçok olayı görebiliyoruz. Bence bunları gerçek laboratuvarda yapamayız gibi geliyor. Deneysel yöntemlerle yeteri kadar algılayamadığımız olayları sanal ortamda kolaylıkla algılayabiliyoruz ve gözlemleyebiliyoruz.

S grubu öğrencilerinin, yapmış oldukları deneysel çalışmaların problem çözme becerileri üzerine olan katkısını öğrenmek için yapılan mülakatlar aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Sanal laboratuvar uygulaması problem çözme becerin üzerine bir fayda sağladı mı? Bana sebepleriyle söyleyebilir misin?

1. **Öğrencisi:** Sanal laboratuvarla yapmış olduğumuz çalışmalar bence çok kalıcı bir öğrenme sağladığı için problemleri çözerken bizi hızlandırdı. Formülleri ezberlememize gerek kalmıyor. Bir soru sorulduğu zaman hemen neyi yapacağımı biliyorum. Simülasyonlardaki değişimler aklımda canlanıveriyor. Soruyu çözerken fazla düşünmeden hemen doğru cevabı bulabiliyorum.
2. **Öğrencisi:** Şimdi şöyle, sanal ortamdaki eğitime baktığımız zaman deneysel yöntemlere katkısı çok fazla. Problemleri çözerken simülasyonlarda yaptığım değiştirmeler aklıma geliyor. Devrelerde bir L'nin, C'nin …. frekansın değerini değiştirince ne gibi değişimler olduğunu düşünüyorum. Bu yüzden soruları çözerken çok rahat çözüyorum.
3. **Öğrencisi:** Sanal laboratuvarın problem çözmedeki becerimizi oldukça arttırdığını düşünüyorum. Neden diye soracak olursanız; sanal laboratuvarda en küçük detayları bile görebiliyoruz, grafiklerin olması, devre elemanlarının değerini değiştirdiğimiz zaman değişimleri anında görebilmemiz çok yararlı. Bir probleme baktığım zaman ne yapacağımı biliyorum. Bence bu çok önemli.

Sanal-Geleneksel laboratuvar (SG) grubu öğrencileri ile yapılan görüşmelerden örnekler:

SG grubu öğrencilerinin uygulama öncesi, yapılacak deneysel çalışmalardan beklentilerini öğrenmek için yapılan mülakatlar aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Yapacağımız sanal laboratuvar uygulamasından beklentilerin neler? Sence geleneksel (gerçek) laboratuvar gibi olur mu?

1. **Öğrencisi:** Sanırım gerçek laboratuvar kadar iyi olmaz belki ama onun kadar etkili olacağını düşünüyorum. Gerçek laboratuvarda bir takım sıkıntılar yaşıyoruz. Bazen deney hataları oluyor. Ama sanalda bunlar olur mu bilmiyorum. Sanalında öğretici olacağını düşünüyorum.
2. **Öğrencisi:** Yani sanalda daha iyi olur. Çünkü simülasyonlarla her şeyi daha ayrıntılı görürüz. Gerçek laboratuvarlarda bazı şeyleri tam olarak göremiyoruz. Yapacağımız uygulamadan sonra daha iyi cevap veririm sanırım.
3. **Öğrencisi:** Bence gerçek laboratuvar daha iyi olur gibi. Çünkü orda elle dokunarak somut bir şekilde uğraşacağız. Sanal laboratuvar uygulaması nasıl olacak bilemiyorum tabi. Ama gerçek laboratuvardaki gibi olmaz bence.

SG grubu öğrencilerinin, uygulamalar sırasındaki duygu ve düşüncelerindeki değişimleri sorgulamak ve yapmış oldukları deneysel çalışmaların öğrenmelerine olan katkısını öğrenmek için yapılan mülakatlar aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Sanal laboratuvar uygulaması beklentilerini karşıladı mı? Aynı deneyleri gerçek laboratuvarda da yapıyorsun. Sence hangisi daha etkili bir öğrenme sağlıyor, sebepleriyle söyleyebilir misin?

1. **Öğrencisi:** Hocam şimdi gerçek laboratuvarda verileri tam olarak alamayabiliyoruz. Sanalda verileri tam olarak alabiliyoruz. Olaylardaki bütün değişimleri fark edebiliyoruz. Gerçek laboratuvarda bazen eksiklikler çıkabiliyor. Yanlışlıklar olabiliyor. Sanalda verileri tam olarak alabildiğimiz gibi istediğimiz aralıkta da değer verebiliyoruz. Kondansatörün, L'nin değerlerini istediğimiz gibi değiştirebiliyoruz. Hepsini aynı anda değiştirip bütün değişimleri de görebiliyoruz. Bu nedenle sanal laboratuvar daha öğretici bir yöntemdir.
2. **Öğrencisi:** Hocam bence sanal laboratuvar uygulaması çok daha iyi. Sanal laboratuvarla yapılan uygulamalar çok daha kalıcı oluyor. Burada formüllerle olayları çok ayrıntılı bir şekilde görebiliyoruz. Olaylarla formüller arasındaki ilişkiyi hemen görebiliyoruz. Bu yüzden çok daha kalıcı bir öğretim oldu. Geleneksel laboratuvarda çok zaman kaybediyoruz. Bir deneyden sonra tekrarını yapmak için bazen zaman kalmıyor. Ama sanalda istediğimiz kadar yapabiliyoruz.

3. **Öğrencisi:** Hocam sanal laboratuvar uygulamasındaki beklentim bu şekilde değildi ama sanal laboratuvar daha öğretici gibi. Çünkü burada her şeyi rahatlıkla görebiliyoruz. Gerçek laboratuvarda bu şekilde değil. Burada her şeyi görerek öğreniyoruz. Normalde olsa sadece formüllerle öğreniyoruz. O zaman olayları formüllere göre yorumluyorduk. Ama şimdi elle tutulabilir bir kanıt gibi görebiliyorum. Sanal laboratuvarda her şey bir yerde duruyor. Dikkatimizi sadece oraya toplayabiliyoruz. Gerçek laboratuvarda oraya buraya takılabiliyoruz. Gerçek laboratuvarda çok zaman kaybı var. Sanalda bir deneyi defalarca tekrarlayabiliyoruz. İstediğimiz değerde istediğimiz ölçümleri alabiliyoruz. Kısacası her değişimi görebiliyoruz.

SG grubu öğrencilerinin, yapmış oldukları deneysel çalışmaların, problem çözme becerileri üzerine olan katkısını öğrenmek için yapılan mülakatlar aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Sanal laboratuvar uygulaması problem çözme becerin üzerine bir fayda sağladı mı? Gerçek laboratuvar uygulamalarıyla karşılaştırarak neler söylemek istersin?

