

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

FEN BİLİMLERİ LABORATUVARLARININ
DİJİTALLEŞTİRİLMESİ

Ahmet Faruk KAYMAK

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Ersin KARADEMİR

Eskişehir, 2021

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ahmet Faruk KAYMAK tarafından hazırlanan **Fen Bilimleri Laboratuvarlarının Dijitalleştirilmesi** başlıklı bu tez, 14/06/2021 tarihinde *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği*'nin ilgili maddeleri uyarınca yapılan **Tez Savunma Sınavı** sonucunda **başarılı** bulunarak, jürimiz tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

<u>Görevi</u>	<u>Unvanı Adı SOYADI</u>	<u>İmza</u>
Jüri Başkanı :	Prof. Dr. Mustafa Zafer BALBAĞ	
Danışman :	Doç. Dr. Ersin KARADEMİR	
Üye :	Doç. Dr. Özge AYDIN ŞENGÜL	

Prof. Dr. Mustafa Zafer BALBAĞ
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Fen Bilimleri Laboratuvarlarının Dijitalleştirilmesi başlıklı tezin bizzat tarafımca hazırlanan, özgün bir çalışma olduğunu; bu çalışmanın tüm aşamalarında (hazırlık, veri toplama, analiz, bilgilerin sunumu ve raporlaştırma vb.) bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak hareket ettiğimi; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri, bilgi vb. için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara çalışmanın kaynakçasında yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Osmangazi Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını ve hiçbir “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, herhangi bir biçimde bu çalışmamla ilgili yukarıdaki beyanıma aykırı bir durumun saptanması halinde, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçların sorumluluğunu kabul ettiğimi bildiririm.

14/06/2021

Ahmet Faruk KAYMAK

Teşekkür

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, her konuda bana yardım eden ve yol gösteren danışmanım Doç. Dr. Ersin KARADEMİR'e, tez jürimde yer alan değerli hocalarım Prof. Dr. Mustafa Zafer BALBAĞ ve Doç. Dr. Özge AYDIN ŞENGÜL'e teşekkür ederim.

Çalışma hayatım boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Fakültesi'ndeki tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olan ve desteğini esirgemeyen annem Aynur KAYMAK, babam Bayram KAYMAK ve kardeşim Fatih KAYMAK başta olmak üzere tüm aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İçindekiler

Teşekkür.....	i
İçindekiler	ii
Tablolar Listesi.....	v
Şekiller Listesi.....	vii
Özet	1
Abstract	3
BİRİNCİ BÖLÜM	5
1. Giriş.....	5
1.1. Problem Durumu	5
1.2. Araştırmanın Amacı	7
1.3. Araştırmanın Önemi	7
1.4. Varsayımlar/Sayıtlar.....	8
1.5. Sınırlılıklar.....	8
1.6. Tanımlar	9
1.7. Kısaltmalar	10
İKİNCİ BÖLÜM.....	11
2. Kavramsal/Kuramsal Çerçeve.....	11
2.1. Araştırmanın Kuramsal Temeli	11
2.2. Fen Bilimleri Öğretim Programları	11
2.3. Fen Bilimleri Derslerinde Laboratuvarların Yeri	12
2.3.1. Geleneksel laboratuvarlar (yüz yüze laboratuvarlar).....	14
2.3.2. Sanal laboratuvarlar	16
2.3.2.1. Sanal laboratuvar örnekleri	19
2.4. Fen Bilimleri Laboratuvarlarının Güvenliği.....	21
2.4.1. Fen bilimleri laboratuvarlarından meydana gelen kazalar.....	23
2.4.2. Laboratuvarlarda uyulması gereken genel kurallar	26
2.4.3. Kimyasal madde ile çalışırken uyulması gereken kurallar	28
2.4.4. Cam malzeme ile çalışırken uyulması gereken kurallar	29
2.4.5. Cihaz kullanımında uyulması gereken kurallar	30
2.4.6. Biyolojik çalışmalarda uyulması gereken kurallar	31
2.4.7. Laboratuvar kazalarında ilk yardım	31
2.5. Fen Bilimleri Laboratuvarlarına Teknoloji Entegrasyonu	35
2.5.1. Web2.0 teknolojileri	36

2.5.2. Web 2.0 araçları.....	37
2.5.2.1. Wikiler.....	37
2.5.2.2. Bloglar (Günlükler).....	38
2.5.2.3. RSS.....	38
2.5.2.4. Podcastler	38
2.5.2.5. Anlık mesajlaşma	39
2.5.2.6. Video paylaşım siteleri.....	39
2.5.3. Web 2.0 araçlarının avantajları	40
2.5.4. Web 2.0 araçlarının dezavantajları	40
2.5.5. Kare kod uygulamaları.....	41
2.5.6. Eğitimde kare kodların önemi.....	43
2.6. İlgili Araştırmalar	44
2.6.1. Yurtiçinde ve yurtdışında laboratuvar güvenliği ile ilgili yapılmış araştırmalar.	44
2.6.2. Yurtiçinde ve yurtdışında QR kodlarla ilgili yapılan çalışmalar.	48
2.6.3. Yurtiçinde ve yurtdışında sanal laboratuvarlarla ilgili yapılan çalışmalar.	52
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	56
3. Yöntem.....	56
3.1. Araştırma Deseni	56
3.2. Çalışma Grubu.....	56
3.3. Veri Toplama Süreci.....	58
3.4. Veri Toplama Araçları.....	61
3.4.1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının hazırladığı senaryolar ve video kayıtları	62
3.4.2. Fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşme soruları	63
3.4.3. Fen bilimleri öğretmenleriyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme soruları	63
3.4.4. Araştırmacı günlüğü	64
3.5. Verilerin Toplanması.....	64
3.6. Verilerin Çözümlemesi.....	65
3.7. Geçerlik ve Güvenilirlik	66
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	67
4. Bulgular.....	67
4.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarına Ait Bulgular.....	67
4.2. Fen Bilimleri Öğretmenlerine Ait Bulgular	79

4.3. Araştırmacı Günlüğünden Elde Edilen Bulgular.....	93
BEŞİNCİ BÖLÜM	95
5. Sonuç, Tartışma ve neriler	95
5.1. Sonuç	95
5.1.1. Fen bilimleri ğretmen adaylarından elde edilen sonuçlar.	95
5.1.2. Fen bilimleri öğretmenlerinden elde edilen sonuçlar.	97
5.1.3. Araştırmacı günlüğünden elde edilen sonuçlar.....	99
5.2. Tartışma.....	100
5.3. neriler.....	102
KAYNAKÇA.....	103
EKLER.....	113
ÖZGEÇMİŞ	140

Tablolar Listesi

Tablo Numarası	Başlık	Sayfa Numarası
3.1	Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Kıdem Yılına Göre Dağılımı	57
3.2	Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Çalıştıkları Yere Göre Dağılımı	57
3.3	Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Cinsiyete Göre Dağılımı	57
4.1	Öğretmen Adaylarının Tasarladıkları İçeriklerin (Videoların) Öğretmen Adaylarının Kendilerine Olan Katkılarına Yönelik Görüşleri	67
4.2	Öğretmen Adaylarının Mesleki Kariyerlerinde Bu İçerikleri Kullanmalarına Yönelik Görüşleri	70
4.3	Öğretmen Adaylarının Mesleki Kariyerlerinde Bu İçerikleri Kullanma Amaçlarına Yönelik Görüşleri	72
4.4	Dijital İçeriklerin Nasıl Geliştirilebileceğine Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşleri	74
4.5	Öğretmen Adaylarının İçerikleri Hazırlarken Karşılaştıkları Zorluklara Yönelik Görüşleri	76
4.6	Öğretmen Adaylarının İçerikleri Hazırlarken Teknolojiyi Kullanma Becerilerine Katkılarına Yönelik Görüşleri	78
4.7	Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Tasarlanan İçeriklerin (Videoların) Ortaokul Öğrencilerine Ve Öğretmen Adaylarına Katkılarına Yönelik Görüşleri.	79
4.8	Tasarlanan İçeriklerin Ortaokul Öğrencileri Tarafından Nasıl Anlaşılacağına Yönelik Öğretmen Görüşleri.	81
4.9	Tasarlanan İçeriklerin Laboratuvar Kurallarının Ve Laboratuvar Malzemelerinin Daha İyi Anlaşılması Hususunda Katkılarına Yönelik Öğretmen Görüşleri.	82

4.10	Tasarlanan İçeriklerin Geliştirilmesi İçin Neler Yapılabileceğine Yönelik Öğretmen Görüşleri.	84
4.11	Tasarlanan İçeriklerin Fen Bilimleri Derslerine Katkılarına Yönelik Öğretmen Görüşleri	86
4.12	Laboratuvarı Dijital Hale Getirmenin Fen Bilimleri Derslerini Nasıl Etkileyeceğine, Öğrenci Başarı Ve Becerilerinin Nasıl Değişeceğine Yönelik Öğretmen Görüşleri.	88
4.13	Dijital Laboratuvarların Fen Bilimleri Derslerinde Nasıl Kullanılabileceğine Yönelik Öğretmen Görüşleri.	91
4.14	Dijital Laboratuvarların Katkılarına Yönelik Araştırmacı Günlüğünden Elde Edilen Bulgular.	93
4.15	Öğretmen Adaylarının Yaşadığı Zorluklara Yönelik Araştırmacı Günlüğünden Elde Edilen Bulgular	94

Şekiller Listesi

Şekil Numarası	Başlık	Sayfa Numarası
2.1	Kare Kodun Yapısı	42
3.2	Araştırmacı Tarafından Oluşturulan Youtube Kanalı	61

Özet

Fen Bilimleri Laboratuvarlarının Dijitalleştirilmesi

Ahmet Faruk KAYMAK

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ersin KARADEMİR

2021

Amaç: Bu araştırmada yüz yüze laboratuvarların durumundan, eksikliklerinden bahsedilmiş, bu bağlamda fen bilimleri laboratuvarları için laboratuvar güvenliği kuralları ve laboratuvar malzemeleriyle ilgili dijital bir laboratuvar tasarlanması amaçlanmıştır.

Yöntem: Araştırmanın çalışma grubunu Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında, 3. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 65 fen bilimleri öğretmen adayı (54 kadın, 11 erkek) ve görüşleri alınan 35 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında, öğretmen adayları laboratuvar malzemelerinin kullanımını ve laboratuvar güvenlik kurallarını içeren kısa videolar oluşturmuşlar, sonrasında bu videoları bir Youtube kanalına yüklemişlerdir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formları ve araştırmacı günlüğü kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formları dijital laboratuvarların fen bilimleri derslerine uygulanabilirliğine yönelik öğretmen ve öğretmen adayı görüşlerini belirlemek için oluşturulmuştur.

Bulgular: Araştırmanın bulguları, dijital laboratuvar tasarlama sürecinin fen bilimleri öğretmen adaylarının teknoloji becerilerine, bilimsel süreç becerilerine olumlu katkılar sağladığını, öğretmen adaylarının mesleki yaşamlarında dijital laboratuvar kullanımını teşvik edeceklerini göstermektedir. Ayrıca, dijital laboratuvarların fen bilimleri derslerinde uygulandığında olumlu sonuçlar doğuracağını, dijital laboratuvarların ortaokul öğrencileri tarafından da kolaylıkla anlaşılabilirliğini, öğrenci başarı ve becerilerini olumlu yönde etkileyeceğini göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler: Araştırmanın sonuçları; dijital laboratuvarların fen bilimlerinde, özellikle laboratuvar derslerinde etkili olduğunu ve fen bilimleri öğretimine teşvik

ettiğini göstermektedir. Bu bağlamda fizik, kimya, biyoloji, astronomi gibi alanlarda dijital laboratuvar uygulamalarının sayısının artırılabilceği, dijital laboratuvar kullanımının yaygınlaştırılabilceği önerileri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Dijital laboratuvar, Eğitimde dijitalleşme, Teknoloji, Fen eğitimi, Bilimsel süreç becerileri

Abstract

Digitalization of Science Laboratories

Ahmet Faruk KAYMAK

Eskisehir Osmangazi University Institute of Educational Sciences

Department of Mathematics and Science Education

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ersin KARADEMİR

2021

Purpose: In this study, the situation and deficiencies of face-to-face laboratories were mentioned, and in this context, it was aimed to design a digital laboratory related to laboratory safety rules and laboratory materials for science laboratories.

Method: The study group of the study consists of 65 science teacher candidates (54 female, 11 male) from Eskişehir Osmangazi University Faculty of Education Science Teaching Program at the 3rd grade level and 35 science teachers whose opinions were taken. As part of the research, pre-service teachers created short videos containing the use of laboratory materials and laboratory safety rules, and then uploaded these videos to a Youtube channel. Case study design, one of the qualitative research methods, was used in the study. In the research, semi-structured interview forms developed by the researcher and researcher's diary were used as data collection tools. Semi-structured interview forms were created to determine teachers and pre-service teachers' opinions about the applicability of digital labs to science lessons.

Results: The findings of the study show that the digital laboratory design process contributes positively to the technology and scientific process skills of pre-service science teachers, and will encourage the use of digital laboratories in their professional lives. In addition, it shows that digital laboratories will produce positive results when applied in science lessons, digital laboratories can be easily understood by middle school students, and will positively affect student achievement and skills.

Conclusion and Suggestions: The results of the research shows that digital laboratories are effective in science, especially in laboratory courses, and encourage science teaching. In this context, suggestions were made to increase the number of digital laboratory applications in fields such as physics, chemistry, biology and astronomy, and to expand the use of digital laboratories.

Keywords: Digital laboratory, Digitalization in education, Technology, Science education, Scientific process skills

BİRİNCİ BÖLÜM

1. Giriş

Bu bölümde sırasıyla problem durumu, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, varsayımlar, sınırlılıklar, tanımlar ve kısaltmalara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Bilgi ve teknoloji çağı olarak adlandırılan son dönemde Dünya geneline baktığımızda birçok gelişme ve değişim meydana gelmektedir. Bilgi toplumlarının ortaya çıkması, Dünya genelindeki değişim ve gelişmeler teknoloji sayesinde mümkün olmuştur (Hançer, Şensoy ve Yıldırım, 2003, s. 81). Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte insanların ihtiyaçları günden güne değişmeye başlamış ve bu doğrultuda insan hayatını kolaylaştıracak yeni buluşlar yapılmış ve yapılmaktadır. Günümüzde herkes istediği bilgiye teknoloji kullanarak kolaylıkla ulaşabilir hale gelmiştir. Neredeyse herkes akıllı telefon kullanmakta, birçok kişinin kişisel bilgisayar ve tableti bulunmaktadır. 2016 yılında gerçekleştirilen küresel dijitalleşme verilerine göre, 3 milyar 790 milyon kişinin şahsi cep telefonu olduğu, 3 milyar 419 milyon kişinin ise aktif olarak internet erişimine sahip olduğu tespit edilmiştir (Parlak, 2017, s. 1741). Bununla birlikte, Türkiye İstatistik Kurumu (2020) verilerine göre internet kullanım oranı 16-74 yaş aralığındaki kişilerde %79 olarak açıklanırken, evden internete erişim olanağı %90,7 olarak açıklanmıştır. Hayatın her alanında olduğu gibi eğitim alanında da teknolojinin kullanımı vazgeçilmez hale gelmiştir. Özellikle son dönemde tüm Dünya’da yaşanan pandemi sebebiyle teknolojinin eğitimdeki uygulamalarına yakından tanıklık edilmiştir. Eğitim Bilişim Ağı (EBA) gibi kanallar üzerinden canlı dersler yapılmış ve milyonlarca öğrenci telefon, tablet ya da bilgisayarlarıyla eğitimlere katılım sağlamıştır. Öğretmenler de aynı şekilde derslerini bu doğrultuda planlamış ve teknolojinin her imkânından sonuna kadar yararlanmaya çalışmıştır. Yine aynı şekilde yükseköğretimde de uzaktan eğitime geçilmesiyle birlikte üniversitelerde laboratuvar gerektiren dersler için çözümler aranmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda YÖK öncülüğünde Genel Fizik ve Genel Kimya dersleri için sanal laboratuvar uygulaması örnekleri bazı üniversite öğrencilerinin kullanımına açılmıştır. Bu uygulamaları YÖK’ün başlatmış olduğu yenilikçi uygulamaların ve eğitimde dijital dönüşümün bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Bu süreç bize eğitimde dijitalleşmenin ne kadar önemli olduğunu göstermiştir.

Fen bilimleri; insanın doğa ve doğal çevreyi doğru değerlendirebilmesi için gereklidir. Her gün çevremizde tanık olduğumuz olayların fen bilimlerinin ayrılmaz bir bütünü olduğu, gelecek nesillerin fen bilimleri eğitimi sayesinde ilerleyebileceği bilinen bir gerçektir. Fen bilimleri derslerinde deneyler, gözlemler, yeni keşifler yapılır, öğrenciler sorular sorar, hipotezler kurar, araştırmalarını yürütürler ve araştırma sonuçlarını yorumlama yeteneği kazanırlar. Okullarda bunların en etkili gerçekleştiği yerler fen bilimleri laboratuvarlarıdır. Laboratuvarlar, bazı konu ve kavramların öğretilmesi amacıyla öğrencilerin gözlem yaparak veya deneyerek öğrendiği, kontrol edilebilen ve sınırları belirli ortamlardır. Bu ortamlarda öğrenciler bilgiyi kullanır, problemleri tanımlar, el becerilerini ve işlem yeteneklerini geliştirirler. Aynı zamanda yaptıkları gözlemlerle, soyut algılamalarla zihinlerinde oluşan soruları somutlaştırır, olayları derinlemesine inceleyerek bunları anlamlı hale getirirler (Partalcı, Topsakal ve Özkan, 2019, s. 1). Öğrenciler laboratuvar uygulamaları sayesinde teknik becerilerini geliştirme imkânı bulurlar. Laboratuvar malzemelerinin özelliklerinin tanınması ve bunların amacına uygun olarak kullanılması teknik becerilerle mümkündür (Çepni, 2018, s. 288). Bilindiği gibi laboratuvar çalışmalarını esnasında çeşitli kazalar olma olasılığı bulunmaktadır. Teknik becerilere sahip öğretmenler, laboratuvar güvenliği ve laboratuvarlarda oluşabilecek kazalara karşı daha bilinçli olurlar ve gerektiğinde yerinde müdahale edebilirler (Aydoğdu ve Şener, 2016, s. 39). Geleceğin öğretmenleri olarak ve gelecekte fen bilimleri derslerinde laboratuvarları aktif bir şekilde kullanması beklenen öğretmen adaylarının, verimli ve etkili bir fen öğretimi süreci için laboratuvar kurallarını iyi bilmesi, laboratuvar malzemelerini amacına uygun, yerinde kullanmaları önem arz etmektedir (Çıldır, 2012, s. 100).

Son yıllarda fen bilimleri öğretiminde yapılandırmacı yaklaşım vurgusu yapılmaktadır. Yapılandırmacı yaklaşımla öğretmen rehber konumunda bulunurken öğrenciler ise geleneksel öğretim yöntemlerinin aksine; daha aktif, bilgiyi sorgulayan ve yaparak yaşayarak öğrenen bireyler haline gelmiştir. Bununla birlikte fen bilimleri derslerinde laboratuvarların ve laboratuvar uygulamalarının önemi daha da artmıştır. Fen bilimlerinde laboratuvarlarının önemine değinilse de, fen bilimleri laboratuvarlarının kullanımında bir takım sıkıntılar meydana gelmektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin bilgi ve beceri eksikliğinden dolayı görev aldıkları okullarda laboratuvar çalışmaları yapmak istemedikleri (Ayas, Karamustafaoğlu, Sevim ve Karamustafaoğlu, 2002; Aydoğdu, 1999; Nakiboğlu ve Sarıkaya, 1999), laboratuvarlarda bulunan tüm araç- gereçleri tanıma ve kullanmada yetersiz oldukları (Böyük, Demir ve Erol, 2010;

Coştu, Alipaşa, Çalık, Ünal ve Karataş, 2005) vurgulanmıştır. Bununla birlikte, fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar kullanımı ve deney yapmadaki en büyük engellerinin okullardaki laboratuvar malzemelerinin ve donanımın yetersizliği olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Demir, Büyük ve Koç, 2011).