1. **Öğrencisi:** Sanal laboratuvar uygulaması problem çözmemizde daha etkili oldu. Ama geleneksel laboratuvarla pekiştirmiş olduk. Sanal laboratuvarda her şeyi görerek yapıyoruz. Gelenekselde de aletleri tanıyor onları kullanmayı öğreniyoruz. Geleneksel laboratuvarda çok uğraştık birazda sıkıldık. Sanal laboratuvarda deneyleri tek başımıza yapmamız daha kalıcı olmasını sağladı. Her türlü değişimi görebiliyoruz. Bir soruyu çözerken simülasyonlarda yaptıklarımızı düşünüyorum ve hemen soruyu çözüyorum.
2. **Öğrencisi:** Sanal laboratuvar uygulaması ile yaptığımız deneylerde bulduğumuz tüm sonuçlar doğru ve net sonuçlardı. Sanal laboratuvar uygulaması problem çözmemiz üzerinde daha etkili oldu. Çünkü bir soru çözerken simülasyonlardaki görüntüler hemen aklıma geliyor. Gerçek laboratuvarda zorlandım biraz. Ama sanal laboratuvar uygulamalarını görmesem zor anlardım. Gerçek laboratuvarın

problem çözmemize olan katkısı bence çok fazla değil. Sanal laboratuvar çok faydalı oldu.

3. **Öğrencisi:** Simülasyonlarla problem çözmemiz daha iyi gelişti bence. Soruları çözerken direk simülasyonlardaki değişimler gözümün önüne geldi. Soruları çözerken daha mantıklı düşünüyorum. Formülleri ezberlememe gerek kalmıyor. Hemen formülü çıkarabiliyorum. Ama gerçek laboratuvarda da malzemeleri tanıyoruz. Sanki sanalla gerçek laboratuvar birbirlerini tamamlıyorlar. Gerçek laboratuvarında faydası oldu. İkisi birlikte olunca çok daha kalıcı oldu.

Geleneksel laboratuvar (G) grubu öğrencileri ile yapılan görüşmelerden örnekler:

G grubu öğrencilerinin uygulama öncesi, yapılacak deneysel çalışmalardan beklentilerini öğrenmek için yapılan mülakatlar aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Yapacağımız laboratuvar uygulamalarından beklentilerin neler? Sence öğrenmeniz üzerinde nasıl bir etkisi olur?

1. **Öğrencisi:** Yani sonuçta deneysel bir çalışma yapacağız. Bir konunun deneysel olarak işlenmesi tabi ki etkili olur. Sonuçta her şeyi yaparak görerek öğreneceğiz. Sanırım iyi olur.
2. **Öğrencisi:** Teorik olarak işlenen derslerin deneysel olarak tekrarı daha iyi oluyor. Zaten ben laboratuvarlarda öğrendiğimi düşünüyorum. Teorik olarak göremediklerimizi orda daha iyi anlayacağımızı düşünüyorum.
3. **Öğrencisi:** Deneylerle yapılacak bir öğretim etkili olur tabiî ki. Beklentilerim aslında her zamanki deneysel çalışmalar gibi olacağını düşünüyorum. Biraz sıkılıyorum laboratuvarda fakat gene de etkili bir öğrenme sağlıyor. Deneyler bazen uzun sürüyor. Bazen hatalar oluyor, ama gene de iyi bir yöntem

G grubu öğrencilerinin, uygulamalar sırasındaki duygu ve düşüncelerindeki değişimleri sorgulamak ve yapmış oldukları deneysel çalışmaların öğrenmelerine olan katkısını öğrenmek için yapılan mülakatlar aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Yaptığımız (gerçek) laboratuvar uygulamaları nasıl gidiyor? Sence beklentilerini karşıladı mı? Öğrenmene olan katkısı neler? Sebepleri ile bahsedersen sevinirim.

1. **Öğrencisi:** Hocam biraz sıkıldım ama deneysel yöntemle teorik olarak verilen kısmı anladığımı düşünüyorum. ….İyi bir öğretim. Ama biraz zaman alıyor. Bazen hatalar yapıyoruz. Bazı sonuçlar istediğimiz gibi çıkmıyor…. Hatayı ayıklamak için zaman harcıyoruz. Ama yaparak görerek öğreniyoruz sonuçta. Teorikten çok çok iyi bir yöntem.
2. **Öğrencisi:** Ben deneysel yöntemin çok öğretici olduğunu düşünüyorum. Çok faydalı bir yöntem. Gerçek laboratuvarda yapmış olduğumuz deneylerle teorik olarak gördüğümüz bilgilerimizi pekiştiriyoruz….. Deneyler biraz zaman alıcı. Fazla tekrar yapamıyoruz. Aslında sürekli tekrar yapabileceğimiz bir imkân olsa daha iyi olur.
3. **Öğrencisi:** Bence çok öğretici bir yöntem. ….Biraz sıkıntılar olsa da oldukça öğretici bir yöntem. Beklentilerimi karşıladığını düşünüyorum. Ama bazen deney hataları ile karşılaşıyoruz. Bazen hatalar bizden kaynaklanıyor. Bazen de aletlerle yaptığımız ölçümler sıkıntı yaratıyor….. Ama onun dışında bence öğretim bu şekilde olmalı. Çünkü deney yaparak daha iyi öğreniliyor.

G grubu öğrencilerinin, yapmış oldukları deneysel çalışmaların problem çözme becerileri üzerine olan katkısını öğrenmek için yapılan mülakatlar aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Gerçek laboratuvar uygulaması problem çözme becerin üzerine bir fayda sağlıyor mu? Bana sebepleriyle söyleyebilir misin?

1. **Öğrencisi:** Gerçek laboratuvar ile yapılan öğretim gerçekten etkili bir öğretim. Bence öğrenmemizde çok büyük katkısı var. problem çözme becerimizde de tabiî ki katkısı var. çünkü deneyleri yaparken sürekli pratik yapmış oluyoruz. Deneyleri, elimizle dokunarak ve görerek yaptığımız için problemleri çözerken deneyleri düşünüyorum. Baya faydası oldu.

2. **Öğrencisi:** Gerçek laboratuvarda problem çözmemde katkısı oldu. Ama problem çözmemin gelişmesi için daha çok pratik yapmam gerektiğini düşünüyorum. Çünkü ben deneylerle problem çözmenin çok fazla geliştirilebileceğini düşünmüyorum. Çünkü deney yaparken konunun mantığını alıyoruz. Onun üzerine daha fazla pratik yapmamız gerektiğini düşünüyorum. Deneyler biraz zordu. Sorularda biraz karışık gibi geldi.
3. **Öğrencisi:** Laboratuvarın problem çözme becerimize katkısı vardır muhakkak. Ama konuyla ilgili problemleri çözerken yine de zorlandım….. Deneyler biraz zordu. Aslında konularda biraz karışık olduğu için zorlandım. Ama deneylerin tabiî ki problemleri çözmemizde katkısı var.

EK 6: Yazılı Mülakat Soruları ve Örnekleri

Yazılı Mülakat Soruları

Adı Soyadı:
Sınıfı:
Cinsiyet:
Yaş:

1) Sanal laboratuvar uygulamasından önce uygulama ile ilgili beklentileriniz nelerdi? Kısaca yazınız. (geleneksel laboratuvar ile karşılaştırarak belirtiniz)

2) Uygulamalar başladıktan sonra, uygulama öncesindeki duygu ve düşüncelerinizde ne gibi değişiklikler oldu kısaca yazınız.(geleneksel laboratuvarı göz önünde bulundurarak cevaplayınız).

3) Sanal laboratuvar uygulaması öğrenmenize ne derece katkı sağladı (simülasyonları göz önünde bulundurarak cevaplamaya çalışın)? Sebepleri ile kısaca yazınız. Aynı soruyu geleneksel laboratuvarı düşünerek tekrar yanıtlayınız.

4) Sanal laboratuvar ve geleneksel laboratuvarı bir arada düşünürseniz sizce hangisi daha etkili bir öğrenme sağlıyor? Sebepleri ile izah ediniz.

5) Sanal laboratuvar uygulamasının problem çözme beceriniz üzerine etkisini açıklayarak yazınız? Aynı soruyu geleneksel laboratuvar uygulamalarını göz önünde bulundurarak tekrar cevaplayınız.

6) Uygulamalar sonrasında sanal laboratuvar ve geleneksel laboratuvar için sorular dışında ayrıca eklemek istediklerinizi yazınız.

1. SG Grubu Öğrencilerinin Yazılı Mülakatları

No:1 Grubu: SG Cinsiyet: Erkek

1) Anlaşılması zor olan konuları ve gelenecksel laboratuarda göğle-yemedipimiz dayları daha kolay anlamamızı sağlayacağını düşünü-yordum. Geleneksel laboratuvardaki eksikliklerin sanal laboratuvar ile kapatılacağını düşünüyordum.

2) Sanal laboratuvar çalışmalarına başlamadan önce simülasyon-ların bu kadar güzel, anlaşılır ve tekrarlanabilir olduğunu düşün-müyordum. Ama sanal laboratuvar çalışmaları başladıktan sonra bu düşüncelerimin yanlış olduğunu anladım. Geleneksel laboratuarda gözlenmesi zor deneyleri, bu simülasyonlar aracılığıyla daha kolay ve doğru bir şekilde ve tekrarlayarak gözleyebiliyoruz.

3) Sanal laboratuardaki aldığımız veriler ve gözlemler geleneksel labo-ratuara göre daha acık ve doğru. Geleneksel laboratuvarda deureleri kendimizin kurması daha kalıcı ama sanal laboratuvar konuyu ve olayları daha acık gösteriyor.

4) Bence sanal laboratuar daha etkili bir öğrenme sağlıyor. Çünkü simülasyonlar çok güzel düzenlemiş ve anlayamadığımız durumda çok kısa sürede tekrar yapabiliyoruz. Ama bunlara rağmen sadece sanal laboratuar bence yeterli değil. Çünkü gelenecksel laboratu-arda da devre elemanlarının kuruluşu ve nasıl çalıştığını dahi iyi öğreniyoruz.

5) Sanal laboratuarda aldığımız veriler daha doğru, geleneksel labora-tuarda ise tam doğru veri alamıyoruz. Bu yüzden problem çözme-de sanal laboratuar daha faydalı.

6) Sanal laboratuar öğrenciler için çok faydalı. Ama iyi bir öğrenim için sanal ve geleneksel laboratuar birlikte götürülmelidir.

No:2 Grubu: SG Cinsiyet: Kız

Cevap 1: Sanal laboratuar uygulaması yapılacağı bize söylendiğinde ilk aklıma gelen uygulamayı bilgisayar ortamında daha gerçek malzemelerle deneyerek göreceğimiz oldu. Genel laboratuarın aksine birden fazla deneyecek olmam daha iyi anlamamı sağlayacağını düşündüm.

Cevap 2: Uygulamayı birden fazla deneyebildiğim için daha iyi anladım ve uygulamada hareketli simülasyonlar olması konunun genelabel laboratuarda öğrendiğimden daha fazla kısmını daha uzun süre akılda tutabilmemi sağladı.

Cevap 3: Uygulamada hareketli simülasyonlar kullanılması konunun daha fazla kısmını uzun süre akılda tutmama yardımcı oldu. Çünkü ideumedeki değişkenleri istediğimiz gibi değiştirebiliyordum. Bunun diğer değişkenlere nasıl etki yaptığını gördük. Burada da değişkenler arasında nasıl bir ilişki olması gerektiğini tartışarak formülleri kendimiz çıkarttık.

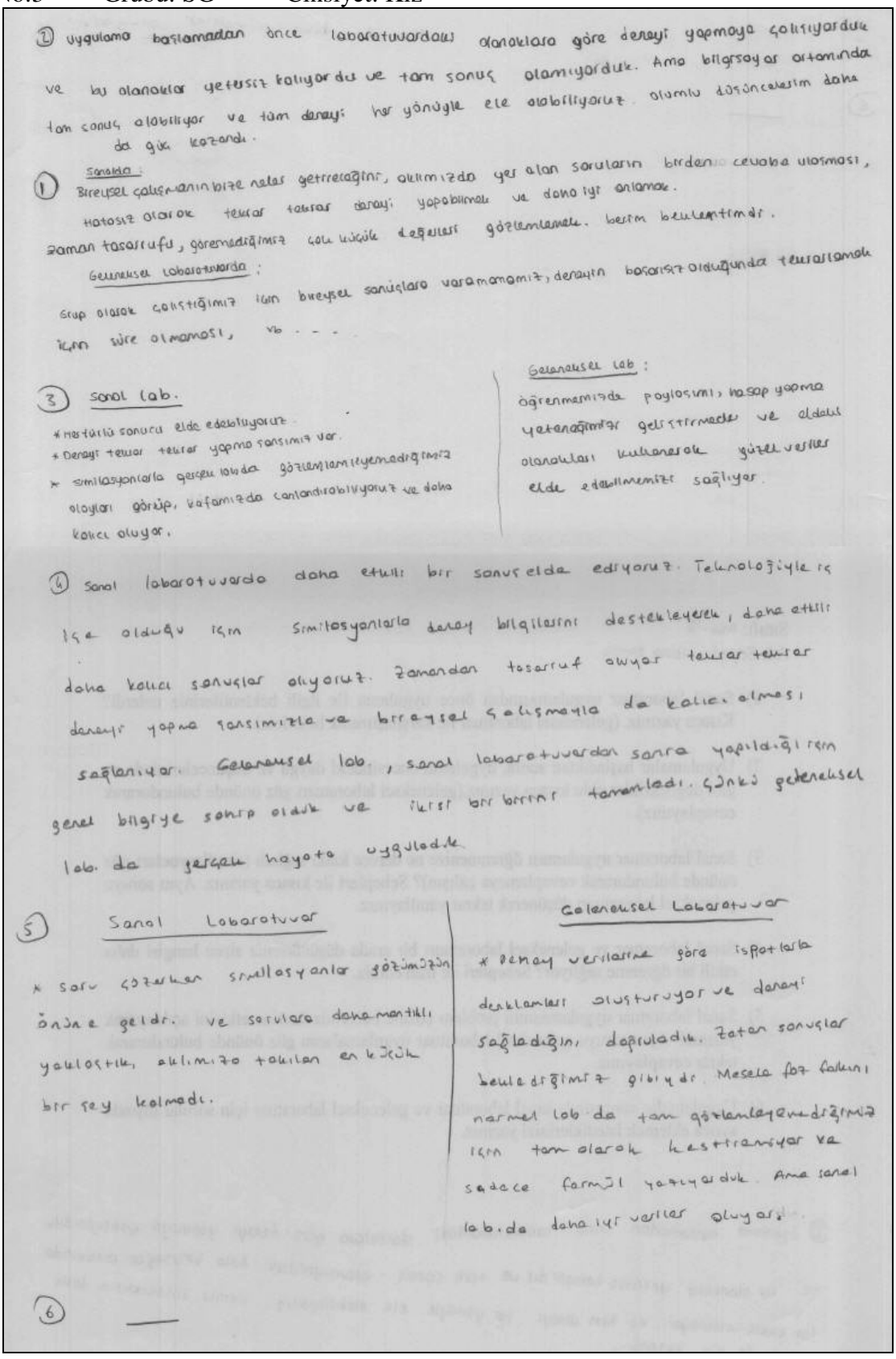
Geleneksel laboratuarda ise bunun tam tersine formülü yazıp, Formüldeki değerleri deneyerek istenilen sonucu bulmaya çalışıyoruz. Bilgi hazır olarak veriliyor bizim tek yaptığımız da matematiksel işlem oluyor.