Fen bilimleri öğretmenleri, laboratuvarında uygulayacakları kurallara daha hâkim olduklarında, laboratuvar malzemelerini ve laboratuvar malzemelerinin kullanımını daha iyi bildiklerinde laboratuvar etkinliklerini daha kolay ve daha güvenli gerçekleştireceklerdir. Bu nedenle fen bilimleri laboratuvar güvenliği ve kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar önem arz etmektedir. Bu doğrultuda bu araştırmanın problem cümlesi, fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının dijital bir fen bilimleri laboratuvarının fen bilimleri derslerine uygulanabilirliğine yönelik düşünceleri nasıldır?

1.1.1.Alt problemler

- Dijital laboratuvarların fen bilimleri öğretmen adaylarına katkılarına yönelik öğretmen ve öğretmen adayı görüşleri nasıldır?
- Dijital laboratuvarların fen bilimleri derslerinde kullanımına yönelik öğretmen ve öğretmen adayı görüşleri nasıldır?
- Dijital laboratuvarların geliştirilmesi için neler yapılabileceğine yönelik öğretmen ve öğretmen adayı görüşleri nasıldır?

1.2. Araştırmanın Amacı

Güvenli bir laboratuvar ortamı için laboratuvarında çalışırken uyulması gereken kuralların iyi bilinmesi ve laboratuvarlarda kullanılacak malzemelerle birlikte bu malzemelerin doğru ve amacına yönelik olarak kullanılması önem arz etmektedir. Araştırmada yüz yüze laboratuvarların durumundan, eksikliklerinden bahsedilmiş, bu bağlamda fen bilimleri dersleri laboratuvarları için laboratuvar güvenliği kuralları ve laboratuvar malzemeleriyle ilgili dijital bir laboratuvar tasarlanması amaçlanmıştır. Sonrasında tasarlanan örnek dijital fen bilimleri laboratuvarı ile ilgili fen bilimleri öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının görüşlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

1.3. Araştırmanın Önemi

21. yy'ın bilgi ve teknoloji çağı olduğu bilinmektedir. Bu önemli çağda eğitim sistemimizin amaçlarından biri, var olan bilgileri öğrencilere doğrudan aktarmak yerine, öğrencilere bilgiye ulaşma becerileri kazandırmak ve bilgiye ulaşmanın yollarını bizzat

kendilerinin keşfetmelerini sağlamak olmalıdır. Öğrencilere bu becerileri kazandırmanın yollarından birisi de üst düzey düşünme becerilerinin kazandırılmasından geçmektedir. Üst düzey düşünme becerilerine sahip öğrenciler karşılaştıkları problemlere çözüm üretirler, bilimsel süreç becerilerini, yaşam becerilerini ve mühendislik becerilerini aktif bir şekilde uygularlar. Fen bilimleri derslerinde bu becerilerden aktif olarak yararlanılmaktadır. Fen bilimleri dersleri sayesinde öğrenciler içinde buldukları doğayı, doğal çevreyi, evreni bilimsel yönden inceler ve zihinlerinde oluşan bilgileri günlük hayatla bağdaştırarak somutlaştırırlar. Böylelikle öğrenciler zihinlerinde oluşan bilgilerle neden sonuç ilişkisi kurarlar ve bunlardan sonuçlar elde etmenin yollarını ararlar. Bu yüzden fen bilimleri ve teknoloji ilişkisinin içinde bulunduğumuz toplumun gelişmesi için büyük bir öneme sahiptir (Eroğlu ve Bektaş, 2013, s. 45).

Bu çalışma, dijital laboratuvarların fen bilimleri dersi laboratuvarları için uygulanabilirliğini gösterme ve bu alanda yapılacak çalışmalara yol gösterme açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar fen bilimleri öğretmenlerine ve öğretmen adaylarına etkili laboratuvar dersleri yürütme, teknolojiyi etkin kullanma, ortaokul öğrencilerine ise öğrenme deneyimleri kazandırma ve güvenli bir laboratuvar ortamı sunma konusunda yol gösterici olacaktır.

1.4. Varsayımlar/Sayıtlar

1. Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının lisans eğitimlerinin önceki sınıflarında aldıkları dersler (Bilgisayar I ve II) sebebiyle; temel düzeyde teknoloji bilgisine sahip oldukları,

2. Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde öğretmen adaylarının kendi düşüncelerini yansıttıkları,

3. Araştırma sürecinde kontrol edilemeyen değişkenlerin tüm öğretmen adaylarını eşit şekilde etkilediği,

4. Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenleriyle yapılan görüşmelerde öğretmenlerin kendi düşüncelerini yansıttıkları varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

Bu araştırma;

- Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliğinde öğrenim gören 65 üçüncü sınıf öğrencisiyle,
- 35 Fen bilimleri öğretmeniyle,

- 2017-2018 gz yarıyılında açılan Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersi ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Kare kod: İki boyutlu bir semboldür. 1994 yılında büyük Toyota grup şirketlerinden biri olan Denso tarafından icat edilmiş ve Haziran 2000'de ISO uluslararası standardı (ISO / IEC18004) onayı aldı. Karekodlar başlangıçta otomotiv parçalarının üretim kontrolünde kullanılırken sonraki dönemlerde birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Law ve So, 2010, s. 86).

Fen Bilimleri Laboratuvarları: Çeşitli deneylerin yapıldığı öğrencilere üst düzey düşünme becerileri kazandırmayı amaçlayan öğrenmenin gerçekleştiği ortamlardır. Öğrenciler laboratuvarında bir problem durumuyla karşı karşıya bırakılır ve bu problemin çözümüne yönelik faaliyetlere katılırlar (Çepni, Kaya ve Küçük, 2005, s. 181).

Dijital Laboratuvar: Laboratuvar aktivitelerini dijital ortama taşımak, öğrencilerin teknolojiyle bütünleşmesini sağlamak, öğrencilere istenilen yer ve zamanda öğrenme ortamı sağlamak, öğrencilerin teknolojinin tüm imkanlarından yararlandıkları ve öğrencilerin aktif rol oynadıkları ortamlardır (Alkouz, Zoubi ve Otair, 2008, s. 6).

Geleneksel Laboratuvar: Çeşitli malzemeler ve araçlar kullanılarak belirli bir sonuca ulaşmak ve belirli bir amaca hizmet etmek için deneylerin ve araştırmaların yapıldığı özel donanımlı ortamlardır (TDK, 2006).

Web 2.0: İlk defa O'Reilly tarafından ortaya atılan bir tanımdır. İnternet 1.0'da içerik üretimi için çok fazla teknik bilgiye ihtiyaç duyuluyordu. Ancak kullanıcıların istekleri ve gereksinimleri doğrultusunda geliştirilen web 2.0 teknolojileriyle birlikte kullanıcılar çok az bilgiye ihtiyaç duysalar bile içerikler üretip, bu içerikleri sosyal ağlar (Facebook, Twitter, Youtube vb.) üzerinden diğer kullanıcılarla kolaylıkla paylaşabilmekte ve diğer içeriklere müdahale etme imkanı bulmaktadırlar (O'Reilly, 2007, s. 17).

1.7. Kısaltmalar

EBA: Eğitim Bilişim Ağı

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics

TDK: Türk Dil Kurumu

YÖK: Yükseköğretim Kurulu

İKİNCİ BÖLÜM

2. Kavramsal/Kuramsal Çerçeve

Bu bölümde sırasıyla; araştırmanın kuramsal temeli, fen bilimleri öğretim programları, fen bilimleri derslerinde laboratuvarların yeri, fen bilimleri laboratuvarlarının güvenliği, web 2.0 teknolojileri ve ilgili araştırmalar yer almaktadır.

2.1. Araştırmanın Kuramsal Temeli

Bilginin önemini kavramış olan, bilgiyi kullanmanın yolunu ve yöntemini keşfeden ülkeler ve toplumlar modern Dünya’da var olan teknolojik rekabette önde olmuşlardır. Bu yüzden eğitimin; özellikle fen bilimleri eğitiminin ülkelerin ve toplumların gelişmesinde olumlu bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Çepni, 2018, s. 1). Eğitimin uygulamalı bir bilim olarak geliştiği modern Dünya’da, fen bilimleri eğitimi sayesinde teknolojiler hızla gelişmekte, fen bilimlerine dayalı üretimler gelişmekte, ülkelerin ve toplumların gelişimi olumlu etkilenmektedir. Bu yüzden, bilimde rekabetin üst düzeyde olduğu modern çağda fen bilimlerinin önemi önemli derecede artmaktadır (Aydın ve Balım, 2005, s. 146). Bilindiği gibi fen bilimleri dersleri temelinde soyut ve karmaşık kavramlar içerir, bundan dolayı fen bilimleri öğretiminde ve fen bilimleri derslerinde kalıcı ve anlamlı öğrenmeyi sağlamak için laboratuvar uygulamaları zorunlu hale gelmiştir (Kılıç, Keleş ve Uzun, 2015, s. 219). Ortaokulda fen bilimleri, lisede fizik, kimya ve biyoloji derslerini diğer derslerden ayıran özellik bu dersler kapsamında laboratuvar uygulamalarının yer almasıdır. Fen bilimleri dersleri sayesinde öğrenciler; çevresinde olup biten olayların farkına varır, olayları açıklama ve yorumlama yeteneği kazanır, karşılaştığı sorunlara çözüm getirme yeteneği kazanırlar. Bütün bunların gerçekleşmesi için öğrenciler deney yaparak ve yaşayarak öğrenmeli ve öğretim süreçlerine aktif bir şekilde katılmalıdırlar. Bundan dolayı fen bilimleri laboratuvarları fen bilimleri ile ilgili bilgilerin öğretilmesinde en etkili yöntemlerden biridir (Hamurcu, 1998, s. 30).

2.2. Fen Bilimleri Öğretim Programları

Fen Bilimleri Öğretim Programlarına bakıldığında son on beş yıl içerisinde; 2006, 2013 ve 2018 yıllarında önemli değişikliklerin yapıldığı görülmektedir. Yapılan değişikliklerle birlikte beceri alanında da farklılıklar meydana gelmektedir. Fen Bilimleri Öğretim Programı’nın temel amaçlarından birisi günlük hayatta karşılaşılan sorunlara çözüm

üretme ve bu sorunların çözümünde fen bilimleri ile ilgili bilgi, bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamaktır. 2006 yılında uygulamaya geçen öğretim programında beceri olarak, 'bilimsel süreç becerileri' başlığı ve içeriği yer alırken, 2013 yılında yapılan değişimle birlikte beceri, hem bilimsel süreç becerileri hem de yaşam becerileri olarak yer almaktadır. 2018 yılındaki programda ise 2013 programına ek olarak alana özgü beceriler kapsamında 'mühendislik ve tasarım becerileri' eklenmiştir. 2006 yılında uygulanmaya başlanan öğretim programında; bilimsel süreç becerileri olarak öğrencilerin gözlem yapma, karşılaştırma, sınıflandırma, çıkarım yapma, tahminlerde bulunma, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, hipotez kurma, deney tasarlama, deney malzemelerini tanıma ve kullanma, veri işleme ve kaydetme, yorumlama, sonuç çıkarma ve sunma becerilerini kazanmaları beklenmektedir. Bununla birlikte, 2013 programında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ek olarak analitik düşünme, yaratıcılık, girişimcilik, karar verme, takım çalışması gibi yaşam becerilerini kazanmaları beklenmektedir. 2018 yılındaki öğretim programında ise öğrencilerin, bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerilerine ek olarak mühendislik ve tasarım becerilerini kazanmaları beklenmektedir. Mühendislik ve tasarım becerileri öğrencilerin fen bilimlerini teknoloji, mühendislik ve matematikle bütünleştirmesini sağlayarak, karşılaştıkları problemlere disiplinler arası bakış açısı geliştirmelerini sağlayarak, buluş ve inovasyonlar yapmalarını amaçlamaktadır. Kısaca bu becerilerle birlikte öğrencilerin eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim, problem çözme becerilerini kazanmaları beklenmektedir (Anagün, 2020, s. 91).

2.3. Fen Bilimleri Derslerinde Laboratuvarların Yeri

Laboratuvar, öğrencilerin doğal dünyayı gözlemlemek ve anlamak için materyallerle etkileşime girdiği okul ortamlarındaki deneyimler anlamına gelir (Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2007, s. 106). Bir başka tanıma göre, bilim insanlarının ve araştırmacıların çeşitli deneyler, denemeler, analizler yaptığı, kurduğu hipotezleri test ettikleri ve malzemeler kullanarak çalışmalar yaptığı mekân laboratuvar olarak adlandırılır. Fen bilimleri öğretim sürecine bakıldığında bu tanımın geçerli olduğu bilinmektedir. Bilimsel çalışmaların amacına uygun, yerinde belirli araç ve gereçler kullanılarak deney ve gösterilerle bir ders kapsamında öğretildiği ortamlar fen bilimleri laboratuvarları olarak tanımlanmaktadır (Çepni, 2018, s. 288). Son yıllarda fen bilimleri eğitiminde de yapılandırıcılık kuramının öne çıktığı, öğretmenin genellikle rehber konumunda bulunduğu, öğren-

cilerin ise yaparak-yaşayarak öğrenmeye teşvik edildiği, araştırmaya ve sorgulamaya dayalı bir öğretimin gerçekleştiği bilinmektedir. Bu kuramla birlikte fen bilimleri öğretim sürecinde ve fen bilimleri derslerinde laboratuvarların önemi daha da artmaktadır (Aydoğdu ve Şener, 2016, s. 42). Fen bilimleri eğitiminde laboratuvarların en etkili ve kalıcı öğrenme ortamlarından biri olduğu yapılan çalışmalarla vurgulanmıştır (Gürdal, 1997; Gürdal ve Güven, 2002). Ayrıca fen bilimleri derslerinin yapıtaşını laboratuvarların oluşturduğunu, laboratuvarların fen bilimleri derslerinin olmazsa olmazı, vazgeçilmez bir parçası olduğu bilinmektedir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini uygulamaları, fen bilimleri derslerindeki soyut kavramların daha iyi anlaşılması, problem çözme yeteneklerini geliştirmeleri, bilim insanlarının ve araştırmacıların nasıl çalıştığını anlamaları, pratik yeteneklerini artırmaları ve el becerilerini geliştirmeleri için fen bilimleri derslerinde laboratuvarlar önemli bir yere sahiptir (Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2007, s. 105). Ayrıca laboratuvar deneyleri öğrencilerin hem psikomotor becerilerini hem de problem çözme yeteneklerini artırmaktadır (Azizoğlu ve Uzuntiryaki, 2006, s. 56). Anlatılması zor olan fen bilimleri konularında da öğrenciler yaparak ve yaşayarak öğrenme imkânı bulurlar ve öğrenme daha anlamlı ve kalıcı hale gelir (Çallıca, Erol, Sezgin, Aygün ve Kavcar, s. 218). Fen bilimleri derslerinde laboratuvar uygulamalarının daha sık uygulandığı okullarda öğrencilerin akademik başarılarının arttığı başka bir çalışmada vurgulanmaktadır (Hofstein ve Lunetta, 1982, s. 201).

Yaman ve Karamustafaoğlu'na (2006) göre laboratuvar uygulamalarının yararları aşağıda belirtilmiştir:

- Deney sırasında öğrenciler birçok duyu organını kullanmak durumunda kalırlar ve bu durum öğrencilere önemli bir fırsat sağlar.
- Öğrenciler çevrelerinde bulunan canlı ve cansız varlıkları inceleme imkânı bulurlar ve bunlar hakkında detaylı bilgiler edinirler.
- Öğretmen laboratuvarında rehber konumundadır, öğrenci ise aktiftir. Bu sayede öğretim sürecinin en temel ilkelerinden biri uygulanmış olur.
- Öğrenciler hipotez kurma, araştırma ve sorgulama yaparlar.
- Laboratuvarında öğrenciler eleştirel düşünme ve yaratıcılık becerilerini kullanırlar.
- Laboratuvarında öğrenciler bir bilim insanı gibi davranırlar. Bu sayede bilimsel süreç becerilerini aktif olarak uygulamış olurlar.
- Deneylerle öğrenilen bilgiler daha kalıcı olur ve bu bilgilerin bir kısmını gerçek yaşamlarına uygularlar.
- Laboratuvarında öğrenciler kendi bilgi, beceri ve yeteneklerini ortaya çıkarırlar.

Fen bilimleri laboratuvarlarında belirli materyaller, araç ve gereçler kullanılarak etkinlikler gerçekleştirilmekte, çeşitli düzeylerde basit veya karmaşık deneyler yapılmaktadır. Bu deneyler sınıf düzeyine uygun olacak şekilde amacına uygun malzemelerle yapılmakla birlikte, evde ve günlük hayatta kullanılan malzemelerle de laboratuvar deneyleri gerçekleştirilebilmektedir. Önceki yıllarda bilimsel bilgilerin kanıtlanması ve kesin sonuçlara ulaşmak amacıyla deneyler yapılırken, son yıllarda yeni bilgilerin keşfedildiği, araştırmaya sorgulamaya dayalı öğretimlerin gerçekleştiği ortamlar haline gelmektedir. Fen bilimleri derslerinde deneyler öğrenciler henüz öğrenmedikleri bilgileri keşfederler, var olan bilgilerinin doğruluğunu test etme imkânı bulurlar. Deneyler ve gözlemler arasındaki en önemli fark deneylerin kontrollü olarak yapılmasıdır. Öğretim programı çerçevesinde hangi deneyin ne zaman, nasıl yapılacağı, deneyler yapılırken hangi kurallara dikkat edilmesi gerektiği ve deneyler yapılmadan önce hangi güvenlik kurallarının uygulanacağı önceden kararlaştırılmalıdır. Bu süreçte öğrencilerden önceden bilgilendirilmeli ve öğrenciler de derse hazırlıklı olarak gelmelidirler. Öğretmen deneyi gerçekleştirmeden önce hangi malzemeleri kullanacağını iyi bilmeli, malzemelerin çalışır durumda olup olmadığını kontrol etmelidir. Öğretmen ayrıca deneyler sırasında meydana gelebilecek laboratuvar kazalarına karşı önceden tedbirli olmalı ve gerektiğinde müdahale edebilme kabiliyetine sahip olmalıdır. Tehlikeli deneyler sırasında öğrenciler uyarılmalı ve bu deneyler öğrencilere yaptırılmamalıdır. Laboratuvar derslerinden önce öğretmenler; hedef davranışlardan ve kazanımlardan öğrenciyi haberdar etmelidir. Öğretmenler deney yapacakları zaman konuya uygun ve güncel deneyler seçmeli, deneylerin amacına uygun olmasına dikkat etmeli, deneyin işlem basamaklarını sırasıyla kontrol etmeli, deneylerde amacına uygun resim, tablo kullanılmalı, deney düzenliğini önceden kararlaştırmalı, deneyin süresini iyi hesaplamalıdır. Ayrıca öğretmenler gerektiğinde öğrencileri sürekli iş birliğine ve takım çalışmalarına teşvik etmelidir. Deneyler yapılırken konuya uygun araç-gereçleri kullanılmalı, araç ve gereçleri deney başlamadan önce öğrencilere tanıtılmalı, araç-gereçlerle ilgili kılavuzlar veya güvenlik sembolleri varsa öğrencileri bilgilendirmelidir. Deney sonunda öğrencilerle birlikte değerlendirme yapılmalı, gerektiğinde öğrencilerle birlikte deney raporu yazılmalı, en sonunda deneyi özetlemeyi bilmelidir (Kaptan ve Korkmaz, 1999, s. 40).