CEVAP 4: Sanal laboratuarda bulduğumuz sonuçlar derste bulduklarımızla aynı çıktığı için dersler açısından çok yardımcı oldu. Bir kodun matematiksel işlem yapmayı bilmiyoruz. Sanal laboratuarda bu işi bilgisayar yapıyor, Biz olayın nasıl gerçekleştiğini, değişkenler arasındaki etkileşime bakarak anlayıp formülleri kendimiz çıkarmamız bana en büyük katkısı oldu. Geleneksel lab. da ise tek yaptığımız işlem yapmak ve bir bilgiyi ezberleyip gelmek.

Cevap 5: Sanal laboratuarda bulduğumuz değerlerin derste bulduklarımızla birebir aynı olması bizim incelemediğimiz işimize yaramayan dış etkilerden uzak olarak yapabilmemiz sonuçların net olmasını sağladı. Geleneksel laboratuarda ise tam sonuç bulmak imkansız çünkü ne kadar hassas ölçüm yapılırsa yapılsın dünyadaki dış güçlerden tam olarak yalıtılamadığımız için sonuçlarda hata payı oluyor.

Cevap 6: Sanal laboratuarda sonuçlar dış etmenlerin etkilerinden uzakta olduğu için tam sonuçlar bulunur. Deneyini yaptığımız düzenekleri gerçek hayatta kullanacağız. Öğrendiklerimizi karşıdaki bireye anlatabilmek için gerçek hayattaki olaylarla bağlantı kurmalıyız. Hatta ne kadar fazla ilgi kurarsak anlamı o kadar iyi olacaktır. Geleneksel laboratuarın eksik tarafı ise deneyleri fazla kez yapamamamız ve malzemelerin yetersiz olmasıdır. Laboratuar dersi bence hem sanal hem de geleneksel laboratuarı bir arada yapmalıyız.

No:3 Grubu: SG Cinsiyet: Kız



② Uygulama başlamadan önce laboratuvardaki olanaklara göre deneyi yapmaya çalışıyordu ve bu olanaklar yetersiz kalıyordu ve tam sonuç alamıyorduk. Ama bilgisayar ortamında tam sonuç alabiliyor ve tüm deneyi her yönüyle ele alabiliyoruz. Olumlu düşüncelerim daha da güç kazandı.

① Sanalda:
Bireysel çalışmanın bize neler getireceğini, aklımızda yer alan soruların birden cevaba ulaşması, hatasız olarak tekrar tekrar deneyi yapabilmek ve doğruyu ortamak. Zaman tasarrufu, göremediğimiz çok küçük değerleri gözlemlemek. Basit bulaşıktırıdır.

Geleneksel Laboratuvarda:
Grup olarak çalıştığımız için bireysel sonuçlara varamamamız, deneyin başarısız olduğunda tekrarlamak için süre olmaması, vb. - - -

③ Sanal lab.
* Hatasız sonuç elde edebiliyoruz.
* Deneyi tekrar tekrar yapma şansımız var.
* Simülasyonlarla gerçek ortamda gözlemleyemediğimiz olayları görüp, kafamızda canlandırabiliyoruz ve daha kalıcı oluyor.

Geleneksel lab:
öğrenmemizde paylaşımı, hesap yapma yeteneğimizi geliştirmede ve aldığı olanakları kullanarak güzel veriler elde edebilmemizi sağlıyor.

④ Sanal laboratuvarda daha etkili bir sonuç elde ediyoruz. Teknolojiyle iç içe olduğu için simülasyonlarla deney bilgilerini destekleyerek, daha etkili daha kalıcı sonuçlar alıyoruz. Zamandan tasarruf ediyor tekrar tekrar deneyi yapma şansımızla ve bireysel çalışmayla da kalıcı olması sağlanıyor. Geleneksel lab, sanal laboratuvardan sonra yapıldığı için genel bilgiye sahip olduk ve ikisi birbirini tamamladı. Çünkü geleneksel lab. da gerçek hayata uygulodık.

⑤ Sanal Laboratuvar
* Soru çözerken simülasyonlar gözümüzün önüne geldi. ve sorulara daha mantıklı yaklaştık, aklımıza takılan en küçük bir şey kalmadı.

Geleneksel Laboratuvar
* Deney verilerine göre işlemlerle denklemleri oluşturuyor ve deneyi sağladığını doğruladık. Zaten sonuçlar bulacağımız gibiydi. Mesela faz farkını normal lab da tam gözlemleyemediğimiz için tam olarak kestiremiyor ve sadece formül yazıyordu. Ama sanal lab.da daha iyi veriler oluyor.

⑥ ___

No: 4 Grubu: SG Cinsiyet: Erkek

1- Konunun karmaşık olduğunu ve konunun zor kavranabileceğini düşünüyordum

2- Konunun anlaşılmasının düşündüğüm kadar zor olmadığını gördüm. Uygulamalar konuyu kavramamı sağladı.

3- Sanal laboratuvar uygulaması öğrenmemi kolaylaştırdı. Değerleri değiştirerek, sonuçları karşılaştırmak ve anlamak daha hızlı oldu. Değişen değerlerin sonuçlara etkisini anlamak daha rahat olduğundan konuyu kavramamı sağladı.

Geleneksel laboratuvarda değerleri değiştirip sonuçları karşılaştırmak daha uzun oluyordu.

4- Devredeki değişiklikler daha kolay anlaşıldığından ve sebep-sonuç ilişkisini kavramamız sanal laboratuvarda daha çabuk oldu. Sanal laboratuvar daha etkili oldu.

5- Devre düzeneğini anlamamı kolaylaştırdı. Konuyu iyi bir şekilde kavradığım için problem çözme becerim arttı.

Geleneksel laboratuvarda deneyi kavrayabildim. Problem çözme becerime etkisi olumlu oldu.

No:5 Grubu: SG Cinsiyet: Kız

Sanal laboratuar

① * Bireysel çalışmaların bize neler kazandıracağı,
* Aklımızdaki soruların anında cevap bulması,
* zaman tasarrufu;
* Çok küçük değerleri, kesin olarak gözlemlemek,
* İstediğimiz zaman deneyi tekrarlama imkanı.

: Geleneksel laboratuar:

* Grup olarak çalıştığımız için bireysel sonuçlara ulaşamamamız,
* Zaman kaybı,
* Deneyi tekrarlamak istediğimizde karşılaştığımız zorluklar. vb.