2.3.1. Geleneksel laboratuvarlar (yüz yüze laboratuvarlar)

Laboratuvarlar fen bilimleri ve mühendislik eğitimlerinde önemli yere sahiptir. Fen ve mühendislik derslerinde laboratuvarlar sıklıkla kullanılmakta ve hatta derslerin

büyük çoğunluğu laboratuvarlarda yürütülmektedir. Laboratuvarların temel amacı öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini uygulayabilmelerini sağlamak, teorik bilgilerini pratiğe dökmelerine olanak sağlamak, güvenli bir ortamda ilgi ve yeteneklerini ortaya çıkarmalarını sağlamaktır (Millar, 2004, s. 1). Özellikle teorik bilgilerin fazla olduğu derslerde, öğrenciler formüllerle iç içe olmakta ve bu da öğrencilerin ilgisinin azalmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı öğrenciler, derslerde kazanılması gereken kavramsal bilgileri kazanmada zorluk yaşamaktadırlar. Bu derslerde kazanamadıkları bu kavramsal bilgilerin uygulamasının, fiziki şartlar el verdiğinde laboratuvar ortamında yapılması önerilir (Bahar, Aydın, Polat ve Bertiz, 2008, s. 1). Uygulamalı laboratuvar deneyimleri, anaokulundan başlayıp orta öğretim sonrası eğitime kadar devam eden tüm çalışma alanlarında öğrenme süreci için kritik öneme sahiptir. İyi tasarlanmış laboratuvar deneyimleriyle uğraşan öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri olumlu yönde gelişim göstermektedir. Aynı zamanda laboratuvar ortamında malzeme ve ekipmanlarla uğraştıkları için bunların kullanımını daha iyi kavrarlar. Uygulamalı deneyimler, nitelikli eğitimciler tarafından uygun şekilde tasarlandığında ve yönlendirildiğinde, fen eğitiminin tüm seviyelerinde öğrenmeyi önemli ölçüde ilerletir. Uygulamalı laboratuvar aktiviteleri sırasında öğrenciler, laboratuvar cihazlarını ve aletlerini kullanarak kimyasal özellikleri ve reaksiyonları doğrudan ve güvenli bir şekilde araştırırlar. Bu etkinlikler fen öğrenmek ve fen okuryazarlığını geliştirmek için gereklidir. Web tabanlı ve bilgisayar simülasyonlu etkinlikler, öğrencilerin güvenlik endişelerini ortadan kaldırmaya yardımcı olabilir; ancak bu araçlar, uygulamalı laboratuvar deneyimleri için eşdeğer bir alternatif olarak değerlendirilemez (Towns, Harwood, Robertshaw, Fish ve O'Shea, 2011, s. 2039). Geleneksel laboratuvarlarda öğrencilerin laboratuvar çalışmalarını gözlemleyen onları yakından takip eden, yapamadıkları uygulamalarda onlara yardımcı olan ve ilerlemelerini yakından takip edip gerektiğinde onlara anlık dönütler veren öğretmenler bulunmaktadır (Cooper, 2005, s. 2).

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde geleneksel laboratuvarlarda birçok problem durumu ortaya çıkmakla birlikte birtakım eksiklikler de mevcuttur. İlk olarak, laboratuvarı kullanan öğrenci sayısının fazla olması laboratuvardaki öğrenme ortamını olumsuz olarak etkilemektedir. Öğrenciler deney esnasında aktif olarak rol alamamakta ve kalabalık gruplarla yapılan deneylerde öğrenciler laboratuvar derslerinden faydalanamadıklarını belirtmektedirler (Ayas vd., 2002, s. 51). Bununla birlikte geleneksel laboratuvarlardaki en önemli problemlerden biri de zaman yetersizliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Müfredattaki kazanımların yoğun olması nedeniyle öğretmenler konuları yetiştiremeyeceğini

düşünmekte ve bundan dolayı laboratuvarlarda yapılacak deneyleri ve uygulamaları yapmamayı tercih etmektedirler. Ayrıca bazı deneyler ve uygulamalar ders süresinden daha uzun sürmekte ve bu nedenle deney ve uygulamalarda bazı sınırlamalara ve kısıtlamalara gidilmektedir (Altun, Demirdağ, Feyzioğlu, Ateş ve Çobanoğlu, 2009, s. 1896). Bir diğer göze çarpan konu ise laboratuvarlarda kimyasal madde ve malzeme eksikliğidir. İlkokul, ortaokul, lise ve üniversite düzeyinde laboratuvarların modern teknolojiyle uygun bir biçimde donatılmaması, laboratuvar malzemelerinin olmaması, eski olması ya da eksik olması laboratuvar kullanımını olumsuz etkileyen faktörlerdendir. Bundan dolayı ülkemizde laboratuvar dersleri genellikle sınıf ortamında yürütülmektedir (Demir, Büyük ve Koç, 2011, s. 67). Aynı şekilde, Türkiye'de karşılaşılan temel sorunlardan bazıları Tüysüz (2010, s. 38) tarafından şöyle özetlenmektedir:

- Deneylerin yürütülmesinde kullanılan laboratuvar malzemelerinin pahalı olması,
- Planlama ve uygulama aşamalarının çok zaman alması,
- Sınıfların aşırı kalabalık olması ve aşırı kalabalık sınıflarda deney ve aktivite yapan öğrencilerin performanslarının kontrolünün zor olması,
- Basit bir laboratuvar etkinliğinde bile, laboratuvar malzemelerinin eksik olması ya da yetersiz laboratuvar koşulları öğretmenleri kısıtlamaktadır.

Fen bilimleri ve mühendislik alanlarında teknolojideki önemli gelişmelerle birlikte geleneksel laboratuvarlara bir alternatif olarak sanal laboratuvar uygulamaları son dönemde popüler olmaya başlamıştır.

2.3.2. Sanal laboratuvarlar

Eğitimde, uzaktan eğitim ve açık üniversiteler gibi kavramlar artık öğretim süreci için daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, konu alanının doğası gereği, bilim, teknoloji ve mühendislik öğretiminde, yeni teknolojik yaklaşımlar kullanılmasına rağmen, hala nispeten geride kalınmaktadır. Bu tutarsızlığın nedeni, bu alanların genellikle etkili beceri edinimi ve uygulamalı deneyim sağlamak için laboratuvar egzersizlerine ihtiyaç duyması gerçeğinde yatmaktadır. Genellikle bu laboratuvarları çevrimiçi erişim için erişilebilir hale getirmek zordur. Bundan dolayı gerçek laboratuvarın uzaktan erişim için etkinleştirilmesi ya da tamamen yazılım tabanlı bir sanal laboratuvar olarak kopyalanması gerekir (Potkonjak vd., 2016, s. 309). E-öğrenme gibi teknolojik gelişmelerle desteklenen eğitim, küreselleşme sürecine entegre edilmiştir. Üniversitelerin sürdürülebilirliği, üniversitenin hayatta kalmasının kilit noktalarından biridir ve bu üniversite-

lere kaydolabilecek öğrenci sayısına büyük ölçüde bağlıdır. Bu nedenle, eğitim kurumlarının çoğu müfredatlarını yeni teknolojileri kullanmaya dayalı olarak geliştirmek zorunda kalmıştır. Şüphesiz sanal laboratuvarlar bu konuda en son teknolojidir (Salmerón-Manzano ve Manzano-Agugliaro, 2018, s. 1).

Gelişen ve değişen teknolojiyle birlikte laboratuvarlarda da yeni yöntemler ortaya çıkmaya başlamıştır. Bunlardan birisi de sanal laboratuvarlardır. Özellikle bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ve bilgisayarın bugün yaşamımızın her alanında karşımıza çıkmasıyla simülasyon, animasyon gibi uygulamalar daha kullanılır hale gelmiştir (Martin-Villalba, Urquia ve Dormido, 2008, s. 3176). Laboratuvar deneylerinin temel işlevlerinin bir bilgisayarda gerçekleştirilmesini sağlayan bir bilgisayar simülasyonu, sanal laboratuvar olarak adlandırılır. Bu fikir iki farklı açıdan incelenebilir. İlk olarak bir deney, bir bilgisayar modeliyle değiştirilir. Deney, bu nedenle bir simülasyon şeklinde gerçekleşir. Son zamanlarda, internet ortamında birçok sanal laboratuvar bulunmaktadır. Bununla birlikte, JAVA formatındaki bu deneysel sanal laboratuvarlar esas olarak laboratuvar deneylerini gerçekçi bir şekilde temsil etmeyi amaçlamayan klasik simülasyonları temsil eder. Gerçek laboratuvar deneylerini olabildiğince yakından temsil etmeye çalışan simülasyonlar sanal laboratuvar olarak adlandırılırlar. Öte yandan, laboratuvar deneyleri, deneyler laboratuvar ekipmanının doğrudan manipülasyonu ile değil, bir ağ aracılığıyla gerçek laboratuvar ekipmanına bağlanan bir bilgisayar aracılığıyla kontrol edildiğinde sanal olarak tanımlanabilir. Bu tür sanal laboratuvara uzak laboratuvar denir (Harms, 2000, s. 1). Ağ /internet üzerinden kontrol edilen gerçek deneylere uzak laboratuvarlar denir. Bugüne kadar uzak laboratuvarlar, ağırlıklı olarak kontrol mühendisliği laboratuvarları ve özellikle robotik alanında tasarlanmış ve kullanılmıştır (Harms, 2000, s. 3).

Sanal laboratuvarlar, kullanıcıların kendi simülasyon deneylerini tasarlamasına ve gerçekleştirmesine olanak tanır. Bunun sonucu olarak, kullanıcılar kendi öğrenme süreçlerinde aktif oyuncular haline gelir ve bu da onları öğrenmeye motive eder (Martin-Villalba vd., 2008, s. 3176). Sanal laboratuvarlar, yüz yüze laboratuvar etkinliklerinin yerini almak için bilgisayarlı modellerin ve simülasyonların gücünü ve diğer çeşitli öğretim teknolojilerini kullanır (Scheckler, 2003, s. 232). Sanal laboratuvarlar, sanal bir öğrenme ortamında öğrencilerin ve öğretmenlerin ihtiyaçlarına göre uyarlanmış, pratik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için tüm teknolojik, pedagojik ve insan kaynaklarını bir araya getiren etkileşimli bir sanal alandır (Prieto, Herrera ve Guerrero, 2009, s. 47). Sanal laboratuvarlar, öğretimin her zaman her yerde yapılmasını mümkün kılmak için öğrencilerin

teknolojik cihazlar kullanarak sanal deneyler yapmalarına yardımcı olur (Alkouz vd., 2008, s. 5).

Sanal laboratuvarların avantajlarından Dalgarno, Bishop ve Bedgood (2003, s. 91-92) şu şekilde bahsetmiştir: ‘Sanal laboratuvar ortamlarında öğrenciler kendilerini daha rahat ve güvende hissederler. Bununla birlikte öğrenciler laboratuvar malzemeleri ve laboratuvar için gerekli olan ekipmanları bulmak için zaman kaybetmezler. Öğrenciler malzemeleri ve ekipmanları doğru ve yerinde kullanarak elde edecekleri deneysel verilerin daha anlamlı olmasını sağlarlar. Laboratuvar güvenlik kurallarına ve prosedürlerine daha fazla hâkim olacakları için güvenli bir laboratuvar ortamı sağlanmış olur. Ayrıca öğrencilerin kimya gibi tehlikeli deneyler içeren derslere daha fazla ilgi göstermelerini sağlar. Özellikle sanal laboratuvarlar gerçekçi temsilleri nedeniyle durumsal öğrenme ortamları için fırsatlar sağlarlar’ (Harms, 2000, s. 1). Sanal laboratuvarlar, öğrencilerin anlamadıkları gösterileri tekrar etmelerine veya sınavları gözden geçirmelerine olanak tanır. Zaman ve mekanda işbirliği, nadiren kullanılan sanal laboratuvarların bir avantajıdır. Sanal laboratuvarlar, bir laboratuvarda yapılması çok tehlikeli, çok küresel veya çok uzun vadeli olan şeyleri deneme yeteneğini destekleyebilir (Sheckler, 2003, s. 233).

Sanal laboratuvarların fen eğitiminde de birçok avantajı bulunmaktadır. Fen bilimleri programında bazı konuların anlatılması oldukça zordur. Sanal laboratuvarlar bu zor konuların öğretiminde öğretmenlere büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Öğrenciler laboratuvar simülasyonları sayesinde deneyleri tekrar etme ve yeniden yapma imkânı bulurlar. Böylelikle öğrenciler, öğretmen olmadığında da konuyu kavrayabilir ve zor konuların üstesinden gelebilirler. Bu sayede öğrencilerin problem çözme becerileri de eş zamanlı olarak gelişir. Bunun yanında, öğrenciler mekândan ve zamandan bağımsız olarak istedikleri yerde ve zamanda çalışabilirler (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008, s. 90). Sanal laboratuvarlar aynı zamanda birer görsel öğrenme ortamlarıdır. Öğrenciler buralarda istedikleri deneyi veya herhangi bir etkinliği görsel olarak canlandırır ve zihinlerinde daha kolay bir şekilde yapılandırır. Geleneksel öğrenme yöntemlerinin aksine; öğrencilerin motivasyonları artar ve bilgiyi daha çabuk kavrarlar (Chua ve Aquilino, 2005, s. 1). Ayrıca öğrenciler kendilerini ve başkalarını tehlikeye atmadan tehlikeli deneyler yapabilirler. Bundan dolayı kimya eğitiminde önemli bir yere sahip olamaya başlamıştır. Sanal laboratuvar simülasyonlarını başlangıçta tasarlamak zordur ve maliyetlidir ancak tamamlandıktan sonra herhangi bir maliyet gerektirmez ve öğrenciler istediği kadar kullanma imkânı bulurlar. Özellikle son yıllarda popüler olan 3D sanal laboratuvarların eğitim alanında büyük bir potansiyeli vardır. Öğrenciler bu laboratuvarlara aktif katılım sağlayarak

sanal nesnelere araştırabilirler ve yönetebilirler (Herga ve Dinevski, 2012, s. 109). Bazı durumlarda, sanal laboratuvar, kullanıcının gerçek zamanlı kararlar vermesine izin vererek, tesisin gerçek zamanlı yanıtını taklit etmeyi amaçlamaktadır. Bu tür uygulamalarda, kullanıcının simülasyon çalıştırması sırasında herhangi bir zamanda model üzerinde etkileşimli eylemler gerçekleştirmesine izin verilir. Kullanıcı model girdilerinin, parametrelerinin ve durum değişkenlerinin değerini değiştirebilir ve bu değişikliklerin model dinamiğini nasıl etkilediğini anında algılayabilir. Belirli bir simülasyon çalıştırması sırasında model üzerinde rastgele sayıda eylem gerçekleştirilebilir (Martin-Villalba vd., 2008, s. 3176).

2.3.2.1. Sanal laboratuvar örnekleri

Aşağıda fen bilimleri eğitiminde kullanılabilecek sanal laboratuvar örneklerine yer verilmiştir:

BYU Science Laboratories: Kimya, biyoloji, fizik ve gezegen hareketini kapsayan bir dizi gerçekçi ve sofistike simülasyonlardan oluşan sanal laboratuvarlardır. Bu laboratuvarlarda öğrenciler, gerçek bir laboratuvarla karşılaşacakları seçimleri ve kararları yapmakta özgür oldukları ve sonuçlarını deneyimlemekte özgür oldukları sanal bir ortama yerleştirilir. Bu ürünler BYU'da oluşturulmuştur ve Virtual ChemLab, Virtual ChemLab Organic, Virtual Physics, Virtual Physical Science ve Virtual Biology ayrı ürünlerini içerir. Bu laboratuvarlar ortaokul, lise ve yüksek öğrenim seviyesinde mevcuttur (<http://chemlab.byu.edu/>).

CircuitLab: Elektrikle ilgili devre simülasyonlarının oluşturulabildiği çevrimiçi bir sanal laboratuvar uygulamasıdır. Bu uygulamada, öğrencilerin ve profesyonel mühendislerin bir prototip oluşturmadan önce analog ve dijital sistemleri tasarlamasına ve analiz etmesine olanak tanır. Çevrimiçi şematik yakalama, profesyonellerin tasarımlarını kolayca paylaşmalarına ve tartışmalarına izin verirken, çevrimiçi devre simülasyonu hızlı tasarım yinelemesine ve elektronik hakkında hızlandırılmış öğrenmeye olanak tanır (<https://www.circuitlab.com/>).

EduWebLabs: Fen bilimleri eğitimi için etkileşimli bir site olarak tasarlanmıştır. Bu site, öğrencilere laboratuvar ekipmanını kullanma, veri toplama ve bu verileri standart matematiksel ve gözlemsel teknikleri izleyerek işleme fırsatı vermek için tasarlanmıştır. Bu laboratuvarların, bağımsız olarak, sınıf ödevleri için ön laboratuvarlar olarak veya laboratuvar ekipmanı ve veri toplama hakkında daha fazla bilgi edinmek için bir ortam olarak

kullanılabileceği belirtilmiştir. Genel Fizik, Genel Kimya, Genel Biyoloji, Yer Bilimi konularından çeşitli deneylerin bulunduğu bir site olarak tanımlanmıştır (<https://www.eduweblabs.com/>).

Labster: Bu sitede ise, asitler ve bazlar arasındaki farkı ve bunların kimyasal reaksiyonlarını öğreten uygulamalar bulunmaktadır. Öğrencilerin pH ölçeğini nasıl kullanacaklarını öğrenmelerine ve malzemeleri asitler, bazlar veya nötr olarak sınıflandırmalarına yardımcı olan etkinlikler ve deneyler yer almaktadır. Sitede ayrıca, sanal deneyler, etkileşimli oyunlar, deneysel fikirler, animasyon filmler ve sınavlar bulunmaktadır. Karışımlar ve çözeltiler hakkında da çeşitli içeriklerin bulunduğu sitenin ilkökul ve ortaokul öğrencilerine yönelik olduğu belirtilmiştir (<https://www.labster.com/simulations/acids-and-bases/>).

Go-Lab: Bu projenin amacı, özellikle çevrimiçi laboratuvarlara ve sorgulamalı öğrenme uygulamalarına odaklanarak, STEM eğitiminde yenilikçi öğrenme teknolojilerinin kullanımını kolaylaştırmaktır. Öğretmenler, Go-Lab ekosistemini kullanarak çeşitli sanal laboratuvarlar ve uygulamalar bulabilir ve özelleştirilmiş sorgulama öğrenme alanları oluşturabilir. Ayrıca, Go-Lab Girişimi öğretmenler için sorgulamaya dayalı fen eğitimi, 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi ve sınıfta Go-Lab ekosisteminin kullanımı konularında eğitimler vermektedir (<https://www.golabz.eu/>).

PhET/Colorado: Fizik, kimya, biyoloji, yer bilimleri ve matematikle ilgili konularda çeşitli sanal laboratuvarların ve simülasyonların bulunduğu bir sitedir. PhET simülasyonları kapsamlı eğitim araştırmalarına dayanır ve öğrencilerin keşif ve keşif yoluyla öğrendikleri sezgisel, oyun benzeri bir ortamda öğrencilerin ilgisini çeker. Öğretmenler, simülasyona özgü ipuçlarına ve videolara, simülasyonlarla öğretme kaynaklarına ve öğretmenler tarafından paylaşılan etkinliklere kolaylıkla erişebilir (<https://phet.colorado.edu/tr/>).

Virtual Courseware Project: Yer bilimi, biyoloji, çevre bilimleri ve küresel ısınma konularında sanal laboratuvarların bulunduğu bir sitedir. Aktiviteler, mevcut bir müfredatı geliştirmek için tasarlanmıştır ve çok sayıda interaktif etkileşimli içerikler bulunur. Ortaokul, lise veya üniversite düzeyinde öğrenciler tarafından kullanıma uygun olduğu belirtilmektedir (<http://www.sciencecourseware.com/>).