② Uygulamadan önce sanal laboratuarın yetersiz kalacağını, geleneksel laboratuar kadar etkili olamayacağını düşünüyorduk. Ama uygulama sonrasında sanal laboratuarın daha etkili olduğu sonucuna vardık.

③ * Her türlü sonucu elde edebildik. Deneydeki verileri, grafikleri uğraşmadan simülasyonlarla gözlemleyebiliyoruz. Mesela kondansatörün dolması veya boşalması deneyini geleneksel laboratuarda gözlemlememiz çok zor ama sanal laboratuarda bunu tam bilgisayarla gözlemleyebildik.

④ Sanal laboratuar daha etkili bir çözüm getiriyor. Teknolojiyle iç içe olduğu için simülasyonlarla deney bilgisini destekleyerek, daha etkili sonuç aldık. Geleneksel laboratuar, sanal laboratuardan sonra yapıldığı için en azından genel bilgiye sahip olduk ve geleneksel laboratuarda çalıştıktan sonra işler tamamlayıcı oldu.

⑤ Sanal Laboratuar

* Soru çözerken, simülasyonlar gözümüzün önüne geldi ve sorulara daha mantıklı yaklaştık, ekranımıza takılan en küçük birşey kalmadı.

Geleneksel laboratuar

* Sadece deneyi doğruladık, sonuçlar beklediğimiz gibiydi. Zaten, Mesela kondansatör ile bobinin üzerindeki potansiyel fark ve akım arasındaki faz farkını simülasyonlarla izledik. Ama bunu gelenekselde inanamamız zordu.

2. S Grubu Öğrencilerinin Yazılı Mülakatları

No:1 Grubu: S Cinsiyet: Erkek

Cevap 1: Sanal laboratuar uygulamasının geleneksel laboratuara göre daha iyi olacağını düşünüyordum. Geleneksel laboratuara göre işlenebilirliğinin daha fazla olacağını düşünüyordum. Ve öyle oldu.

Cevap 2: Uygulamalar başladığında düşüncelerim iyi yönde değişti ve sanal lab. derslerinin geleneksel laboratuara göre daha iyi olduğunu düşündüm.

Cevap 3: Sanal laboratuar öğrenme olayının similasyonlar ile daha kalıcı hale getirdi ve formüllerin, deney şekillerinin ve deney sonuçları daha akılda kalıcı oldu. Geleneksel laboratuar uygulamasında öğretici sonuçlar veriyor ama similasyonlarda her değeri istediğimiz gibi değiştirebildiğimiz için deneyde ne yapsak hangi sonucu alırız sorusuna sanal lab. daha iyi cevap veriyor.

Cevap 4: Bana göre sanal laboratuar uygulaması öğretici olma bakımından geleneksel laboratuara göre daha iyi. Çünkü sanal laboratuarda istediğimiz gibi deneyleri yapabiliyoruz. Bu da insanın deneye girerken daha rahat olmasını sağlıyor. Bu rahatlıkta insanın öğrenme isteğini arttırıyor. Sanal laboratuarda tam bir görsellik olduğu için herşey insanın aklında daha kolay kalıcı oluyor, ki akılda kalması fizik bilimini öğrenmek için bana göre gerekli birşeydir.

Cevap 5 Sanal laboratuarın problem çözmede akılda kalıcı bir yönden olduğu için iyi olduğunu düşünüyorum. Sanal laboratuar uygulamasını aldığımdan beri zaman geçse bile çoğu grafik, formül ve deney şekli simulasyon olarak aklımda kaldı ve hala o aklımdakileri problemlere uygulayabiliyorum.

Geleneksel laboratuar ise problem çözmede yine etkili ama sanal laboratuara göre biraz daha pasif kaldığını düşünüyorum. Geleneksel laboratuar deney şekli ve grafikler olarak çok akılda kalmadığı için problem çözerken bazen 3 boyutlu şekilleri problemlere uygulayamayabiliyorum.

Cevap 6: Bundan sonraki göreceğimiz her labaratuar dersinde sanal laboratuar görmek isterdim. Sanal laboratuarda, geleneksel laboratuarda kendine göre iyi yönleri var. Ama bana göre sanal laboratuar uygulaması öğreticilik bakımında daha iyi.

No:2 Grubu: S Cinsiyet: Erkek

1-) Sanal laboratuarın bu kadar verimli olacağını düşünmüyordu. Beklentilerimiz üstünde bir uygulama ile karşılaştık. Bu laboratuardan beklentilerimiz ise kavramların anlaşılmasında yardımcı olacağını düşünüyordu. Ve beklentilerimizine karşılığını aldık.

2-) Uygulama başladıktan sonra beklentilerimizin üstünde bir başarıya yardımcı oldu. Geleneksel laboratuarda zaman kaybının daha fazla olduğunu anladık. Daha bilimsel olduğu için öğrencilerin geniş çapta düşünmeye sevk ediyor. öğrenciler bu lab. ile kafasındaki sorulara kendine uygun cevap- çözümler bulmuyor.

3-) Sanal laboratuar ilk önce zamana karşı bize avantaj sağladı ve görsel zekaya sahip arkadaşlarımız daha kolay öğrenmelerini sağladı ve örneklerin basit ve anlaşılır olmasıda öğrenmeyi kolaylaştırdı.

4-) Sanal laboratuarın öğrenmeye katkısı geleneksel laboratuardan daha fazladır. Çünkü hesaplamalarda sağladığı kolaylık ve deneylerin kesin sonuçları öğrenmeyi kolaylaştırıyor. Sonuçlarındaki hata payı daha azdır.

5-) Sanal laboratuarda sonuçlar kesindir. Her öğrenci formülleri doğru uyguladığı sürece yanılma payı yoktur. Geleneksel laboratuarda ise hata payı daha yüksektir. Ayrıca sanal laboratuar problem çözmeyi daha da kolaylaştırır. Kalıcılığı öğrenmeye katkısı daha büyüktür.

No:3 Grubu: S Cinsiyet: Kız

1) Düzenekleri kurmak yeri geliyor çok uzun sürüyordu. Sonuçları tam olarak bulamıyorduk, genellikle yaklaşık sonuç buluyorduk. Hassas ölçümler yapmamız gerektiğinde zorlanıyorduk. Deneyi tekrarlamak çok zamanımızı alıyordu.

2) Deney yapmak daha da kolay ve zevkli hale geldi. İstediğimizde tekrar baştan deneyi alabiliyorduk, Sonuçları daha iyi yorumlar hale geldik. Hassas ölçümlerde daha iyi sonuç aldık.

3) Olayları daha net görebiliyorduk. Bir olayın nasıl oluştuğunu görüyorduk. Bize teorik olarak anlatılan bilgilerin ispatıydı, diyebilirim. Sanal laboratuvarla bize anlatılanları kendi gözümüzle görebiliyorduk.

Geleneksel laboratuvarda net bir sonuç bulamıyorduk. Bir sonuç bulup onun üzerinden yorumlar yapıyorduk. Olayları net olarak göremiyor ve düzeneği kurarken çok vakit harcıyorduk. Ama katkıları vardı. Laboratuvarda bulunan araç-gereçleri daha iyi tanıyor, Onların nasıl kullanılacağını öğreniyorduk. Deneylerde bulduğumuz sonuçlardan yorumlar yaparak sonucu elde etmeye çalışıyoruz.