2.4. Fen Bilimleri Laboratuvarlarının Güvenliği

Laboratuvar güvenliği eğitiminin öncelikli amaçları; öğrencilere laboratuvarla karşılaşabilecekleri kimyasal, fiziksel ve sağlık tehlikelerini öğretmek ve öğrencileri, personeli ve laboratuvardaki malzemeleri korumaktır (Fivizzani, 2016, s. 18). Laboratuvar güvenliği eğitimi laboratuvar derslerinin önemli bir bölümüdür. Laboratuvar güvenliğinin tam olarak sağlanması için atılması gereken belli başlı adımlar bulunmaktadır. Bu adımların başında, laboratuvar güvenliğini tehdit edebilecek unsurların önceden görülmesi ve buna bağlı olarak gerekli önlemlerin önceden alınması gerekmektedir. Sonraki adım ise laboratuvarla herhangi bir kaza anında nelerin yapılması gerektiğinin iyi bilinmesidir (Akpullukçu, 2017, s. 23). Okullarda laboratuvar denince akla ilk olarak fen bilimleri laboratuvarları gelmektedir. Fen bilimleri laboratuvarlarında; fen öğretimi sürecinin güvenli bir şekilde gerçekleşmesi için öncelikle laboratuvarlardaki sorumlulukların iyi bilinmesi gereklidir. Kimlerin nelerden sorumlu olduğu, çalışan kişilerin laboratuvar güvenlik kurallarına hâkim olup olmadığı ve çalışmalarını nasıl, ne şartlar altında yürüttüğu iyi bilinmelidir (Hamurcu, 1998, s. 30). Güvenli bir fen bilimleri laboratuvar dersi yürütülebilmesi için, kimyasal maddelerin doğru sınıflandırılması, doğru depolanması ve etiketlenmesi, bu maddelerin doğru kullanımı, maddelerin üzerinde bulunan risk işaretlerinin incelenmesi oldukça önem arz etmektedir. Bununla birlikte laboratuvar çalışmaları esnasında herhangi bir kaza meydana geldiğinde neler yapılacağının bilinmesi de güvenli bir laboratuvar ortamı için bir gerekliliktir (Aydoğdu ve şener, 2016, s. 50). Laboratuvar güvenliği, tehlikeleri tanımayı ve değerlendirmeyi, riskleri değerlendirmeyi, uygun kişisel koruyucu ekipmanı seçmeyi ve deneysel çalışmaları güvenli bir şekilde yapmayı içerir. Laboratuvar güvenliği eğitimi erken yaşlarda öğretilmelidir. Bir öğrencinin ilk kimyasal deneyleri bile, laboratuvar güvenliğine bir giriş olarak kimyasalların tehlikeli özelliklerini (örneğin yanıcılık, reaktivite, aşındırıcılık ve toksisite) anlamak ve bunlarla başa çıkmak için uygun yaklaşımı kapsmalı ve ayrıca kimyasal atıkları yönetirken sağlam çevre uygulamaları öğretmelidir. Ortaokul, lise ve üniversiteler, beklendiği gibi, güvenlik ve atık yönetimine yönelik profesyonel tutumlar geliştirmek için aynı sorumlulukları üstlenmelidir (National Research Council, 2011, s. 3). Bir fen bilimleri öğretmeninin, sınıfta tüm sınıf etkinlikleri boyunca öğrenciler için olumlu ve güvenli bir öğrenme ortamını destekleyen kurallara ve rutinelere sahip olması gerekir. Fen öğretimi için bir öğretmenin iki tür kurala sahip olması gerekir. Bunlar, genel sınıf davranışı için olanlar ve güvenli laboratuvar prosedürleri ve davranışları için olanlardır. Bu iki kural birbirini tamamlayıcı

bir şekilde uygulanmalıdır. Fen derslerinde öğrenciler kitaplar, kağıtlar, renkli kurşun kalem, keçeli kalemler, makas ve bilgisayar gibi genel malzemeleri kullanabilirler. Bu materyallerin uygun kullanımı için kurallar ve rutinler belirlenmelidir. Ek olarak, fen öğrencileri aynı zamanda cam eşyalar, teraziler, mikroskoplar ve doğrudan bir bilgisayara veya elde tutulan hesap makinesine bağlanan veri toplama sondaları gibi ekipmanların yanı sıra kimyasallar ve canlı örnekler gibi malzemeler de kullanırlar. Öğrencileri kendilerine veya başkalarına zarar vermektan korumak, ekipmanın zarar görmesini önlemek, sınıfta yaşayan organizmalara etik muameleyi desteklemek ve genel olarak çevreyi korumak için fen ekipmanlarının ve malzemelerinin güvenli ve uygun kullanımına yönelik kurallar oluşturulmalıdır. Kurallar ve prosedürler yerleştikçe rutin hale gelirler. Kurallar ve prosedürler öğrenmeyi ve güvenliğini etkili bir şekilde kolaylaştırdığı sürece, herkesin yararına hizmet ederler (Frazier ve Sterling, 2005, s. 31). 2018 Fen bilimleri dersi öğretim programını incelediğimizde çok sayıda kazanımın öğrencilerin deney yapmasını amaçladığını görmekteyiz ve bu deneyler çoğunlukla fen bilimleri laboratuvarlarında gerçekleştirilmektedir. Aşağıda fen bilimleri öğretim programında yer alan ve öğrencilerin deney yaparak öğrenmesini amaçlayan örnek MEB kazanımları verilmiştir (MEB, 2018).

2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında Yer Alan Deney Kazanımları

F.5.3.2.2. Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder. Sürtünme kuvvetinin, pürüzlü ve kaygan yüzeylerde harekete etkisi ile ilgili deneyler yapılır.

F.5.4.1.1. Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine yönelik yaptığı deneylerden elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur.

F.5.4.2.1. Yaptığı deneyler sonucunda saf maddelerin erime, donma, kaynama noktalarını belirler.

F.5.4.3.2. Sıcaklığı farklı olan sıvıların karıştırılması sonucu ısı alışverişi olduğuna yönelik deneyler yaparak sonuçlarını yorumlar.

F.5.4.4.1. Isı etkisiyle maddelerin genişip büzüleceğine yönelik deneyler yaparak deneylerin sonuçlarını tartışır.

F.5.5.4.2. Tam gölgeyi etkileyen değişkenlerin neler olduğunu deneyerek keşfeder.

F.6.4.1.2. Hâl değişimine bağlı olarak maddenin tanecikleri arasındaki boşluk ve taneciklerin hareketliliğinin değiştiğini deney yaparak karşılaştırır.

F.6.4.2.2. Tasarladığı deneyler sonucunda çeşitli maddelerin yoğunluklarını hesaplar.

F.6.4.2.3. Birbiri içinde çözünmeyen sıvıların yoğunluklarını deney yaparak karşılaştırır.

F.6.5.2.1. Ses kaynağının değişmesiyle seslerin farklı işitildiğini deneyerek keşfeder.

F.6.6.2.2. Koku alma ve tat alma duyuları arasındaki ilişkiyi, tasarladığı bir deneyle gösterir.

F.6.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder.

F.7.4.3.3. Çözünme hızına etki eden faktörleri deney yaparak belirler.

F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.

F.8.3.1.1. Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder.

F.8.4.4.4. Maddelerin asitlik ve bazlık durumlarına ilişkin pH değerlerini kullanarak çıkarımda bulunur.

Konu ile ilgili deney yolu ile çıkarımlarda bulunmaları sağlanır.

F.8.4.5.1. Isınmanın maddenin cinsine, kütesine ve/veya sıcaklık değişimine bağlı olduğunu deney yaparak keşfeder.

F.8.4.5.2. Hâl değiştirmek için gerekli ısının maddenin cinsi ve kütesiyile ilişkili olduğunu deney yaparak keşfeder.

F.8.7.1.3. Deneyler yaparak elektriklenme çeşitlerini fark eder.

Buna göre 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda ortaokul düzeyinde öğrencilerin deney yapmasını gerektiren bazı kazanımlar bulunmaktadır. Bu deneyler sırasında bazı kazaların ve aksiliklerin meydana gelme olasılığı bulunmaktadır. Bundan dolayı, öğrenciler laboratuvarında deney çalışmalarını yaparken laboratuvar kurallarını iyi bilmeli ve deneylerini kurallara uygun olarak gerçekleştirmelidir. Laboratuvar kurallarına uyulmadığında kaza yaşanma riskinin yüksek olduğu bilinen bir gerçektir.

2.4.1. Fen bilimleri laboratuvarlarından meydana gelen kazalar

Fen bilimleri laboratuvarlarında bütün güvenlik kuralları eksiksiz yerinde getirilse de, özellikle ülkemizde birçok kazanın meydana geldiği yapılan araştırmalarla vurgulanmıştır. Laboratuvarlarda meydana gelen kazaların birçok nedeni bulunmaktadır. Kazaların birçoğu laboratuvarında nasıl çalışılması gerektiğini bilmeyen ya da bilimsel çalışma

süreçlerini bilmeyen kişilerden kaynaklanmaktadır (Tekbıyık ve Tepe, 2017, s. 11). Aşağıda ülkemizde yaşanan laboratuvar kazalarıyla ilgili ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite düzeyinde örnekler sunulmuştur.

İlkokul düzeyinde meydana gelebilecek kaza örneği aşağıda verilmiştir:

Fen Bilgisi Dersinde 34 Öğrenci Zehirlendi

Bingöl merkez Ankara Büyükşehir Belediyesi İlköğretim Okulu`nda uygulamalı fen bilgisi dersi sırasında yapılan deney sonucu 34 öğrenci zehirlendi. İnönü Mahallesi`ndeki okulun 4-D sınıfı öğrencileri Laboratuvarında şeker çözeltilisinden tekrar şeker elde etmek için deney yapıyorlardı. Laboratuvar tüpü içinde kaynatılan su karışımı şekerden çıkan buhar sonucu 34 öğrenci fenalaştı. Kusma, öksürme ve baygınlık belirtileri sonucu fenalaşan öğrenciler, zehirlenme şüphesiyle Bingöl Doğum ve Çocuk hastanesine kaldırıldı.

Kaynak: <http://www.bingolonline.com/Haber/Fen-bilgisi-dersinde-34-ogrenci-zehirlendi.html>.

Ortaokul düzeyinde meydana gelebilecek kaza örneği aşağıda verilmiştir:

‘İstanbul’da bir okulda öğretmenin yaptığı deneyde yaşanan kaza sonucu 11 yaşındaki çocuğun gözleri yandı. İstanbul Üsküdar’da bir okulda yapılan deneyde yaşanan kaza sonucu 11 yaşındaki Mert Öztoprak’ın gözleri yandı! Mert, “Hiçbir şey göremiyorum. Kendimi düşündükçe ağlıyorum ve gözyaşlarım bana daha çok acı veriyor. Geleceğimi karartan öğretmenimi hiç affetmeyeceğim” dedi. İstanbul Üsküdar’daki Ali Fuat Başgil Ortaokulu’nun 6-C sınıfındaki öğrenciler, 3 Aralık günü Fen Bilgisi dersini işlemek için okulun deney laboratuvarına indi. Fen Bilgisi dersine giren öğretmen Mehmet Aslan, bir demir boruyu eline alarak öğrencilere çinko ve cıvanın karışmasını anlatacağını söyledi. Ortaya çıkacak madde plastik boruyu eriteceği için metal bir kap kullandığını söyleyen öğretmen Mehmet Aslan, kendisine yardımcı olması için 11 yaşındaki Mert Öztoprak’ı çağırdı. Demir boruyu Mert’in eline veren öğretmen, önce çinkoyu ardından sıvı haldeki cıvayı dökmeye başladı. Mehmet Aslan, döktüğü cıvanın çinko ile karışması için Mert’in elindeki demir boruya üflediği anda bir alev topu oluştu. Ortaya çıkacak madde plastik boruyu eriteceği için metal bir kap kullandığını söyleyen öğretmen Mehmet Aslan, kendisine yardımcı olması için 11 yaşındaki Mert Öztoprak’ı çağırdı. Demir boruyu Mert’in eline veren öğretmen, önce çinkoyu ardından sıvı haldeki cıvayı dökmeye başladı. Mehmet Aslan, döktüğü cıvanın çinko ile karışması için Mert’in elindeki demir boruya üflediği anda bir alev topu oluştu.’

Kaynak: <https://t24.com.tr/haber/okuldaki-deney-kor-etti-gozyaslarim-bile-bana-aci-ve-riyor,281120>. Erişim tarihi: 29.02.2020.

Lise düzeyinde meydana gelebilecek kaza örneği aşağıda verilmiştir:

Tunceli'deki özel bir lisenin kimya laboratuvarında meydana gelen asit kaynaklı patlama sonucu 10 öğrenci yaralandı. Tunceli'de özel bir okulun kimya laboratuvarında meydana gelen asit kaynaklı patlama sonucu 10 öğrencinin yaralandığı bildirildi. Alınan bilgiye göre, il merkezindeki Özel Munzur Fen Lisesi'nde 10'uncu sınıfların kimya laboratuvarındaki uygulaması sırasında bilinmeyen bir nedenle asit kaynaklı patlama meydana geldi. Patlamada 10 öğrenci çeşitli yerlerinden yaralandı. Yaralı öğrenciler, ambulanslarla Tunceli Devlet Hastanesi'ne kaldırıldı.

Kaynak: <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/okul-laboratuvarinda-talihsiz-kaza-217446.html>.

Üniversite düzeyinde meydana gelebilecek kaza örneği aşağıda verilmiştir:

Üniversite laboratuvarında akıl almaz kaza

Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yağ analizi cihazında meydana gelen patlamada yüksek lisans öğrencisi Hande Özyürek (25) ağır yaralandı. Öğrenci genç kızın tedavisi Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Yanık Yoğun Bakım Ünitesi'nde sürüyor.

İddiaya göre, olay geçtiğimiz cuma günü yaşandı. 25 yaşındaki yüksek lisans öğrencisi Hande Özyürek, akşam saatlerinde, laboratuvarda tek başına çalıştığı sırada yağ analizinde kullanılan soxhalet cihazında oluşan kıvılcım, bu sırada analizi yapılan ve yanıcı, uçucu, zehirlenme, yağ çözücü özelliği bulunan ve yapıştırıcılarda kullanılan 'hekzan' çözeltilisine sıçrayınca küçük çaplı patlama meydana geldi. Ardından da yangın çıktı. Yangına ilk müdahaleyi fakülte binasındaki diğer bölüm öğrencileri ve öğretim görevlileri yangın söndürme cihazıyla yaptı. Yangında öğrenci Hande Özyürek'in vücudunun bir bölümü yandı. Diğer bölüm öğretim üyelerinin yardımıyla hastaneye kaldırılan Hande Özyürek, yoğun bakım ünitesinde tedavi altına alındı. Genç kızın tedavisi üç gündür yoğun bakım ünitesinde sürüyor.

Kaynak: <https://www.haberturk.com/gundem/haber/836273-universite-laboratuvarinda-akil-almaz-kaza>.

Ülkemizde 2011-2017 yılları arasında toplamda 34 laboratuvar kazası meydana gelmiştir. Bu kazaların 12'sinde deney tüpü patlamış, bunun sonucunda yanma, yaralanma ve görme kayıpları meydana gelmiştir. Ayrıca civa zehirlenmesi ve ispirto patlaması gibi kazalar da oldukça fazla miktardadır. Kazaların temel nedenleri araştırıldığında

birçoğunun öğrenci kaynaklı olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen ve öğrencilerin birlikte neden olduğu toplamda 7 laboratuvar kazası meydana gelmiştir. Yalnızca öğretmenin sebep olduğu kaza sayısının ise 3 olduğu belirtilmiştir. Kazaların en fazla olduğu ders ise fen bilimleri dersi olmuştur. Fen bilimleri içerisinde ise kimya dersinde en fazla kazanın yaşandığı vurgulanmaktadır. Sınıf düzeyinde yapılan değerlendirmede ise laboratuvar kazalarının en fazla 8. sınıfta gerçekleştiği, 8.sınıfların ise en çok civa nedenli zehirlendiği tespit edilmiştir. Buna göre özellikle kimya derslerinde kullanılan deney tüpleri kullanımını sırasında çok dikkatli olunması gerektiği, ispirto ocağı yerine başka ısı kaynaklarının kullanılması gerektiği, okullarda civa bulunmaması gerektiği, bulunsa dahi öğrencilerin ulaşamayacağı yerlerde olması gerektiği belirtilmiştir (Tekbıyık ve Tepe, 2017, s. 15). Bundan dolayı fen bilimleri derslerinde laboratuvarlarda uyulması gereken kurallar önem arz etmektedir. Aynı zamanda geleceğin öğretmenleri olan fen bilimleri öğretmen adaylarının laboratuvar kurallarını iyi bilmesi ve laboratuvar malzemelerini tanınması laboratuvarlarda meydana gelebilecek kazaların en aza indirilmesi için gereklidir. Aşağıda laboratuvarlarda uyulması gereken genel kurallar ve laboratuvar güvenliği ile ilgili alınması gereken önlemler başlıklar altında belirtilmiştir.

2.4.2. Laboratuvarlarda uyulması gereken genel kurallar

1. Laboratuvarlar ciddi çalışmaların yapıldığı ortamlardır ve laboratuvarın kullanımını esnasında laboratuvar düzenini bozacak ve laboratuvar güvenliğini tehlikeye sokacak hareketlerden kesinlikle kaçınılmalıdır. Bu kuralları ihmal edenler uyarılmalıdır.

2. Deneylerin gerçekleştirildiği esnada beklenmeyen durumlarla karşılaşılabilir. Böyle durumlarda laboratuvarlardan sorumlu kişi/kişiler derhal haberdar edilmelidir.

3. Laboratuvarlarla ilgili sözlü ve yazılı bütün kurallar bilinmeli, bu kurallara hassasiyetle uyulmalıdır. Laboratuvarla ilgili anlaşılamayan hususlar laboratuvar sorumlusuna sorulmalı ve laboratuvar sorumlularının bilgisi olmadan laboratuvarlar kullanılmalıdır.

4. Laboratuvarlarda çalışma saatleri dışında çalışmalara ihtiyaç duyulabilir. Böyle durumlarda laboratuvar yetkilileri önceden haberdar edilmeli ve uygunluk durumuna göre planlamalar yapılmalıdır.

5. Laboratuvar çalışmaları yapılırken mutlaka önlük giyilmelidir ve önlüğün önü mutlaka kapalı olmalıdır. Açık önlükle çalışmak tehlikelidir.

6. Kişisel eşyalar laboratuvarın kullanılmayan yerlerine veya laboratuvar alışmalarını etkilemeyecek bir yere konulmalıdır.

7. Laboratuvarda yapılan çalışmalara göre gözlük, maske, eldiven gibi koruyucu ekipmanlar kullanımına özen gösterilmelidir.

8. Laboratuvar çalışmalarından önce, varsa kontak lensler mutlaka çıkarılmalıdır.

9. Laboratuvarda çalışırken mutlaka kapalı ayakkabılar tercih edilmelidir. Kapalı ayakkabı tercih edilmesi; kimyasal madde dökülmesine veya cam kırıklarına karşı bir önlem olacaktır.

10. Saçlar uzun ise toplanmalı, çalışmaları etkileyecek takılar varsa çıkarılmalı, mümkün olduğu kadar bol elbiseler veya önlükler tercih edilmemelidir.

11. Laboratuvarda kesinlikle yiyecek ve içecek tüketilmemelidir. Ayrıca açta gıda malzemeleri bırakılmamalı, sigara içilmemeli ve laboratuvar malzemeleri tüketim amaçlı kullanılmamalıdır.

12. Çalışmalar yapılırken malzemelerle doğrudan temasa geçilmemeli, eller yüze, ağzımıza ve burnumuza sürülmemelidir. Çalışmalar sadece laboratuvar sorumlularının anlattığı ve tarif ettiği şekilde yapılmalıdır.

13. Laboratuvar sorumlularına sorulmadan hiçbir kimyasal maddeye, laboratuvar malzemelerine ve deney düzeneklerine dokunulmamalıdır.

14. Laboratuvarlarda gerekli durumlar dışında yalnız çalışmalar yapılmamalı, laboratuvarlar çalışma esnasında kilitli olmamalıdır. Eğer yalnız çalışmalar yapılıyorsa mutlaka laboratuvar sorumluları veya başkaları bilgilendirilmelidir.

15. Laboratuvarlarda çalışmalar bittiğinde kullanılan malzemeler ve çalışma yapılan ortam temizlenmeli ve kurulu deney düzeneği varsa düzenli bir şekilde yerine konulmalıdır.

16. Laboratuvardan en son çıkıyorsak doğalgaz vanalarının ve muslukların kapalı olduğundan emin olmalıyız. Açık ışık ve elektrik düzeneği varsa mutlaka kapatılmalıdır.

17. Laboratuvarda bulunan gaz tüplerinin basınç ayarlarıyla kesinlikle oynanmamalı ve değişim gerekiyorsa bu sorumlu kişilere bırakılmalıdır.

18. Laboratuvarda çalışmalar bittikten sonra eller sabunlu suyla ya da antiseptik bir sıvıyla yıkanmalıdır (MEB, 2010, s. 9-10-11; Öner, 2020, s. 18).

2.4.3. Kimyasal madde ile çalışırken uyulması gereken kurallar

1. Laboratuvarda bulunan kimyasal maddeler tehlikeli olabilir. Bundan dolayı kesinlikle laboratuvardaki hiçbir madde koklanmamalı, çıplak elle dokunulmamalı ve tadına bakılmamalıdır.