4) Bence her iki laboratuvarda gerekli. Çünkü ikisinde de yeri gelip eksiklikler oluyor. Birinin eksiğini diğeri kapatabiliyor. İyi bir öğrenme için iki laboratuvarın bir arada yürütülmesi gerekmektedir. Sadece sanal laboratuvarla biraz eksik kalır. Geleneksel laboratuvarla desteklenmesi gerekir.

5) Sanal laboratuvarda olayları daha iyi hayal edebiliyorduk. Görsel olarak daha iyi olduğundan sonuları daha iyi çözme yeteneği kazandık.

Geleneksel laboratuvarda sonuçları tam iyi bulamadığımız için aklımızda hep ufak sorular kalabiliyordu. Değişik soru tarzlarında yorum yapamıyorduk

No:4 Grubu: S Cinsiyet: Erkek

Cevap 1: Açıkçası pek yararlı olacağını düşünmüyordum. Belki teorikte iyi olacaktı daha iyi sonuçlar verecekti ama sonuçta laboratuvarda birim uğruşarak bulduğumuz değerler daha kalıcı olacağını düşünüyordum.

Cevap 2: Sanal laboratuvar hakkındaki on yargılarım kısmen de olsa değişti. Geleneksel laboratuvarda uygulayamadığımız birçok deney ortamda uygulandığını gördüm. Elde ettiğimiz sonuçlar gerçeğine daha yakın çıkıyordu. Ve en önemlisi zaman olarak çok kazanıyoruz oluyordu. Kısa zamanda daha çok deney yapabiliyoruz.

Cevap 3: Teorik bilgilerim kafamda daha belirgin hale gelmesini sağladı. Böylece öğrenme daha kalıcı hale geldi. Şekiller daha net ve gerçekçi değerlerle ilgili ortamda diğer değerlerdeki değişimlerde anında görülebiliyor. Bu da değerlerin birbirini nasıl etkilediğini ortaya koyuyor.

Geleneksel laboratuvar da eldeki verilerden daha doğrusu herşeyi kendimiz hazırladığımız için var olması gerektiğini düşünüyorum. Geleneksel laboratuvarın havasının solunuşu bile farklıdır tabiki.

Cevap 4: Her ikisinin de kendisine göre iyi yanları var. Fakat benim düşüncem ikisinin de birlikte uygulanmasıdır. Bu düşüncem öğrenci tabanlıdır. Bilimsel olarak düşündüğümüzde tabiki sanal laboratuvar daha iyidir. Elde ettiğimiz sonuçlar gerçeğe çok yakındır ve hata payı daha azdır. Fakat gelenekselde hata yapma olasılığımız daha çoktur.

Cevap 5: Sanal laboratuvar uygulamasından problemler kafamda daha belirgin hale geldi bundan dolayı çözümü daha anlamlı ve kalıcı oluyor.

Geleneksel laboratuvarda çoğu şeyi teorik olarak bildiği için pek kalıcı olmuyor. Bundan dolayı problem çözmede sanal laboratuvara göre daha az katkı sağlıyor.

Cevap 6: Bence her ikisinin de sağladığı yararlar var ama en iyisi ikisinin de birlikte uygulanmasıdır.

No:5 Grubu: S Cinsiyet: Kız

1- Geleneksel Lab uygulamasının zor yanlarından biri grup halinde çalışmak. Sanal Lab uygulamasında beklentimin biri buydu. Bireysel olarak deney üzerinde özgürce çalışmak.

2- Sanal Lab uygulamasında bireysel çalışmalar yapılabildi. Beklentim karşılandı. Ayrıca daha güzel bir sonuçta; simülasyonlar yardımıyla geleneksel Lab uygulamasında uzun zamanda yapılan deneyler daha pratik yapılabildi. Ayrıca birkaç değişik değer için çok daha hızlı bir şekilde deneyleri yapabildik. Beklentilerimi karşıladı.

3- Sanal Lab uygulaması görsel olduğundan öğrenmeyi kolaylaştırıyor. Mesela, geleneksel Lab uygulamasında gördüğümüz (RLC devresinde) devre elemanları üzerindeki faz farkı olayını kavrayamamıştım. Ancak simülasyonlar yardımıyla çok kolay bir şekilde anladım öğrenmede kolaylık sağlıyor.

4- Sanal Lab uygulamasında; geleneksel Lab uygulamasına göre daha kalıcı öğrenme oldu.

5- Sanal Lab uygulamasında özellikle simülasyonlar sayesinde olaylar daha iyi kavrandığından soru çözümüne de katkısı oluyor. Bu uygulamaya başlamadan önce yapmış olduğunuz sınavla, uygulamayı yaptıktan sonra yapmış olduğunuz sınav arasında benim sonuçlarım arasında değer kadar fark vardı....

6- Tabiki; eğer imkan varsa iki uygulama birden yapılmalı. Çünkü geleneksel Lab uygulamasında kendi yaşımızda yapmış olduğumuz deneyde kalıcı oluyor. Aynı zamanda Sanal Lab uygulamasında da simülasyonlar yoluyla kalıcı oluyor iki si aynı anda yürütülse çok daha iyi sonuçlar alınabilir.

EK 7: Fizik ile İlgili Sanal Laboratuvarlara ve Simülasyonlara Ulaşılabilecek Bazı Siteler

http://phet.colorado.edu/new/index.php

http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/

http://www.falstad.com/mathphysics.html

http://www.walter-fendt.de/ph14e/

http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html

http://www.vjc.moe.edu.sg/academics/dept/physics_dept/physics_resources.html

http://www.colorado.edu/physics/2000/index.pl

http://www.lon-capa.org/~mmp/applist/applets.html

http://www.hazelwood.k12.mo.us/~grichert/sciweb/applets.html

http://www.physics.northwestern.edu/vpl/other.html

http://www.physics.gatech.edu/academics/tutorial/phys2121/JavaApplets/physapplets.html

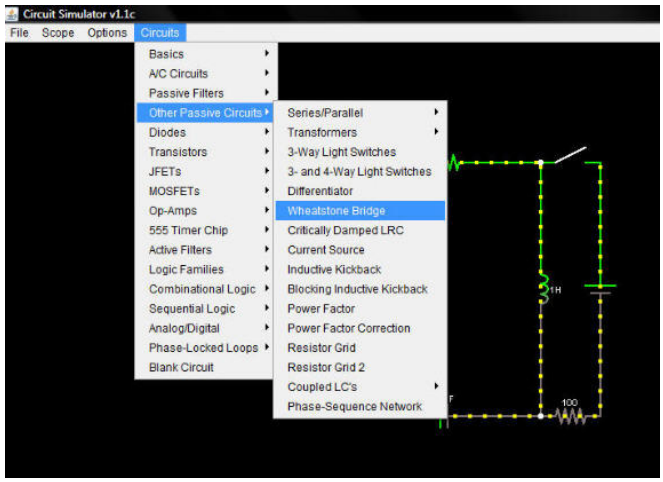
http://www.if.ufrgs.br/~arenzon/fis181.html

EK 8: Simülasyonların Kullanım Kılavuzları

Değişik Devrelerin Kurulabildiği Simülasyonlar ve Kullanım Şekilleri

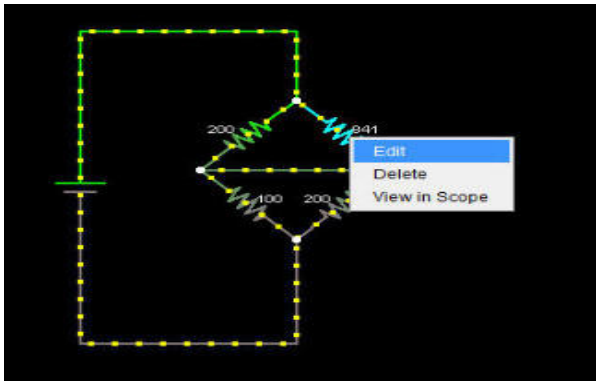
Sanal laboratuvar uygulamasında hazırlamış olduğumuz simülasyonların haricinde deneysel uygulamalarda kullandığımız simülasyonlar değişik devreler kurmaya imkan tanıyan simülasyonlardır. bu simülasyonlar yardımıyla alternatif akımda ve doğru akımda istenilen bir çok deney yaptırılabilir.

Sanal laboratuvar uygulamasında Falstad'ın (2005) hazırlamış olduğu Circuit Simulator adlı java simülasyonu şekil 1'deki gibidir. Simülasyonun araç çubuğundan "Circuits" tıklanarak hazır kurulmuş devreler açılabilir. Ayrıca simülasyon ekranı temizlenerek boş ekran üzerinde sağ tıklayıp "add" tuşu ile istenen devre elemanları seçilip mause'u sürükleme tekniği ile istenilen devre kurulabilir.



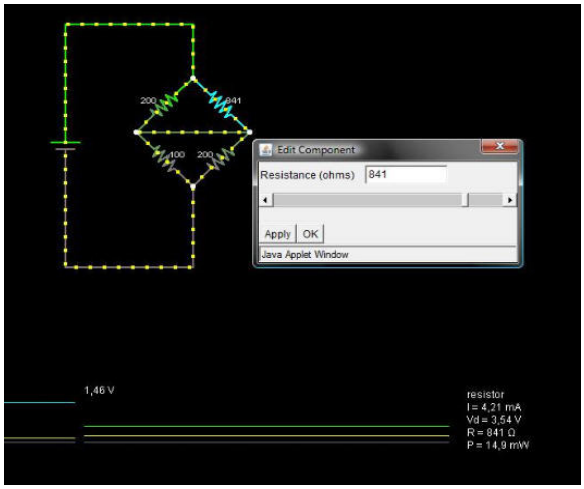
Şekil 1: "Circuit" simülasyonunda hazır olarak yaptırılabilecek deneylerin nasıl açılacağını gösteren pencere

Hazır olarak açılan veya isteğe bağlı olarak kurulan devrede, devre elemanlarının değerlerini değiştirmek için devre elemanı üzerine gelinerek sağ tıklanır. Açılan araç çubuğunda (şekil 2) "edit" tıklanır ve bu sayede devre elemanının değerini değiştirebileceğiniz pencere açılır . Bu pencerede mause ya da tuş takımı kullanılarak devre elemanının değeri istenilen değere getirilebilir (şekil 3).



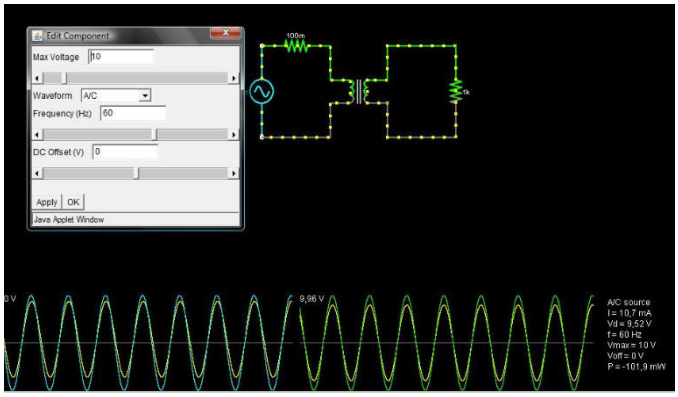
Şekil 2: “Circuit” simülasyonunda “wheatstone köprüsü” örneği

Simülason yardımıyla kurulan devrede devre elemanları üzerindeki potansiyel farkları ve geçen akımı görebilmek için devre elemanları üzerine gelmeniz yeterlidir. Simülasyonun alt sağ kısmında üzerine gelen devre elamanına ait tüm bilgiler verilecektir. Devre elemanları üzerinden geçen akım ve potansiyel fark değişken ise bu değişimleri gözlemleyebilmek için devre elemanı üzerine sağ tıklayarak “view in scope” tıklanır böylelikle devre elemanı üzerinden geçen akım ile devre elemanı üzerindeki potansiyel farkın değişimine ait sinyalizasyonlar simülasyon penceresinin alt kısmında açılacaktır. Bu her devre elemanı için yapılabilir. Bu sayede devre elemanları üzerindeki değişimler karşılaştırılabilir.



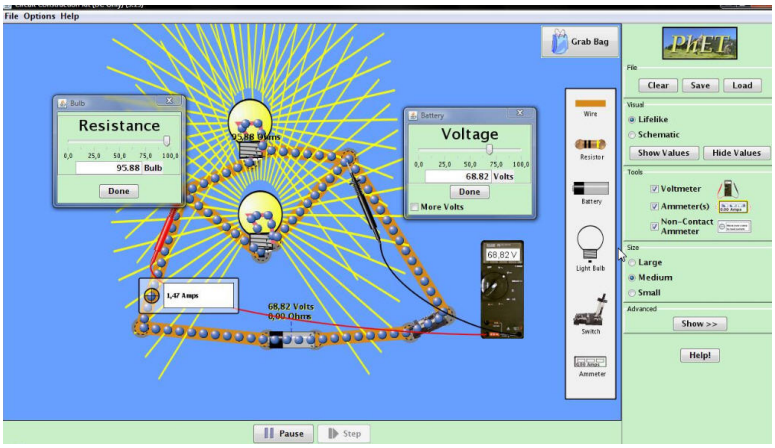
Şekil 3: “Circuit” simülasyonunda “Edit” araç çubuğunun kullanımından bir görünüm

Şekil 4’te Falstad’ın hazırlamış olduğu simulasyonda hazır olarak yaptırılabilecek “Transformatör deneyi” görülmektedir.