2. Katı maddeler buldukları kaplardan alınırken mutlaka spatül kullanılmalıdır. Spatül temizlenmeden başka bir madde ile temas ettirilmemelidir.

3. Kimyasal maddelerin buldukları kaplar ağzı açık bir şekilde ortalıkta bırakılmamalı, kapakları herhangi bir yere gelişigüzel bırakılmamalıdır. Ortamda bulunan yabancı maddeler bunlarla temas edebilir ve dolayısıyla saf madde, çözelti ve kimyasal maddeler bozulabilir veya tepkimeye girebilirler.

4. Ağzı kapalı kaplarda bulunan maddeler ısıtılmamalı, ısıtma ve kaynatma yapılırken ateşe ve ısıya dayanıklı kaplar tercih edilmelidir.

5. Kimyasal maddeler amacı dışında birbiri ile karıştırılmamalıdır.

6. Laboratuvarda bulunan kimyasal maddeler mutlaka etiketlenmeli, etiketi olmayan kaplara kimyasal maddeler konulmamalıdır. Kimyasal maddeler kullanılmadan önce mutlaka etiketi okunmalıdır. Kimyasal maddeler başka bir kaba aktarıldığında, yeni kaplar detaylı bir şekilde etiketlenmelidir. Etiketlerde son kullanma tarihi, kimyasal madde veya çözeltilerin özellikleri ve güvenlik bilgileri yer almalıdır.

7. Kimyasal maddelerin bulunduğu kaba kullanılmış ve steril olmayan pipetler konulmamalı, kimyasallar artsa bile tekrar orijinal şişesine konulmamalıdır.

8. Çözelti hazırlanırken kullanılan pipetler farklı bir çözeltiyle temas ettirilmemelidir.

9. Pipet ile çalışırken puar ve pipetör gibi ekipmanlar kullanılmalıdır.

10. Yanıcı kimyasal maddeler ile çalışılırken, sadece ihtiyaç olduğu kadar alınmalı ve bu maddeler ateş ve ısı kaynaklarından uzakta tutulmalıdır.

11. Deney tüplerinde kimyasal maddeler ısıtılırken, tüp ateşe belli uzaklıkta tutulmalı, üst taraftan alt kısma doğru ısıtılmalı ve deney tüpü aralıklı olarak hafif bir şekilde sallanmalıdır. Deney tüpünün ağız kısmı yakında bulunan kişilere doğru tutulmamalı ve kesinlikle tüpe yaklaşarak açık kısmından bakılmamalıdır.

12. Kimyasal madde atıkları kesinlikle lavabolara ve aktif kullanılan yerlere dökülmemelidir. Bu gibi durumlarda laboratuvar konusunda yetkin kişilerden destek alınmalı ve uygun bir yere dökülmelidir.

13. Özellikle nitrik asit, sülfürik asit, hidroklorik asit, siyanür, klorür ve bromür gibi tehlikeli kimyasal maddelerle çalışılırken zehirli gazlar ve buharlar açığa çıkabilir.

Bu çalışmalar esnasında çıkan gazları solumaktan kaçınılmalıdır. Bu gibi zararlı kimyasal maddelerle çalışılırken çeker ocaklar tercih edilmelidir.

14. Asit ve alkalilerle çalışmalar yapılırken; suyun üzerine asit veya alkaliler dökülmelidir. Asla asit veya alkalilerin üzerine su dökülmemelidir.

15. Laboratuvar çalışmaları esnasında civa dökülürse sentetik sünger veya vakum kaynakları kullanılarak temizlenmelidir. Dökülen civa miktarı az miktarda ise toz kükürt serpilerek civa temizlenebilir.

16. Laboratuvar çalışmaları esnasında termometreler ve civa içeren maddeler kırılabilir. Civa atıkları kesinlikle çöpe veya lavaboya dökülmemelidir.

17. Etil alkol, eter, aseton gibi uçucu ve yanıcı maddeler ateşe yakın tutulmamalıdır. Bu maddelerin buharları ateş kaynağına ulaşır yangına sebep verebilmektedir.

18. Laboratuvar çalışmaları esnasında ortama zararlı kimyasal maddeler döküldüğünde laboratuvar sorumlularına bilgi verilmeli ve hemen temizlenmelidir.

19. Zararlı kimyasal maddeler laboratuvarında taşınırken çok dikkatli olunmalıdır. Zararlı kimyasal maddeler taşınırken iki elle taşınmalı ve bir elle mutlaka altından tutulmalıdır. Bu maddeler taşınırken mutlaka elimizde eldiven olmalıdır.

20. Zararlı kimyasal maddeler laboratuvardan başka bir ortama taşınırken gerekli korumalar yapılmalı gerekli durumlarda bir sepet veya korunaklı bir taşıma aracı tercih edilmelidir. Kesinlikle korunaklı eldiven tercih edilmelidir (Aydoğdu ve Şener, 2016, s. 51-52; Camel vd., 2020, s. 1-5; Öner, 2020, s. 21).

2.4.4. Cam malzeme ile çalışırken uyulması gereken kurallar

1. Laboratuvar çalışmaları yapılırken kırık cam malzemeler tercih edilmemelidir. Eğer keskin uçlu cam malzeme kullanılacaksa ucu ateşte köreltilmelidir. Deney tüpü gibi uzun malzemeler dikkatli taşınmalıdır.

2. Termometre ve pipet gibi cam malzemeler kolaylıkla kırılabilir. Bunun gibi cam malzemeler çalışma yapılan ortama düşmeyecek şekilde konulmamalıdır.

3. Cam malzemelerle çalışılırken eldiven kullanılmalı ve aşırı derecede kuvvet uygulanmamalıdır.

4. Cam malzemeler ısıtma esnasında tahta maşa ile tutulmalıdır. Cam malzemeler ısıtıldıktan sonra aniden soğuk ortama konulmamalıdır ya da soğuk ortamdaki cam malzemeler aniden ısıtılmamalıdır. Böyle durumlarda cam malzemeler çatlayabilir veya kırılabilirler.

5. Cam malzemeler ısıtıldıktan sonra rastgele bir yere konulmamalıdır. Cam malzemenin ısıtıldığı unutulabilir ve çalışan kişinin elinin zarar görmesine neden olabilir.

6. Cam malzemeler kullanıldıktan sonra steril suyla yıkanmalı ve iyice temizlenmelidir. Gerekli durumlarda fırça kullanılmalıdır.

7. Laboratuvar çalışmaları esnasında cam malzemeler kırılabilir. Böyle durumlarda cam kırıkları kesinlikle el ile toplanmamalıdır ve çöp kutusuna atılmamalıdır. Cam kırıkları için ayrı bir kutu oluşturulmalı ve kırık camlar bu kutulara atılmalıdır (Öner, 2020, s. 19).

2.4.5. Cihaz kullanımında uyulması gereken kurallar

1. Laboratuvarda bir cihaz kullanılmadan önce laboratuvar sorumlusu bilgilendirilmelidir. Cihaz ilk defa kullanılacaksa kullanım kılavuzu dikkatli bir şekilde okunmalı ve talimatlara uyulmalıdır.

2. Bek kullanımı sırasında saçlar mutlaka toplanmalı bol kıyafetler giymekten kaçınılmalıdır.

3. Elektrikli ısıtıcılar veya beklerle çalışıyorsak işimiz bittiğinde mutlaka kapatıldığından emin olmalıyız.

4. Elektrikli ısıtıcılar hiçbir zaman elle kontrol edilmemelidir. Gaz ile çalışan ısıtıcılarda ise gazın gelip gelmediği koklayarak kontrol edilmemelidir.

5. Laboratuvardaki cihazların hiçbirinin ayarı laboratuvar sorumlusuna bilgi verilmeden değiştirilmemelidir.

6. Yüksek sıcaklıklarda çalışmaların yapıldığı cihazlarda plastik eldiven kullanılmamalıdır.

7. Eğer malzemeler bir çözücü ile yıkandıysa kurutmak için doğrudan etüve konulmamalıdır. Çünkü patlamaya neden olabilirler.

8. Hassas terazilerle çalışılırken dikkatli olunmalıdır. Hassas terazilerde ölçüm yapmadan önce hassas terazilerin etrafının ve üstünün temiz olduğundan emin olmalıyız. Kimyasal madde döküldüğünde fırça ile temizlemeliyiz.

9. Hassas terazilerle ölçüm yapmadan önce dengede olduğunu su terazisi ile ölçerek kontrol etmeliyiz. Ayrıca hassas teraziler kullanılmayan durumlarda kapalı olmalıdır.

10. Elektrikli aletler kullanılırken ellerin ıslak olmamasına özen gösterilmelidir. Laboratuvardan çıkarken kullanılmayan tüm elektronik cihazların kapalı olduğundan emin olmalıyız.

2.4.6. Biyolojik çalışmalarda uyulması gereken kurallar

1. Biyolojik laboratuvar çalışmalarda mutlaka önlük, maske ve eldiven kullanılmalıdır.
2. El, yüz gibi vücut organlarının biyolojik denekle teması halinde temas eden kısımlar bol suyla yıkanmalıdır.
3. Biyolojik çalışmalarda sistemlerin kontrolü gerektiğinde mutlaka laboratuvar sorumlularıyla iletişim sağlanmalıdır.
4. Biyolojik deneklerle çalışmalarda deney bittiğinde deneyin kaldırılması için gerekli sıcaklıkta belirli bir süre laboratuvar kuralları esas alınarak otoklavlanmalı ardından kaldırılmalıdır.
5. Laboratuvar ortamına organizma içeren deneyler döküldüğünde bunların temizliği gerekli durumlarda kimyasal madde kullanılarak temizlenmelidir.
6. Deneyden sonra kullanılan bütün malzemeler steril edilmelidir (OSHA, 2011, s. 15).

2.4.7. Laboratuvar kazalarında ilk yardım

Yapılan araştırmalarda laboratuvarlarda kazaların meydana gelebileceği hususu gündeme getirilmiştir. Bunun için özellikle fen bilimleri laboratuvarlarında kaza anında doğru ilk yardımın yapılması önem taşımaktadır. Özellikle fen bilimleri laboratuvarlarını aktif kullanan fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvarlarda ilk yardım konusunda bilinçli olmaları ve mümkün olan en kısa sürede gerekli ilk yardımı yapması önem taşımaktadır. Öncelikle fen bilimleri laboratuvarlarında veya laboratuvarlara yakın bir yerde ecza dolabı oluşturulmalıdır. Bu dolap içerisinde sargı bezleri, tampon gazlı bezi, yara bandı, flaster, iğne, dezenfeksiyonda kullanılan antiseptik solüsyonlar, pamuk, makas, elastik sargı ve ilk yardım rehberi mutlaka bulunmalıdır (MEB, 2011, s. 56).

Fen bilimleri laboratuvarlarında çalışmalar yapılırken uyulması gereken kuralların yanında bir de fen bilimleri laboratuvarlarının sahip olması gereken belli özellikler vardır. Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları'na (2015) göre fen bilimleri laboratuvarlarının sahip olması gereken temel nitelikler şunlardır:

- Laboratuvarlar zemin katta tasarlanmalı ve okulda bulunan her bir laboratuvarın ayrı bir acil çıkış noktası bulunmalıdır.
- Laboratuvarlarda raf, dolap, tezgâhlar amacına uygun tasarlanmalı ve laboratuvarlarda hazırlık odaları bulunmalıdır.
- Hazırlık odaları tasarlanırken, derslikleri doğrudan görebilmesi hedef alınmalıdır.

- Fen bilimleri laboratuvarlarında öğrencilere en fazla 6 kişilik grup çalışmaları yapılabileceği ortamlar sağlanmalıdır. Fen bilimleri laboratuvarlarına su, elektrik, gaz ve internet bağlantısı sağlanmalıdır.
- Fen bilimleri laboratuvarlarının tezgahları aside ve kimyasal maddelere karşı dayanıklı olmalı ve doğal havalandırma bacaları bulunacaktır.
- Fen bilimleri laboratuvarlarında hazırlık alanlarının dışında kişi başına min. 1.85 m² alan sağlanmalıdır.

2007 yılında NSTA' da fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar sorumluluklarının şunlar olduğu belirtilmiştir:

- Laboratuvar araştırmaları yürütülürken makul yargılarda bulunulmalıdır.
- Uygulamalı bilim araştırmaları yürütülürken, sınıfta veya laboratuvarında gösteri deneyleri yapılırken, kimyasal ve fiziksel malzemelerle ilgili faaliyetlerde bulunulurken, öğrencilere ve personele güvenli bir çalışma ortamı sunulmalı ve tüm çalışmalar özenli bir şekilde yapılmalıdır.
- Laboratuvarla ilgili yazılı güvenlik kuralları oluşturulurken ve uygulanırken okul idaresi ve çalışanlarıyla paylaşım yapılmalı, laboratuvarla ilgili genel politikalar ve prosedürlerin uygunluklarının yasal güvenlik standartlarına dayalı olmasına dikkat edilmelidir.
- Laboratuvar çalışmalarının güvenli bir şekilde yürütülebilmesi için laboratuvarında bulunan malzemelerin fizik, kimya ve biyoloji ile ilgili olanlarının ayrı ayrı sınıflandırılması, depolanması ve bunların kullanım süreçlerini yönetmekle sorumludur.
- Araştırmalara ve öğrenci gelişim seviyesine uygun olacak şekilde deneylerin hazırlanmasını sağlar, sınıfların ve laboratuvarlarla ilgili her türlü güvenlik önlemlerinin alınmasını (havalandırma, temizlik vb.) sağlar.
- Tehlike analizi, risk değerlendirmesi ve mevcut güvenlik eylemlerine dayalı olarak daha güvenli bir ortam oluşturulmadığında ya da laboratuvarında yapılması planlanan etkinlik ve aktiviteler yapılmadığında bunlara alternatif etkinlik veya aktiviteler sunar.
- Laboratuvarların aşırı kalabalık olduğu, ekipmanların yetersiz ya da kusurlu olması, laboratuvar boyutlarının standartların altında olması, uygun olmayan tesis tasarımları gibi öğrenme ortamını etkileyen mevcut veya potansiyel güvenlik sorunlarını tanımlar, belgeler ve bunlar hakkında yetkilileri bilgilendirir.

Özellikle yükseköğretim kurumlarında laboratuvar derslerinin yoğun olduğu fakültelerde birtakım güvenlik önlemleri önceden alınarak laboratuvar kazaları en aza indirilebilir. Bunula ilgili Howard (1986) aşağıdaki güvenlik önlemlerinin önceden alınmasının faydalı olacağını belirtmiştir:

1. Lisans öğrencileri, yüksek lisans öğrencileri, destek personeli ve öğretim üyelerinden oluşan bir bölüm güvenlik ve sağlık komitesi oluşturun. Komitenin, güvenlik sorunlarını tartışmak ve bunlara çözüm aramak için düzenli olarak toplanmasını sağlayın.

2. Tüm yeni öğrenciler ve öğretim üyeleri için bir güvenlik oryantasyon programı geliştirin. Öğrencileri ve öğretim üyelerini hem kendilerinin hem de başkalarının güvenliği için bir endişe geliştirmeye teşvik edin.

3. Her araştırma öğrencisini ve öğretim üyesini güvenlik programının bazı yönlerine dâhil edin ve her birine özel sorumluluklar verin. Güvenlik performansı için öğrencilere ve öğretim üyelerine teşvikler sağlayın.

4. Tüm araştırma öğrencilerinden, öğretim görevlilerinden ve öğretim üyelerinden uygun güvenlik kılavuzunu okumalarını ve bunu yaptıklarına dair bir beyanı imzalamalarını ve içeriğini anlamalarını isteyin. Bu ifadeleri bölüm ofisinde dosyada saklayın.

5. Tehlikeli koşulları ve güvenli olmayan uygulamaları bulmak ve düzeltmek için periyodik, habersiz laboratuvar incelemeleri yapın. Öğrencileri simüle edilmiş bir OSHA incelemesine dâhil edin.

6. İncelemelerin sonuçlarını ve laboratuvar güvenliğinin yönlerini tartışmak için öğrenciler ve öğretim üyeleri için düzenli bölüm güvenlik toplantıları planlayın.

7. Nasıl güvenli olunacağını öğrenmeyi fen eğitimi sürecinin ayrılmaz ve önemli bir parçası haline getirin.

8. Her laboratuvar öncesi tartışmanın güvenlik ve sağlık konularının dikkate alınmasını zorunlu kılın.

9. Herhangi bir laboratuvarda tek başına çalışmayı ve bir öğretim üyesinin önceden bilgisi olmadan çalışmayı yasaklayın.

10. Başarısız olmadıkları sürece deneylerin gözetimsiz çalışmasına izin vermeyin.

11. Tehlikeler veya potansiyel tehlikelerle ilgili deneyler yaparken kendinize şu soruları sorun:

"Tehlikeler nelerdir?"

"Yanlış gidebilecek en kötü olası şeyler nelerdir?"

"Onlarla nasıl başa çıkacağım?"

"Tehlikelere maruz kalma riskini en aza indirmek için gerekli ihtiyatlı uygulamalar, koruyucu tesisler ve donanımlar nelerdir?"

12. Prosedürü en az bir ve tercihen iki öğretim üyesi ile gözden geçirin.

13. Tüm kazaların (olayların) bölüm güvenlik komitesi tarafından raporlanmasını, değerlendirilmesini ve bölüm güvenlik toplantılarında tartışılmasını talep edin.

14. Her laboratuvarında yalnızca minimum miktarda yanıcı sıvıya izin verin.

15. Laboratuvarında sigara içmeyi, yemek yemeyi ve herhangi bir şey içmeyi yasaklayın.

16. Yiyeceklerin kimyasal buzdolaplarında saklanmasına izin vermeyin.

17. Yangın, patlama, zehirlenme, kimyasal dökülme veya buhar salınımı ve kişisel kontaminasyon gibi acil durumlarla başa çıkmak için planlar geliştirin ve tatbikatlar yapın.

18. Her bölüm telefonunun hemen yanında itfaiye, polis ve yerel ambulansın telefon numaralarını görüntüleyin.

19. Asitleri ve bazları ayrı ayrı saklayın. Yakıtları ve oksitleyicileri ayrı saklayın.

20. Radyoaktivite, lazerler, kanserojen maddeler, biyolojik tehlikeler veya diğer özel problemleri içeren alanlarda uyarı işaretleri asın.

21. Tüm çalışma alanlarında iyi temizlik uygulamaları gerektirir.

22. Yalnızca havalandırılmalı bir davlumbazda yapılması gerekenler gibi, bireysel deneyler için özel çalışma uygulamaları geliştirin.

23. Gereksiz miktarda kimyasal satın almaktan kaçınmak için kimyasal bir envanter tutun.

24. Departman bütçesinin bir kısmını güvenliğe tahsis edin.

25. Tüm laboratuvarlarda göz koruması, tercihen koruyucu gözlük kullanılmasını zorunlu kılın.

26. Yeterli kişisel koruyucu ekipman gözlükleri, yüz siperleri, eldivenler, laboratuvar önlükleri ve masa üstü kalkanları sağlayın (deneylerin çoğu, hava akışı düzenli olarak test edilen iyi havalandırılmış bir başlıkta yapılmalıdır).

27. Her laboratuvarında yangın söndürücüler, güvenlik duşları ve göz yıkama tesisleri sağlayın ve aylık olarak test edin veya kontrol edin.

28. Merkezi olarak konumlandırılmış bir bölüm güvenlik kitaplığı oluşturun.

29. Tüm vakum pompalarında korumalar sağlayın ve tüm sıkıştırılmış gaz silindirlerini sabitleyin.

30. Uygun bir ilk yardım tedariki ve doğru kullanımına ilişkin talimatlar sağlayın

31. Tüm kimyasalları, doğasını ve tehlike derecesini gösterecek şekilde etiketleyin.
32. Depolanan kimyasalların tarihlendirilmesi ve önceden belirlenmiş maksimum depolama sürelerinden sonra atılması için bir program geliştirin.
33. Kimyasal atıkların güvenli ve ekolojik olarak kabul edilebilir bertarafı için bir sistem geliştirin.
34. Yanıcı kimyasalların depolanması için yanmaz dolaplar sağlayın.
35. Kokulu kimyasallar için iyi havalandırılmış depolama sağlayın.