Şekil 3: "Circuit" simülasyonunda "transformatör" deneyinden bir görünüm

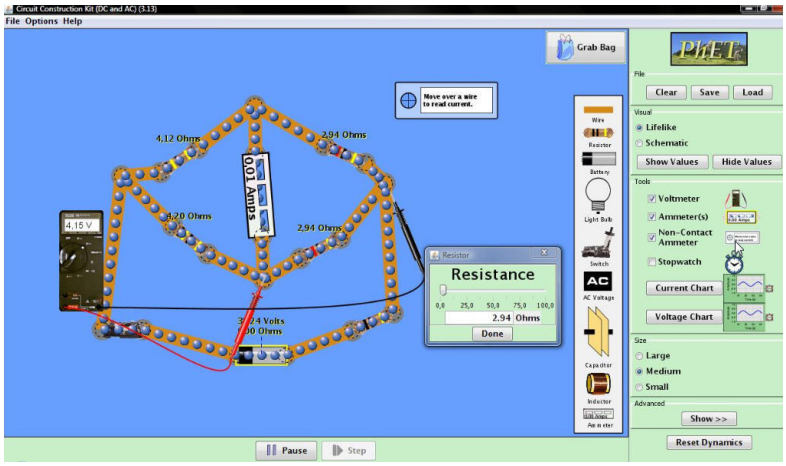
Yine sanal laboratuvar uygulamalarında kullanılan bir diğer simülasyonda PHET grubu tarafından hazırlanan "cck-dc" ve "ac-dc" simülasyonlarıdır. Bu simülasyonlar yardımıyla, istenilen elektrik devresi simülasyonun üzerinde görülen devre elemanları ekran üzerine sürüklenerek birbirlerine birleştirilir. Devre elemanlarının değerini değiştirmek için istenilen devre elemanı üzerine sağ tıklanır. Açılan pencereler yardımıyla devre elemanlarının değeri istenilen değere getirilebilir. Yapılacak değişimler anında gözlenecektir.



Şekil 5: "cck-dc" simülasyonu ile dirençlerin "paralel bağlı lamba devresi" örneği

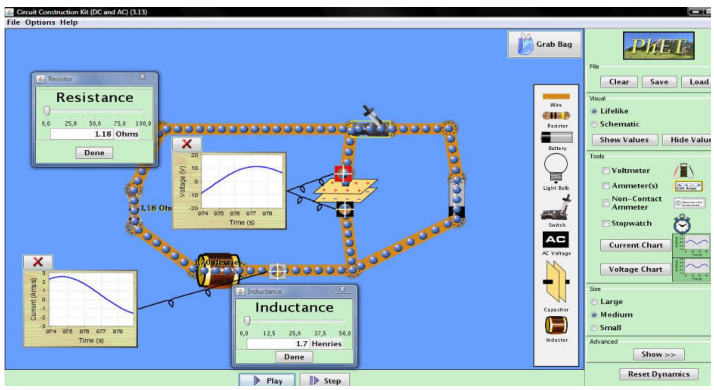
Phet grubu tarafından hazırlanan her iki simülasyonda da devre elemanları üzerindeki potansiyel farkları görebilmek için gerçeğine tıpa tıp benzeyen bir voltmetre bulunmaktadır. Bu voltmetre simülasyon penceresinde en sağda görülecektir. Mause ile tıklandığında, bu voltmetere simülasyon penceresinde

devrenin kurulu olduğu herhangi bir yerde açılacaktır. Voltmetrenin çubukları ölçülecek devre elemanına paralel olacak şekilde, mause yardımıyla bağlanır. Bu sayede devre elemanları üzerindeki potansiyel farklar okunabilir. Simülasyonda iki çeşit ampermetre yer almaktadır. Birisi devreye seri bağlama yöntemi ile diğeri ise devrede herhangi bir koldan geçen akımı kolayca okumak için sürükleme tekniği ile kullanılan ampermetredir. Yukarıda bahsedilen voltmetre ve ampermetreler şekil 6' da kurulu olan "Wheathstone köprüsü" devresinde görülmektedir.



Şekil 6: "ac-dc" simülasyonu ile oluşturulan "Wheatstone köprüsü" örneği

Eğer devre elamanları üzerindeki akım ve potansiyel farklar değişkense, değişimleri görebilmek için AC için tasarlanmış ampermetre ve voltmetre bulunmaktadır. Bunlarda mause kullanılarak istenilen devre elemanı üzerine bağlanabilir ve her bir devre elemanı üzerindeki değişimler karşılaştırılabilir. Değişken akım ve potansiyel farklar için kullanılan ampermetreler ve voltmetreler şekil 7'de kurulu olan "Sönümlü RLC Devresi" örneğinde görülebilir.



Şekil 7: "ac-dc" simülasyonu ile oluşturulan "Sönümlü RLC Devresi" örneği

Ek 9: Uygulamalardan Resimler



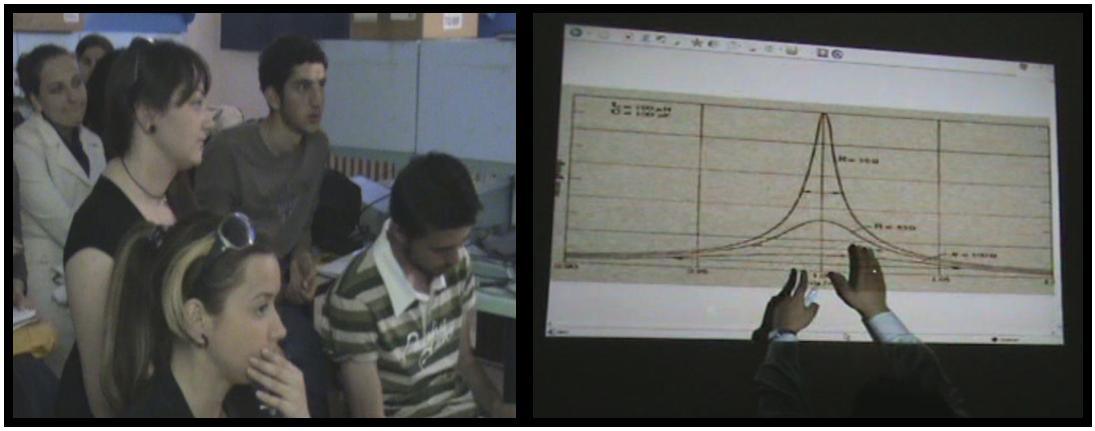




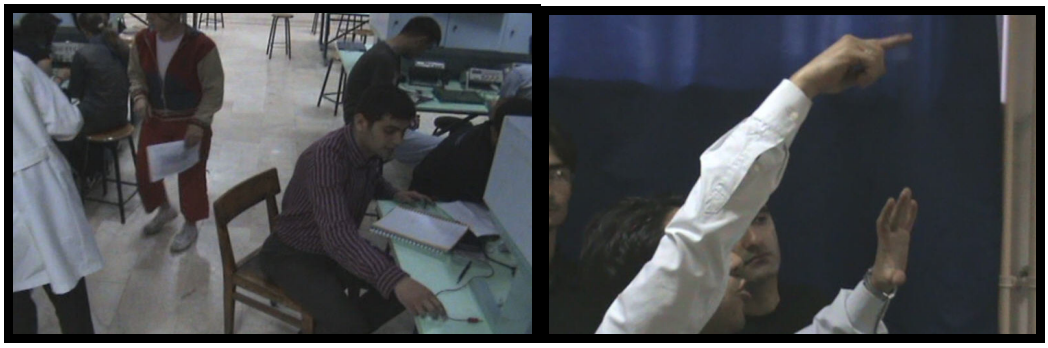

















$V_a = 10$ Volt
$R = 10\ \Omega$
$L = 5 \times 10^{-2}$ H
$C = 3 \times 10^{-7}$ F
$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \approx 8.2 \times 10^3$ rad/s
$f_0 \approx 1.3$ kHz
$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$
ω ωL - $\frac{1}{\omega C}$ = X Z I_{max}
d/s Ω Ω Ω Ω A
367 - 453 -86 87 0.11
408 - 409 1
0.12