2.5. Fen Bilimleri Laboratuvarlarına Teknoloji Entegrasyonu

Modern çağda teknoloji, günlük yaşamımızın bir parçası haline gelmiş ve hayatımızın vazgeçilemez unsurlarından birine dönüşmüştür. Hayatın her alanında teknoloji ve teknolojik gelişmeler karşımıza çıkmaktadır. Sinema salonlarında, tiyatrolarda, yemek yaparken, iletişim kurarken teknolojiyi etkin bir şekilde kullanırız ve bu durum artık bir zorunluluk haline gelmiştir. Teknolojinin önemli derecede ilerlediği bu çağda fen bilimleri ve teknoloji alanındaki gelişmeler ülkelerin kalkınmasına ve gelişmesine önemli ölçüde olanak sağladığı bilinen bir gerçektir. Etkili bir fen eğitimi ve teknoloji entegrasyonu sayesinde modern toplumların ihtiyaçlarını karşılayabilen nitelikli ve yetişmiş insan gücü elde edilebilir. Bilim ve teknolojideki gelişmelerin temelini oluşturan fen bilimleri öğretimi hayatın her alanında ve her seviyede gerçekleşmesine rağmen hem öğrenme sürecinde hem de öğretme sürecinde birçok sorunla karşılaşıldığı bilinmektedir (Taşkın, 2017, s. 279; Yıldız, Ilgaz ve Seferoğlu, 2010). Fen bilimleri ve teknoloji birbiriyle daima etkileşim içerisinde olmuştur ve bu kavramlar ayrı bir şekilde düşünülemez. Bu iki kavram arasındaki ilişki yıllara aynı zamanda yaşam şartlarına göre gelişmeler ve değişimler gösterir (Gardner, 1997, s. 13). Fen bilimleri derslerine teknolojinin entegrasyonu ile birlikte, fen bilimleri öğretim süreçleri daha anlamlı ve kalıcı hale gelmektedir. Öğrenciler konuları somut olan fizik ve kimya derslerini kendi yaşantılarıyla ilişkilendirdiklerinde bu derslere karşı ilgileri artar ve buna paralel olarak da bu derslerdeki başarıları artar (Kara, Kanlı ve Yağbasan, 2003, s. 221). Teknolojinin anlamlı bir şekilde fen bilimleri derslerine entegre edilmesi 20. yy'a dayanmaktadır. 20. yy'da fen bilimleri derslerinde başlarda resimler, slaytlar ve filmler yer almıştır. Sonraki yıllarda ise sesli filmler, televizyonlar, radyolar, bilgisayarlar, akıllı tahtalar, akıllı telefonlar bununla birlikte de web 2.0 teknolojileri derslerde aktif olarak yerini almaya başlamıştır (Demirci-Güler ve Kartal, 2017, s. 172).

2.5.1. Web2.0 teknolojileri

Web kavramı, internetin yaygınlaşmasından sonra belli bir platform üzerinde dokümanlara erişim imkânı sağlayan sistemi tanımlamak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Başlarda web ortamları HTML kod bloklarından oluşurken, sadece metin ve görsel öğelerin oluşturduğu, kullanıcıların etkileşimde bulunmadıkları sayfalardan oluşmaktaydı. Bilginin paylaşılması ve değişen şartlara göre anlamlandırılması amacıyla, Web teknolojisi ve standartları değişime uğramıştır. Teknolojinin ilerlemesi ve internetteki değişimlerle birlikte klasik Web yapısından Web 2.0 adı verilen yeni teknolojilere geçilmiştir. İnternet kullanımını baştan sona etkileyen web 2.0 en basit tanımıyla kullanıcıların internet ortamında kolaylıkla içerik üretmesi ya da internet ortamında zaten var olan içeriklere katkı sağlamasıdır (Atıcı ve Yıldırım, 2010, s. 287). Web 2.0 araçları etkileşim düzeyi yüksek, işbirliğinin ve paylaşımların ön planda olduğu, kullanıcı merkezli yeni teknolojik standartlar bütünüdür (Deperlioğlu ve Köse, 2010, s. 337). Web 2.0 kavramı ilk defa Tim O'Reilly ve çalışma arkadaşı Dale Dougherty'nin arasında yapılan beyin fırtınası sonucu ortaya atılmıştır. Web 2.0 kullanıcıların Web ortamında birbirleriyle etkileşimlerini tanımlayan bir kavramdır. Web 2.0'in 2001 yılında klasik Web 1.0'in sona ermesiyle başladığı ileri sürülmektedir (O'Reilly, 2007, s. 19). Diğer bilim insanları ise Web 2.0'in belirli bir başlangıç tarihi olmadığını savunmaktadırlar (Collis ve Moonen, 2008; Maloney, 2007; Saldanha ve Krishnan, 2012). Web 2.0; kullanıcıların bilgiyi edindikleri ortamdaki, bilgiyi paylaşan veya kullanan konumuna geldiği ve kullanıcıların sürecin içine dâhil oldukları teknolojiye denir. Günümüzde oldukça yaygın olan Facebook, Twitter ve Youtube gibi sitelerde kullanıcılar paylaşımlarda bulunabilirler. Dolayısıyla bunun eğitimde kullanılması eğitime büyük katkı sağlar. Öğrenciler bilgiye rahatlıkla erişebilir, grup çalışmalarını kolaylıkla gerçekleştirebilirler. Öğrenciler öğrenirken eğlenirler aynı zamanda öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojileri becerileri gelişir. Web 2.0 araçları, öğrenme ve öğretme süreçlerinde amacına yönelik kullanıldığında eğitime olumlu katkı sağlar (Karademir, 2017, s. 74).

Web 2.0 uygulamaları geçmişteki yazılım paketlerinin aksine, web sunucularında bulunurlar. Web 2.0 uygulamalarına internet erişimi olan herhangi bir bilgisayar ya da cihazdan ulaşılabilmelidir. Kullanıcıların yazılım güncellemelerine ya da indirmelerine gerek yoktur. Çünkü bütün yazılım güncellemeleri ve değişimleri zaten web sunucularında yapılmaktadır. Web 2.0'in temelleri veriye dayanır. Veriler olmadan, Web 2.0 servisleri kullanışsız olur ve Web 2.0 servisleri olmadan da veriler veri tabanında sıkışıp kalır. Şirketler verileri oluştururken, Web 2.0 kullanıcıları ise uygulamaları kullanırken

şirketlere veri sağlarlar. Bir kullanıcı bir hizmete eriştiğinde bu hizmet kullanıcıların eylemleri hakkında veri topluyor. Örnek olarak; bir kullanıcı amazon isimli alışveriş sitesinden alışveriş yaptığında, kullanıcının yaptığı alışveriş kayıt altına alınıyor. Kullanıcıların bu bilgileri diğer kullanıcıların kayıtlarıyla birleştiriliyor. Web 2.0 uygulamalarının yazılımları kullanıcıların katılım sağladığı açık ve eşsiz uygulamalardır. Kullanıcılar içerik üretmeye ve yeni fikirler üretmeye katkıda bulunurlar (O'Reilly, 2007, s. 23).

Web ortamı, içerik sağlayan uzman kullanıcıların tek yönlü bir yolu değil, kullanıcıların etkileşimli, yaratıcı, ortak çalışmaya dayalı ve gerçek zamanlı olarak katıldıkları bir ortamdır. Vikipedi, Youtube, Flickr gibi siteler kullanıcılara oluşturdukları içerikleri büyük kitlelerle paylaşma imkanı sunar. Web 2.0 uygulamalarının en önemli avantajlarından birisi kullanıcılara başka kullanıcılarla etkileşim fırsatı sağlamasıdır. Web'in yeni versiyonu olarak, Web 2.0 uygulamaları, kullanıcıların etkileşimli çevrimiçi toplulukların bir parçası olduğunu hissettirir. Fuchs'a (2011, s. 288) göre Facebook, LinkedIn, Pinterest, Instagram ve Twitter gibi kullanıcıların aktif paylaşımında buldukları sosyal medya siteleri web 2.0 teknolojilerinin bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Web 2.0 araçlarına örnek olarak ağ günlükleri (Weblogs), oynatıcı ve video yayın abonelikleri (podcast and videocasts), vikiler (wikis), sosyal ağlar (social networks), yer imleri (bookmarks), etiketleme (tagging), resim paylaşımı (photo sharing) uygulamaları ve son zamanlarda sıkça karşılaştığımız kare kodlar örnek olarak verilebilir (Genç, 2010, s. 237). O'Reilly (2007, s. 20), vikipedi'yi tüm kullanıcılar için daha sağlam içerik sağlamak üzere, kullanıcıların etkileşimde buldukları ve bütünleşik bir bilgi tabanı üzerine kurulu bir web 2.0 örneği olarak verdi. Vikipedi, kullanıcılarına web sitesi üzerinde içerik ekleme ve düzenleme imkânı veren bir uygulamadır. Kullanıcılar girdikleri içeriklerin doğruluğunun sorumluluğunu alırlar.

2.5.2. Web 2.0 araçları

2.5.2.1. Wikiler

Wikiler kullanıcıların gerçek zamanlı olarak içerik ekleme, taşıma ve düzenlemesini sağlayan web sitelerinin genel adıdır. Wikilerde birçok kullanıcı işbirliğine dayalı olarak çalışır. Kullanıcılardan herhangi biri web sitesine bilgi eklerken veya düzenlerken çok dikkatli ve özenli olmak ve bilginin doğruluğundan kesin olarak emin olmak durumdadır. Wikilerin Dünya çapında bilinen en güzel örneklerinden birisi, ansiklopedi olarak bilinen ve geniş kullanıcı ve okuyucu kitlesine sahip olan Wikipedia'dır. Dünya

çapında birçok dilde bilgi paylaşımına olanak veren bu websitesi kullanıcıların işbirliği yaparak ortaya çıkardığı Web 2.0 araçlarının en güzel örneklerinden birisidir. Wikiler eğitimde yapılandırmacı yaklaşıma güzel fırsatlar sunmaktadır (Zheng, Niiya ve Warschauer, 2015, s. 358).

2.5.2.2. Bloglar (Günlükler)

Bloglar, metinler, ses dosyaları, bağlantılar ve resimler içeren kullanıcıların bireysel olarak ya da gruplar halinde kendilerini tanıttıkları, kendi görüşlerini ifade ettikleri sitelerin genel adıdır. Kullanıcılar kendi bloglarının dışında başka bloglara da yazılar yazabilir, yorumlar yapabilir ya da başka blog kullanıcılarıyla makalelerini paylaşabilirler. Kullanıcıların aktif olarak bilgi paylaşımı yaptıkları bloglarda katılımcılar belirli bir konu üzerinde düşünme ve tartışma fırsatı bulurlar. Kullanıcılar aynı zamanda aktif olarak işbirliği yaparlar ve sosyal etkileşimde bulunurlar. Blogların kullanımı zor değildir, teknik bilgi gerektirmez. Bir kullanıcı herhangi bir blog oluşturmak istediğinde öncelikle kayıt oluşturur ve sonrasında isterse hazır taslakları kullanarak kendi bloğunu oluşturur. İnternet ortamında bugün birçok blog mevcuttur. Bu blogların bir kısmını haber siteleri, gazeteler oluştururken, bir kısmını da kişisel bloglar oluşturmaktadır (Horzum, 2010, s. 606).

2.5.2.3. RSS

Blog denilince akla gelen ve teknolojinin bu kadar yaygın olmasını sağlayan RSS teknolojileri, web sitelerinin temel mimarındaki en önemli gelişmelerden biridir. RSS teknolojileri İngilizce "Rich Site Summary" (Zengin Site Özeti) ya da "Really Simple Syndication"(Gerçekten Basit Dağıtım) kelimelerinin kısaltmalarından gelmektedir. RSS internette var olan birçok bilgi ve içeriğin temelini oluşturur. RSS'ler internet sitelerinin içeriklerinin özetler şeklinde sunulmasını sağlar. İnternet ortamında bulunan haber, makale, günlük, video, fotoğraf ve ses gibi içeriklerin tek bir sayfada toplu olarak sunulmasına olanak tanıyan sistemler bütünüdür. RSS teknolojilerinin kullanımı her geçen gün daha da yaygınlaşmaya başlamıştır. XML formatında oluşturulan RSS teknolojilerine bugün birçok programla erişmek mümkün hale gelmiştir (O'Reilly, 2007, s. 25).

2.5.2.4. Podcastler

Podcasting, öğrencilerin dinamik öğrenme faaliyetlerinin ihtiyaçlarını karşılamak için eğitim sürecinde kullanılan nispeten yeni bir teknolojidir. Podcastinglerde, genellikle ses dosyaları kullanılırken, video, dijital radyo, dijital TV, pdf dosyaları gibi uygulama

serileri ve sunumlar gibi farklı içerikler içeren teknolojilerin kullanımını da mümkündür. Bu podcasting hizmetleri, bir bilgisayar cihazı veya bir cep telefonundan kolaylıkla indirilebilmektedir. Ayrıca hem çevrimiçi hem de çevrimdışı kullanım olanağı sunarlar (Faramarzi ve Bagheri, 2015, s. 207). Podcasting'in çok yönlülüğü, uzaktan eğitimcilerin öğretim verme şeklinin yanı sıra öğrencilerin öğrenmeyle meşgul olma şeklini de etkileyebilir. Özellikle dinleyerek öğrenmeyi seven öğrenciler için podcastler önemli bir öğrenme olanağı sunarlar. Öğrenciler kendi oluşturdukları ses günlüklerini veya sesli materyalleri oluşturabilirler ve yayınlatabilirler (Beldarrain, 2006, s. 141).

2.5.2.5. Anlık mesajlaşma

Anlık mesajlaşma; 2 veya daha fazla kullanıcının İnternet veya belirli bir ağ üzerinden işbirliği yaptıkları ya da iletişim kurdukları Web 2.0 araçlarıdır. Bu uygulamalar klasik maillerden farklıdır. Klasik maillerde senkronize bir mesajlaşma olmaz. Genellikle mailler atıldıktan sonra belirli bir süre cevap gelmesi beklenir. Dolayısıyla gecikmeler yaşanabilir. Anlık mesajlaşmada telefon ya da bilgisayar gibi araçlardan iki kişi aynı anda girer ve senkronize bir şekilde iletişim kurmaya başlarlar. Mesajlaşma yazılı metin şeklinde gerçekleştirildiği gibi ses veya video görüşmesi olarak da gerçekleştirilebilir. Birçok anlık mesajlaşma uygulaması karşıdaki kullanıcının online olup olmadığını gösterme özelliğine sahiptir. Günümüzde birçok anlık mesajlaşma uygulaması mevcuttur. Bu uygulamalardan ücretsiz hizmet sağlayanlardan bazıları; Messenger, Yahoo Messenger, ICQ ve Google Talks'tur (Shank, 2008, s. 264). Son zamanlarda, özellikle dil öğrenmede ya da dil öğretiminde anlık mesajlaşma uygulamaları oldukça önem taşımaktadır (So, 2016, s. 33).

2.5.2.6. Video paylaşım siteleri

Günümüzde birçok popüler video paylaşım sitesi bulunmaktadır. Video paylaşım siteleri kullanıcılara herhangi bir konuda birbirleriyle video paylaşma, herhangi bir konuda video yayınlama olanağı sunan web siteleridir. Youtube ve Google video bu web sitelerinin en bilinenlerindedir. Youtube, 2005 yılında kurulmuş ve çok kısa süre içerisinde milyonlarca kullanıcıya ulaşmıştır. Sonraki yıllarda ise Google tarafından satın alınmış ve Dünya'nın en kapsamlı video paylaşım sitesi haline dönüşmüştür. Bugün youtube'da neredeyse her alanda ve her konuda video içeriği bulmak mümkün hale gelmiştir. Milyonlarca kullanıcıya sahip Youtube isimli web sitesinde, her gün ortalama bir milyar saate yakın video izlenmektedir (İlhan ve Aydoğdu, 2019, s. 1131). Youtube gibi video

paylaşım siteleri son zamanlarda görsel ve işitsel olarak eğitim imkanı sağlayan, eğitimcilerin etkin olarak kullandıkları araçlar haline dönüşmektedir. Her ne kadar Youtube genel kullanımı sahip olsa da eğitimsel amaca hizmet eden kısımları da mevcuttur. Bu gibi siteler, ders anlatımı, derslerle ilgili içerik paylaşımı yapma, projelerin aşamalarını görme gibi birçok eğitimsel amaca hizmet etmektedir (Horzum, 2010, s. 611).

2.5.3. Web 2.0 araçlarının avantajları

Bugün birçok web 2.0 aracı ücretsiz olarak kullanıma sunulmaktadır. Bundan dolayı çok maliyet gerektirmez. İstenilen yer ve zamanda bilgiye hızlı ve kolay erişim imkanı bulunmaktadır. Web 2.0 araçları öğretme-öğrenme etkinliklerine kolaylıkla entegre edilebilmektedir. Kullanıcıların kimliği doğrulanarak kaynaklara güvenli bir şekilde erişim imkanı sağlar. Kullanıcılar deneyimlerini bloglar, mikro bloglar, wiki'ler, flickr ve Youtube gibi sitelerde paylaşırlar. Web 2.0 araçlarının kullanımı için tarayıcı ve internet bağlantısı olan bir bilgisayar yeterlidir böylelikle platformlardan bağımsız bir ortam oluşur. Web 2.0 araçları karmaşık değildir, internet kullanımında minimum beceriler gerektirirler. Uzun yıllar boyunca sürekli kullanım olanağı bulunur ve güvenilirdir. Kullanıcılar arama ve bilgi yönetimi sırasında daha az zaman ve enerji harcarlar. Kullanıcılara dijital içerik oluşturma (özellikle medya, podcasting, video yayını) olanağı sunarlar (Grosseck, 2009, s. 480).

2.5.4. Web 2.0 araçlarının dezavantajları

Web 2.0 araçlarını kullanmak için internet bağlantısı gereklidir (özellikle geniş bant bağlantısı). İnternet bağlantısı olmadan kullanmak mümkün değildir. Bu araçlar arkasında hala yeterince tanımlanmamış bir dizi teknoloji ve kavram gizler. Açık kaynak yapılarında, oldukça belirsiz bir öneme sahip ücretsiz şeyler sunar. Derin bilgi vasatlığı içinde mücadele eden sitelerde gerçek içeriğin düşük kaliteli olmasına yol açar. Kullanıcılar tarafından oluşturulan paha biçilmez içeriklerle amatörlüğü teşvik eder. Herkese şikayet etme olanağı verir, bundan dolayı kuralsız bir topluluk oluşabilir. Bazı web 2.0 araçlarının parasal niceliği vardır (işletme olarak İnternet - Google). Bir tür ikinci el Web, düşük dijital yetenekleri olan kişiler için bir ortamdır. Sınırlı güvenliğe sahiptir. Programların hızı, masaüstü programlarından kıyaslanamayacak kadar düşüktür. Kendi başına hiçbir şey ifade etmez, sadece elektronik çöplük haline gelir. Web 2.0 teknolojilerine yatırılan zaman ve bilgi amacına uygun olarak kullanılmazsa vakit kaybına neden olur (Grosseck, 2009, s. 480).

2.5.5. Kare kod uygulamaları

Modern teknolojinin getirdiği yeni fırsatlardan biri de hayatımıza bir anda dâhil olan QR kodlardır. QR, İngilizce ‘Quick Response’ yani ‘hızlı tepki’ anlamına gelen kelimelerin baş harflerinden oluşan, Türkçe’ de ‘kare kod’ olarak da bilinen bir kavramdır. Kare kodlar beyaz ve kare şeklindeki arka fon üzerinde bulunan siyah modüllerin oluşturduğu 2 boyutlu barkodların bir formudur. Kare kodlar ilk olarak bir Japon firması tarafından otomobil parçalarının stoklarının takip edilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Başlarda Japonya’da oldukça popüler olan bu 2 boyutlu barkodlar daha sonra Dünya çapında özellikle de Avrupa’da yaygınlaşmaya başlamıştır. Kare kodlar akıllı telefon veya tablet gibi teknolojik cihazların kamerası yardımıyla kolaylıkla okunabilir. Kare kodlara yatay ve dikey eksenle kolaylıkla bilgi depolanabilir ve her yönden okunabilme özelliğine sahiptir. Hizalama deseni ve ayarlama deseni sayesinde kare kodlar eğilmiş veya tahrip olmuş olsa bile kolaylıkla okutulabilir. Ayrıca istenilen ölçüde büyütülüp küçültülebilme özelliğine sahiptirler. Kare kodlar bilgiye teknolojik araçlarla kolayca ve rahatlıkla ulaşım imkânı sağlar. Mesela; URL, SMS, ve bazı metinler kare kodlara saklanabilirler. Dolayısıyla kullanıcılar web adresini yazmak yerine, kare kodları okutarak web adresine kolaylıkla ulaşabilirler (Law ve So, 2010, s. 86).

Kare kod oluşturmak oldukça kolaydır ve bugün birçok web sitesi ücretsiz kare kod oluşturma imkânı sunmaktadır (<https://qrcode.kaywa.com/>, <http://www.qrstuff.com/>, <http://karekodolustur.com/> vb.). Denso Wave tarafından açık kaynak kullanımına sunulduğu için yazılımının herkes tarafından kolayca kullanılabilmesi belirtilmiştir (Susono ve Shimomura, 2006, s. 1007). Teknolojinin gelişmesi ile birlikte günümüzde kullandığımız kameralı akıllı telefonlar ile birlikte kare kodları okutabilmek için birçok ücretsiz uygulama bulunmaktadır. Bu uygulamaların kullanımının basit olması kare kod uygulamalarının günlük hayatta kullanımını arttırmıştır. Kare kodlar barkod teknolojilerinin geldiği son noktalardan biri olarak günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır. Hızlı erişim sağlanması ve kullanımının eğlenceli olması kare kod teknolojilerinin yaygınlaşmasının temel sebeplerindedir. Kare kodlar; müzelerde bulunan eserlerin altında bilgi vermek için, kimlik kartlarında telefon rehberine yeni numara eklemek için kullanılmaktadır. Ayrıca poster ve afişlerde web sitelerine kolay erişim için, mobil cihaz uygulamalarını indirmek için, herhangi bir yerin adresine harita ile ulaşabilmek için kullanılmaktadır. Kütüphanelerde kitapların üzerinde yer alan kare kodlar kitapların takip edilmesini kolaylaştırmaktadır. Posta ve sağlık hizmetlerinde, ürün paketlerinde, gazetelerde, reklamcılık

sektörlerinde gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Özellikle ilaç takibinde, güvenlik için eşleştirme amacıyla kullanılması günlük hayatta giderek artan kullanım alanlarına örneklerdir (Akın, 2014, s. 12). Ayrıca Dünya genelinde oldukça popüler olan kare kodlar sağlık, pazarlama, elektronik, ulaşım, otomotiv, iletişim ve bankacılık sektörlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Çataloğlu ve Ateşkan, 2014, s. 7).

Kare kodların içine bilgi depolayabilmek için kare kodlara özgü standartlar geliştirilmiştir. Kare kodlara bilgi depolama işlemleri internette bulunan ücretsiz kare kod oluşturma sitelerinden veya akıllı telefon uygulamalarından gerçekleştirilmektedir. Kare kodlara yüklenmek istenen bilgi web sitesi ya da akıllı telefon uygulamaları kullanılarak kare kodlara yüklenir. Sonrasında oluşturulan kare kodun fotoğrafı indirilip, web ortamlarında kullanılabilir ya da fotoğraf doküman haline getirilerek kullanıma sunulur. Kare kodun okutulabilmesi için akıllı telefonlardan kare kodları okuyabilen programlardan indirilmesi gerekmektedir. Gerekli program indirildikten sonra telefonun kamerası açılır ve kare koda doğru tutulur. Sonrasında kare kodlar aktif hale gelerek içerisinde saklı olan bilgileri açığa çıkarır (Law ve So, 2010, s. 91). İlerleyen teknoloji sayesinde bugün hemen hemen her yerde kare kodların yaygınlaştığını görmekteyiz. Kare kodların kullanımının yaygınlaşmasının temel sebeplerinden birisi kullanımının oldukça kolay olmasıdır (Law ve So, 2010, s. 90). Teknolojinin etkin olarak kullanıldığı Japonya’da kare kodlar oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun temel nedeni olarak Japonya’da yeni satılan cep telefonlarında kare kod programlarının kendiliğinden yüklü olarak satılması gösterilmektedir (Rivers, 2009, s. 15). Şekil 2.1’de kare kodun yapısı gösterilmiştir:



Şekil 2.1. Kare Kodun Yapısı (Law ve So, 2010, s. 86)

Kullanımı gittikçe artan ve kullanımı oldukça yaygınlaşan kare kodların eğitsel bağlamda kullanımına yönelik çalışmaların son yıllarda arttığı görülmektedir (Canbazoglu Bilici, Tekin ve Karahan, 2016; Karahan ve Bilici, 2017; Liu, Tan ve Chu, 2007; Susono ve Shimomura, 2006; Yılmaz ve Bilici, 2017).

2.5.6. Eğitimde kare kodların önemi

İlerleyen teknolojik gelişmelerle birlikte eğitim alanında da kapsamlı ve etkili bir eğitim öğretim süreci için değişimlere gidilmektedir. Tabletlerin, projeksiyon cihazlarının, akıllı tahtaların ve akıllı telefon gibi teknolojik cihazların eğitim amaçlı kullanılmasıyla sınıflarda eğitim ve teknoloji bütünleşmektedir. Bu sayede eğitim ve öğretim süreci sınıflarda hem daha eğlenceli hale gelmiş hem de bilgiler daha kalıcı hale gelmeye başlamıştır (Aktaş ve Çaycı, 2013, s. 1). Teknolojinin sınıflarda eğitimle bütünleşmesinin örneklerinden biri de kare kod uygulamalarıdır. Kare kodların eğitim ve öğretim sürecinde kullanılmasıyla birlikte bilgiye daha kolay ve daha hızlı erişim imkânı doğmuştur (Law ve So, 2010, s. 87). Bilgiler uygun programlar kullanılarak kare kodlara gömülebilir ve bu kare kodlar herhangi bir basılı materyalin üzerine kolaylıkla yerleştirilebilmektedir. Bu sayede eğitimciler eğitimde kare kod uygulamalarını tercih etmeye başlamışlardır (Özçelik ve Acartürk, 2011, s. 2080). Örneğin, yabancı dil sınıflarında kelimelerin anlamları ve telaffuzları bir kare koda yönlendirilebilir daha sonrasında bunlar sınıfın farklı yerlerine asılarak dersler daha eğlenceli ve kalıcı hale getirilebilir. Böylelikle öğrencilerin ilgisi daha kolay çekilmiş olur (Çataloğlu ve Ateşkan, 2014, s. 7). Bir diğer örnek ise öğretmenler kendi hazırladıkları çalışma kâğıtlarına kare kodlar ekleyerek öğrencilerin farklı kaynaklara ulaşımını sağlayabilirler. Böylelikle kâğıttan tasarruf sağlanmış olur aynı zamanda daha ok bilgiye erişim imkânı doğar (Aktaş ve Çaycı, 2013, s. 3). Ayrıca matematik derslerinde öğretmenler soruların çözümlerini bir kare koda yükleyebilir, öğrenciler de sorunun cevabını merak ettiklerinde buradan bakabilirler. Yine konularla alakalı testleri ve alıştırmaları bir kare koda yükleyerek dersleri daha eğlenceli hale getirebilirler. Böylelikle öğrenciler istedikleri zaman çözüme ulaşırlar (Law ve So, 2010, s. 87).

2.6. İlgili Araştırmalar

2.6.1. Yurtiçinde ve yurtdışında laboratuvar güvenliği ile ilgili yapılmış araştırmalar.

Akdemir (2006), yayınladığı yüksek lisans çalışmasında fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri laboratuvar uygulamaları konusundaki yeterliliklerini ve bu uygulamalar esnasında karşılaştıkları problemleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırmada öğretmen yeterlilikleri, fiziki ortam yeterlilikleri ve malzeme yeterlilikleri olmak üzere toplam üç başlık bulunmaktadır. Araştırma 2004-2005 eğitim ve öğretim yılında Elazığ il merkezinde görev yapmakta olan 181 fen bilimleri öğretmeniyle yapılmıştır. Araştırmada veriler araştırmacı tarafından geliştirilen bir anketle toplanmıştır. Araştırmadan sonra öğretmen yeterlilikleri öğretmenlerin kıdem yılına ve öğretmenlerin branşlarına göre değerlendirmeye alınmıştır. Araştırma sonucuna göre öğretmenlerin fen bilimleri laboratuvar uygulamaları konusunda kendilerini yeterli buldukları saptanmıştır. Öğretmenlerin artan kıdem yıllarına göre laboratuvar malzemelerine daha iyi hâkim oldukları, öğretmenlerin deneyleri daha iyi planladıkları ve deney yaparken derse uygun araç gereç seçme yeterliliklerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, laboratuvar uygulamalarında kullanılan malzemelerinin yeterli düzeyde bulunmadığı tespit edilmiştir.

Kırbaşlar, Özsoy Güneş ve Derelioğlu (2010), yaptıkları çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının fen bilimleri laboratuvar güvenliği konusundaki düşüncelerini ve bilgi düzeylerini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini Fen bilgisi öğretmenliği programında okuyan ve Genel Kimya Laboratuvar Uygulamaları dersini almakta olan 129 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcılara laboratuvarlarda çalışırken alınması gereken önlemler ve kuralları içeren yazılı bir metin verilmiş, akabinde öğretmen adaylarına konu hakkında sunum yapılmıştır. Hazırlanan metinler ve sunumlar, öğrencilere 2 ders saati boyunca anlatılmış, sonrasında fen bilimleri öğretmen adaylarına laboratuvar güvenlik kuralları ve laboratuvar uyarı ve güvenlik işaretleri ile ilgili toplamda 24 soruluk anket uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğretmen adaylarının %93'ü laboratuvar güvenliğinin önemli olduğu görüşünde bulunurken, geriye kalan %7'lik kısım laboratuvar güvenliğinin önemli olmadığı görüşünde bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının laboratuvar güvenliği konusunda bilgilerinin olup olmadığı sorusu yöneltildiğinde ise öğretmen adaylarının %16'sı konu hakkında daha önceden hiç bilgi sahibi olmadıkları, %17'sinin daha önceden bilgi sahibi olduklarını ve %67'sinin biraz bilgisi oldukları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının neredeyse tamamı kimyasal maddelerin birçoğunun

insan sağlığı açısından zararlı olabileceği ve laboratuvar uygulamalarına başlamadan önce kesinlikle laboratuvar güvenliği konusunda bilgi sahibi olunması gerektiği görü-şünde bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının çok az bir kısmının laboratuvar da ilk yardım konusunda bilgi sahibi oldukları, büyük çoğunluğun ise bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Buradan öğretmen adaylarının laboratuvar güvenliği konu-sunda yetersiz olduğu ancak birçoğunun laboratuvar güvenliğinin öneminin farkında ol-duğu söylenebilir. Ayrıca öğretmen adaylarına laboratuvar güvenlik işaretleri ve kuralları ile ilgili yapılan ankette, %51'lik kısmın başarısız olduğu, %49'unun ise başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Böyük, Demir ve Erol (2010), yaptıkları çalışmada, ortaokul fen bilimleri dersi öğretmenlerinin fen bilimleri laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlik görüşlerinin me-zuniyet branşı, cinsiyet, hizmetiçi eğitime katılıp katılmama, okulun bulunduğu yer ve mesleki kıdem değişkenlerine göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemeyi amaçla-mışlardır. Araştırmaya 2008- 2009 yıllarında Yozgat ili ve çevresinde bulunan 223 orta-okul fen bilimleri öğretmeni katılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak 'Yeterlik Belirleme Anketi' kullanılmıştır. Bu anket toplamda iki bölümden oluşmaktadır. Anketin birinci bölümünde; fen bilimleri öğretmenlerinin profillerini belirlemek için mezuniyet branşı, cinsiyet, hizmetiçi eğitime katılıp katılmama, okulun bulunduğu yer ve mesleki kıdem değişkenleri ile ilgili sorular sorulmuştur. Anketin ikinci bölümünde ise fen bilim-leri öğretmenlerinin laboratuvar uygulamalarında yeterli olup olmadığını belirlemek için sorular yöneltilmiştir. Araştırma sonucunda, ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin, fen bilimleri laboratuvarlarının öğrencilerin ilgisini çektiği ve etkili öğrenme süreci için bu-nun gerekli olduğu görüşünde fikir birliği olduğuna ulaşılmıştır. Ayrıca fen bilimleri öğ-retmenlerinin laboratuvar araç gereçlerini yeterince bilmedikleri ve bu araç gereçleri ama-cına uygun olarak kullanmayı bilmedikleri ve derslerinde kullanmadıkları tespit edilmiş-tir.

Aydın, Diken, Yel ve Yılmaz (2011), yaptıkları çalışmada, fen bilimleri ve biyo-loji öğretmen adaylarının laboratuvar güvenliği ile ilgili bilgi düzeylerini belirlemeyi ve bu konudaki eksiklikleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada tarama modeli kul-lanılmıştır. Araştırmacılar tarafından laboratuvar güvenliği bilgi testi geliştirilmiştir. Üç bölümünden oluşan testin ilk iki bölümünde öğretmen adaylarına güvenlik hataları bulunan resimler verilmiş, bu resimlerde bulunan hataları bulmaları istenmiş ve bunların doğruları yazmaları istenmiştir. Testin üçüncü bölümünde öğretmen adaylarına laboratuvar güven-

lik sembollerinin resimleri verilmiş ve bunların karşılıklarına anlamlarını yazmaları istenmiştir. Araştırmanın sonucunda; fen bilimleri öğretmen adaylarının laboratuvar ortamlarında bir şeyler yenilip içilmemesi, aşırı davranışlardan kaçınılması görüşleri ön plana çıkarken, biyoloji öğretmen adayları ise saçların toplanması gerektiği ve laboratuvar da kesinlikle bir şeyler yenilip içilmemesi gerektiği görüşleri ön plana çıkmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun, ‘eldiven’, ‘patlama güvenliği’ ve ‘göz güvenliği’ sembollerini doğru cevapladıkları ve diğer sembolere çok fazla tanımadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Anılan (2010), yaptığı çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının kimyasal malzemeler üzerinde bulunan sembollerini tanıma düzeylerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmaya, 2009-2010 eğitim öğretim yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde, 3 ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören 170 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen 2 kısımdan oluşan anket kullanılmıştır. İlk kısımda öğretmen adaylarına yönelik değişkenler yer alırken, ikinci kısımda kimyasal sembollerle karşılıklarının eşleştirilmesi yer almıştır. Araştırmada; fen bilimleri öğretmen adaylarının kimyasal maddelerin üzerinde yer alan sembollerini yeterince tanımadıkları, laboratuvar güvenliğine karşı nasıl önlem alacaklarını bilmediklerini, cinsiyet, kimya dersine ilgi değişkenleriyle tehlike sembollerini tanıma faktörleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Karakolcu Yazıcı ve Özmen (2015), yaptıkları çalışmada, fen bilimleri öğretim programındaki deney ve etkinliklerin uygulanabilirliğine ilişkin öğretmen görüşlerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmış, çalışmaya Trabzon ilinde ortaokullarda görev yapan, 14 fen bilimleri öğretmeni katılmıştır. Çalışmada durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılmıştır. Araştırma sonucuna göre etkinlikler ve deneyler birçok nedene bağlı olarak laboratuvarlarda yapılamamaktadır. Buna göre; laboratuvarların donanım olarak yetersiz olması, laboratuvarlarda yeterli malzemelerin bulunmaması, ders saatlerinin az olması, öğretmenlerin laboratuvar güvenliği konusunda yeterli bilgiye sahip olmaması, lisans düzeyinde verilen eğitimlerde laboratuvar derslerine yeterince önem verilmemesi, ders kitaplarındaki gereksiz deney ve etkinliklerin fazla olduğu belirtilmektedir. Ayrıca; etkinlik, deneylerin ya çok basit ya da çok karmaşık olmasından dolayı deneyler ve etkinlikler laboratuvarlarda uygulanamamaktadır.

Demir (2016), yaptığı tez çalışmasında, ortaokullardaki fen bilimleri laboratuvarlarının fiziki şartlarını değerlendirmeyi ve ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri laboratuvar güvenliği konusundaki bilgi düzeylerini cinsiyet, mesleki kıdem yılı, öğrenim düzeyi gibi değişkenler açısından incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma tarama modelinde tasarlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 2014-2015 eğitim öğretim yılında, Ankara ili ve çevresinde yaşayan, MEB'e bağlı okullarda çalışan 74 öğretmen ve bu öğretmenlerin görev yaptıkları okullarda bulunan laboratuvarlar oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında 'Laboratuvar güvenliği bilgi testi' ve 'Laboratuvarların fiziki şartlarını kontrol çizelgesi' ölçekleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda fen bilimleri öğretmenlerinin büyük bir kısmının laboratuvar güvenliği bilgi testinde kısmen başarılı olduğu, az bir kısmının başarılı olduğu ve az bir kısmının da başarısız olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı test cinsiyet değişkenlerine göre değerlendirildiğinde erkek öğretmenler ve kadın öğretmenlerin başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenim düzeyi, mesleki kıdem, hizmet içi eğitim alma durumlarıyla laboratuvar güvenliği bilgi testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Çalışmada aynı zamanda fen bilimleri laboratuvarlarının büyük bir kısmının olması gereken nitelikleri taşımadıkları tespit edilmiştir.

Akpullukçu (2017), yaptığı doktora tez çalışmasında, fen bilimleri öğretmen adaylarının laboratuvar güvenliği konusunda bilgi düzeylerini araştırmayı, öğretmenlerin bilgi düzeylerine göre mesleki gelişim seminerlerinin içeriklerini oluşturmayı, bu seminerler aracılığıyla fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar güvenliği konusunda bilgi düzeylerini artırmayı amaçlamıştır. Hazırlanan mesleki gelişim seminer içerikleri kapsamında, öğretmenler için öğretim programında yer alan deneyler ve etkinlikler göz önüne alınarak, sekiz kitapçık hazırlanmış, sonrasında bu seminerler öğretmenlere aktif öğrenme öğretme ve sunumlar ile uygulanmıştır. Araştırma deneysel desende tasarlanmış, aynı gruba ön test ve son test uygulamaları ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlere bu kapsamda 'Laboratuvar Güvenliği Bilgi Testi' uygulanmış ve öğretmenlerin görüşleri araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu ile alınmıştır. Araştırmanın sonucuna göre; uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan laboratuvar güvenliği bilgi testi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğu ulaşılmıştır. Öğretmenlerin demografik değişkenleriyle, laboratuvar güvenliği bilgi testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Şener (2018), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında okullarda yaşanan yazılı ve görsel basına yansıyan fen laboratuvar kazalarının neler olduğunu araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada eğitim kurumlarında yaşanan kazaların hangi düzeylerde ne kadar gerçekleştiği, yaşanan bu kazaların 2005 ve 2013 öğretim programlarıyla ne derecede ilişkili olduğunun ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Çalışmada örneklem olarak 2005 ve 2016 yılları arasında yaşanan 52 laboratuvar kazası seçilmiştir. Çalışma literatür taraması yöntemi tercih edilmiş, veri toplama yöntemi olarak doküman analizi seçilmiştir. Bu doğrultuda 2005 ve 2016 yılları arasında yaşanan, yazılı ve görsel basına yansıyan haberler detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre; okullarda en çok yaşanan kazaların deney tüpü patlaması, civa zehirlenmesi, zehirli gazlar, zararlı kimyasallar ve cam malzeme kırılması gibi kazaların olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Okullarda yaşanan kazaların bazılarının öğretmenden kaynaklandığı, bazılarının öğrenciden kaynaklandığı, bazılarının ise laboratuvar koşullarından ya da malzemelerden kaynaklandığı belirtilmiştir. En çok laboratuvar kazalarının yaşandığı eğitim düzeyi ise ilkokul olarak tespit edilmiştir. Bundan dolayı ilkokul sınıf öğretmenlerinin ve fen bilimleri öğretmenlerinin bilgi ve beceri yönünden eksik olduğu, laboratuvar güvenliği ve laboratuvar malzemeleri konusunda yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmenlerin laboratuvar güvenliği ve kullanım tekniklerine gereken önemi vermedikleri ortaya çıkarılmıştır.

2.6.2. Yurtiçinde ve yurtdışında QR kodlarla ilgili yapılan çalışmalar.

Yılmaz ve Bilici (2017), yaptıkları çalışmada günlük hayatımızda hızla yaygınlaşan QR kodlar ile tasarlanan oyunlar hakkında bilgi verilerek, bu teknolojilerin fen eğitim-öğretim sürecinde kullanımına ilişkin alan yazına katkı sağlamayı amaçlamıştır. Çalışma kapsamında 7. Sınıf “Güneş Sistemi ve Ötesi; Uzay Bilmecesi” ünitesinde yer alan kazanımlara yönelik QR kodlar ile dört oyun tasarlanmıştır. 28 Öğrencinin (19 Erkek, 9 Kız) katıldığı oyunlar gruplar halinde oynanmıştır. Öğrenciler oyunlara ilişkin görüşlerini her hafta oyundan sonra yazdıkları fen günlüklerine belirtmişlerdir. Fen günlükleri incelendiğinde; öğrencilerin QR kodlar ile tasarlanan oyunlarda soruların kodlarda gizli olmasının kendilerinde merak uyandırdığı ve eğlenceli buldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca çalışma da QR kodların fen eğitim-öğretim sürecinde kullanımına ilişkin sunulan önerilerin, bu alanda çalışmak isteyen araştırmacı ve öğretmenlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Canbazoğlu Bilici, Tekin ve Karahan (2016), öğretmen adalarıyla yaptıkları çalışmada laboratuvar uygulamaları derslerini QR kodlarla zenginleştirilmiş posterler ile

raporlaştırmalarını sağlamışlardır. Bununla birlikte hem poster tasarımı hem de meslek hayatlarında fen derslerinde, bilim fuarlarında ve bilimsel projelerin sunumları gibi farklı süreçlerde poster kullanımı hakkında bilgi ve tecrübe kazanmalarına destek olunması amaçlanmıştır. İlgili çalışmada son dönemde eğitim teknolojileri alanında yaygınlaşan QR kodlar poster hazırlama sürecinde etkili bir şekilde kullanılmıştır. Bundan dolayı ilgili araştırmada öğretmen adaylarının QR kodlarla zenginleştirilerek poster hazırlamalarının fen laboratuvarına yönelik tutumlarına etkisi ve posterlerin laboratuvar dersinde kullanımına yönelik düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada QR kodlarla zenginleştirilmiş poster hazırlamanın fen laboratuvarına yönelik tutuma ve öğretmen adaylarının poster hazırlamaya yönelik görüşlerinin belirlenmesi, laboratuvar çalışmalarının daha etkili gerçekleşmesi ve laboratuvar deneylerinin farklı yollarla raporlaştırılması açısından alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada nicel ve nitel veri toplama yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Araştırma 2015-2016 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Türkiye’de bir üniversitenin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği 3.sınıfta öğrenim gören 40 öğretmen adayı (26 kız, 14 erkek) ile fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma 11 hafta sürmüş, çalışmanın ilk haftasında katılımcılara poster hazırlama, QR kod, öğrenme yönetim sistemlerinden beyaz panonun kullanımı ve ders kapsamında gerçekleştirilecek olan deneyler hakkında bilgi verilmiştir. Araştırma sürecince katılımcılar her hafta üç-dört kişiden oluşan gruplar halinde haftanın deney konusu ile ilgili poster hazırlayarak beyaz pano sistemine yüklemişlerdir. Ayrıca ders süresince kullanılan ders dokümanları da beyaz pano sisteminde katılımcılar ile paylaşılmıştır. Araştırmanın nicel verileri “Fen bilgisi laboratuvarına yönelik tutum ölçeği” ile toplanmıştır. Araştırmada nitel veri toplama aracı olarak katılımcılara açık uçlu sorular sorulmuştur. Çalışmada dersin ilk haftasında ön uygulama, son haftasında ise son uygulama yapılmıştır. Araştırma sonucunda katılımcıların fen bilgisi laboratuvarına yönelik tutum ön-test ve son-test puanları arasındaki fark, bağımlı gruplar t-testi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Karahan ve Bilici (2017), QR kodların fen eğitimine entegrasyonu: öğretmen görüşleri ve öneriler adlı çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde QR kod kullanımına yönelik görüşlerini almışlardır. Araştırmada bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu alanında tecrübeli 24 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri videocast teknolojisi ile toplanmış, araştırmanın verileri içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırmada, eğitimde QR kod kullanımının derslere olan ilgi ve motivasyonu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenler QR kod

kullanılmamanın nedenlerini, okullardaki teknolojik alt yapı yetersizlikleri, internet erişimi, mobil araç yetersizlikleri, öğretmenlerin bu teknolojiyi kullanmaya yönelik bilgi eksiklikleri olarak belirtmişlerdir. Araştırmada ayrıca QR kodların eğitimde kullanımına yönelik öneriler sunulmuştur.

Akın (2014), yüksek lisans tezinde, mobil öğrenme bağlamında zaman ve mekândan bağımsız olarak öğrencilerin öğrenmelerinin desteklenmesine katkı sağlamak amacıyla karekod uygulamasının erişimi ve kalıcılık üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma, 2013-2014 bahar döneminde 50 dokuzuncu sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma statik grup öntest-sontest deneysel desen yöntemi kullanılmıştır. Toplamda 7 hafta süren uygulamada, deney grubu için 27, kontrol grubu için 23 öğrenci seçilmiştir. Kişisel bilgi formuyla kişisel bilgiler toplanmış ve araştırmacı tarafından geliştirilen öğrenim erişimi testi veri toplama araçları uygulama öncesi ön test olarak kullanılmıştır. Deney grubunda yer alan katılımcılara ilk hafta karekod uygulamalarının kullanımı hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır. Sonraki dört hafta boyunca konular işlenirken deney grubunda sunumlara karekodlar ilave edilmiş, karekodlar basılı olarak sınıfta dağıtılmıştır. Araştırmanın kontrol grubuna ise sunumlar basılı materyal olarak verilmiştir. Dört haftadan sonra son test, son testten 5 hafta sonra ise kalıcılık testi uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda deney ve kontrol grubunun her ikisinde de erişimi ve kalıcılık açısından .05 düzeyinde anlamlı bir gelişmenin olduğu görülmüştür. Ortalama fark puanları açısından gruplar arasında erişimi açısından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Kalıcılık açısından deney grubu ortalama puan olarak kontrol grubuna göre daha yüksek çıksa da gruplar arasında kalıcılık açısından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Gruplar arasında anlamlı bir fark olmasa da Karekod destekli öğrenme ortamlarındaki öğrencilerin erişimi ve kalıcılık ortalamaları daha yüksek bulunmuştur.

Bonifacio (2012), elementler ile gerçekleştirilen deneylerin yer aldığı videoları ve elementlerin özelliklerinin anlatıldığı podcast linklerini QR kodlara gömerek periyodik tablolar hazırlamışlar ve bunun görme engelli öğrencilere kimya öğretiminde kullanılabileceğini savunmuşlardır. Öncelikle elementlerin özelliklerini anlatan ses kayıtları oluşturmuşlar ve sonrasında bunları bir URL vererek QR kodlara yönlendirmişlerdir. Periyodik tablo üzerine hazırlanan QR kodlar sıralı olarak hazırlanmıştır. Ayrıca bunu geliştirmek ve görme engelli bireylerin içerikleri karıştırmaması için elementlerin üzerine Braille alfabesiyle elementlerin isimlerinin yazılmasını önermişlerdir.

Çelik (2012), ‘Yabancı Dil Öğreniminde Karekod Destekli Mobil Öğrenme Ortamının Aktif Sözcük Öğrenimine Etkisi Ve Öğrenci Görüşleri: Mobil Sözlük Örneği’ adlı

yüksek lisans tezinde, cep telefonu ve karekod kullanılarak sunulan mobil çevrimiçi bir sözlük yazılımının, öğrencilerin aktif sözcük öğrenmeleri üzerindeki etkisini ve görüşlerini incelemiştir. Bu çalışmada hem yabancı dil eğitiminde mobil araçların hem de karekodun örnek bir kullanımı sunulmuş, tasarlanan öğrenme ortamının öğrenenlerin aktif sözcük öğrenimlerine etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Araştırmada nicel ve nitel yöntemler birlikte kullanılmıştır. Araştırmaya toplamda 50 üniversite öğrencisi katılmış ve katılımcılar iki eşit gruba ayrılmıştır. Her iki gruptaki öğrenciler, toplam 22 ders saati boyunca ders kitaplarında bulunan kelimeleri ‘Mobil Sözlük’ isimli çevrimiçi sözlük programından öğrenmişlerdir. Araştırmanın nicel verileri, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış olan ‘aktif sözcük bilgisi akademik başarı testiyle’ toplanmıştır. Nicel verilerin analizi için bağımlı örneklemeler için t-testi kullanılmıştır. Nitel veri toplama yöntemi olarak da yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler, nitel verilerin geçerliğini arttırmak için kullanılmıştır. Ayrıca nitel verilerinin analizinde kategorilendirme yönteminden yararlanılmıştır. Araştırmada, eğitimde karekod kullanımının, öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını arttırırken, mobil araçların tuş takımı problemlerini ortadan kaldırarak sözcük açıklamalarına cep telefonu üzerinden daha pratik ve doğrudan ulaşım sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan karekodlar, basılı ders kitabı ve çevrimiçi öğrenme materyali (Mobil Sözlük) arasındaki uzamsal uzaklığı azaltarak mobil araçların ders içi aktivitelerde daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır. Ayrıca, katılımcılar farklı ders kapsamalarında da karekodlardan yararlanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Liu, Tan ve Chu (2007), QR kod ve artırılmış gerçeklik teknolojilerini destekleyen avuç içi bilgisayar teknolojileri öğrencilerin İngilizce seviyelerini arttırmak için kullanmış ve olumlu etkilerini gözlemlemişlerdir.

Susono ve Shimomura (2006), yaptıkları çalışmada öğretim sürecini değerlendirmede kullandıkları geleneksel değerlendirme cep telefonu ve QR kodları kullanarak zenginleştirmişlerdir. Bu çalışmada, kolej öğrencilerinden ders esnasında cep telefonları ve QR kodları kullanarak, sorulan bir soruyu cevaplamalarını ve öğretmene bazı yorumlar göndermelerini sağlamak için bir sistem geliştirmişlerdir. Buna göre öğrenciler her dersin ortasında cep telefonlarından QR kodları okutarak kendilerine sorulan soruları cevaplamışlardır. Öğrencilere soruların altında sorulara ne derece katıldığını belirten 4 seçenekte QR kodlar verilmiştir. Öğrenciler cep telefonlarından okuttukları QR kodlarla bir web sitesine doğrudan yönlendirilmiş ve buradaki soruları anlık olarak cevaplamışlardır. Daha sonrasında öğretmen anlık olarak kendi bilgisayarından öğrencilerden gelen cevapları

görmüş ve buna göre dersi şekillendirmiştir. Araştırma sırasında cep telefonlarının iletişim ücretleri öğrenciler tarafından karşılanamaması, öğrencilerin %80'ni QR kod uygulamasını kullanabilecekleri bir telefona sahipken geri kalan %20 lik kısım QR kod uygulamasına bağlanamaması, bazı eski telefonlarda QR kodların okunması sırasında sıkıntılar yaşanması, cep telefonlarında görünen formlar telefon şirketlerine göre değişiklik göstermesi gibi problemlerle karşılaşmıştır. Araştırma sonucuna göre daha büyük ölçekli sınıflarda (80-100 kişilik) daha etkili ve kullanışlı olabileceği önerisinde bulunulmuştur.

Benedict ve Pence (2012), kimya laboratuvarı dersinde öğrencilerin kendi yaptıkları deney videoları ve fotoğraf bloglarını 2 boyutlu barkodlar aracılığıyla bir web sitesine yönlendirdikleri çalışma yapmışlardır. Üniversite 1. Sınıf öğrencilerine uygulanan çalışmada öğrenciler bir dönem boyunca akıllı telefonlarını yanlarında getirmişler ve bunlarla daha önceden oluşturdukları deney videolarını doğrudan bir QR koda yönlendirmişlerdir. Araştırma sırasında karşılaştıkları problemlerden biri öğrencilerin akıllı telefona sahip olmaması olarak açıklanmıştır. Bu sorun Southern Maine üniversitesinin 6 adet tablet almasıyla çözülmüştür. İkinci önemli problem olarak ise bazı öğrencilerin teknoloji kullanımında yetersiz oldukları; web sitesine fotoğraf ve video yükleyemedikleri vurgulanmıştır. Bu problem ise öğrencilere okul saatleri dışında üniversitenin yetkili biriminin destek vermesiyle çözülmüştür. Ayrıca farklı kimya laboratuvarlarından da destekler alınarak içerikler oluşturulmuştur. Dönemin başında tüm öğrencilere QR kodlar ve video hazırlama ile ilgili eğitim verilmiş ve öğrenciler video içeriği hazırlama ve yükleme konularında ön bilgi sahibi olmuşlardır. Öğrenci değerlendirmeleri ise kendi geliştirdikleri 5'li likert tipi ölçekle yapmışlardır. Araştırma sonucuna göre QR kodlar öğrencilere hızlı ve doğrudan iletişim sağladığı için öğrenciler tarafından beğenildiği, birçok öğrencinin ilgisini çektiği ve katılan öğrencilerin teknoloji ve laboratuvar arttığı bilgilerinin belirtilmiştir. Ayrıca herkesin deneye katılmadığı büyük laboratuvarlarda bu tarz uygulamaların kullanılabileceği ve bunun sayesinde tüm öğrencilerin deneylere ulaşma imkânının olduğu vurgulanmıştır.

2.6.3. Yurtiçinde ve yurtdışında sanal laboratuvarlarla ilgili yapılan çalışmalar.

Bell ve Fogler (1999), yaptıkları çalışmada, öğrencilerin laboratuvar güvenliğinin önemini ve olası sonuçlarını ilk elden deneyimlemelerine olanak tanıyacak bir dizi VR tabanlı laboratuvar kazaları üretmeyi amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında çok çeşitli

laboratuvar durumlarıyla ilgili kriterlere, olası sonuçlara ve bir VR ortamına uygulanabilirliğine dayalı olarak bir dizi ön güvenlik kuralı seçilmiştir. Bu kuralların her biri için, bir kaza simülasyonunun iki versiyonunun geliştirilmesi amaçlanmıştır. İlk olarak kullanıcının kurala uymadığı ve sonuçlarına katlandığı, diğeri ise, kullanıcının kurala uyduğu ve sonuç olarak kaydedildiği şekilde simülasyonlar oluşturulmuştur. Sonrasında oluşturulan simülasyonlar bir web sitesine yüklenmiştir. Çalışmanın, gelecek kuşaklara örnek olacak bir çalışma olduğu vurgulanmıştır.

Bozkurt (2008), yayınladığı doktora tez çalışmasında üniversite öğrencilerine “Alternatif Akım Devreleri ve Seri RLC Devresinde Rezonans” konusunda oluşturulan bir sanal laboratuvarın, geleneksel laboratuvar öğretimine göre öğrenci başarıları üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Uygulama kapsamında öğrencilerden bir kısmına araştırmacı tarafından oluşturulan bir web sitesi üzerinde animasyon ve simülasyonlarla öğretim yapılmıştır. Öğrenciler 3 gruba ayrılmış, bir gruba geleneksel, bir gruba sanal, diğeri gruba ise hem sanal hem de geleneksel yöntemlerle ders anlatımı yapılmıştır. Araştırma öncesinde ve sonrasında öğrencilere başarı testleri uygulanmıştır. Bununla birlikte, uygulamada öğrencilerin fizik dersine karşı tutumlarının belirlenmesi amacıyla anketler ve mülakatlar yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre, sanal laboratuvar uygulamalarının yapıldığı gruplar lehine anlamlı sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir.

Herga ve Dinevski (2012), yaptıkları çalışmada, sanal laboratuvar etkinliğini öğrencilerin bilgi bakış açısından doğrulamak için bir deney gerçekleştirmişlerdir. Toplamda 38 yedinci sınıf öğrencisi deneye katılmıştır. Çalışmada ayrıca, sanal bir laboratuvar kullanılarak sınıfların deneysel tasarımına göre öğrencilerin öğrenme sonuçlarının, görselleştirme araçları olmadan klasik fen derslerinin öğretimiyle elde edilen sonuçlardan daha iyi olup olmadığı sorusuna cevap vermeye çalışılmıştır. Çalışmada, dersler ‘Crocodile Clips Chemistry’ isimli sanal laboratuvar programıyla görsel hale getirilmiştir. İlgili çalışmada, klasik öğretim yöntemleri yerine sanal laboratuvar kullanıldığında bilgi edinmenin daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma sonuçlarında ayrıca, sanal laboratuvar kullanımının öğrenciler üzerinde ve derslerde olumlu sonuçlar doğurduğu belirtilmiştir.

Çinici, Özden, Akgün, Ekici ve Yalçın (2013), yaptıkları çalışmada ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin ‘Işık ve Ses’ ünitesi ile ilgili sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına etkisinin karşılaştırılmasını amaçlamışlardır. Toplam 54 öğrencinin katıldığı araştırma deneysel desende yürütülmüştür. Öğrenciler iki gruba ayrıl-

mış, gruplardan birine EBA kanalı üzerinden simülasyonların bulunduğu sanal laboratuvar etkinlikleri uygulanmış, diğer gruba ise geleneksel laboratuvar etkinlikleri uygulanmıştır. Çalışmada konuyla ilgili başarı testi uygulanmıştır. Bu bağlamda çalışma sonuçları analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda her iki grupta da anlamlı düzeyde başarı artışı olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca her iki grubun son test puanları karşılaştırıldığında, sanal laboratuvar etkinlikleri uygulanan grubun lehine önemli bir farklılığın olduğu belirtilmiştir.

Duman ve Avcı (2016), yaptıkları çalışmada sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışma ortaokul öğrencilerine yönelik yapılmıştır. Konu olarak 'Madde ve Isı' konusu seçilmiş, bu bağlamda sanal laboratuvar uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarısına etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucuna göre sanal laboratuvar uygulamalarının öğretmen merkezli öğretim yöntemine göre öğrenci başarısında ve öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Karagöz Mırçık (2018), yaptığı doktora tez çalışmasında, fizik öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7E öğretim modeline dayalı geliştirilen öğretmen rehber materyalini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda, "Basit Elektrik Devreleri" konusu ile ilgili öğrencilerin kavramsal değişimlerine, zihinsel modellerine, öğrenme üzerindeki etkilerine ve öğrenci başarılarına etkilerini değerlendirmiştir. Araştırma deneysel desende tasarlanmış ve araştırmasında Crocodile Physics 401 ve Phet isimli programları kullanmıştır. Nitel ve nicel veri toplama araçlarının kullanıldığı çalışmada, ölçme aracı olarak konu ile ilgili kavram testlerini ve sanal laboratuvarlarla ilgili oluşturulan dosyaları kullanmıştır. 7E modeliyle tasarlanan ders programları belirtilen okullardaki fizik öğretmenleri tarafından beşe hafta boyunca uygulanmıştır. Sonrasında veriler analiz edilmiştir. Veri analizi sonuçlarına göre; sanal laboratuvar destekli 7E öğretim modeli ile desteklenen uygulamaların, öğrencilerin kavramsal değişimlerine ve zihinsel modellerine olumlu katkı sağladığı, süreç içindeki uygulama becerilerini, ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğretmen ve öğrenci görüşleri alınarak ortaöğretim öğrencileri için uygun sanal laboratuvarın seçilip-uygulanması, 7E öğretim modeli ile birlikte kullanılarak zenginleştirilmiş öğretmen materyalinin geliştirilmesi, uygulamalar sırasında yaşanan sorunların tespiti, öğrencilerin kavramsal değişimlerine ve zihinsel modelleri üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar dikkate alınarak, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından fizik öğretiminde sanal laboratuvar programları ile farklı

öğretim modellerinin birlikte kullanımı konusunda öğretmen eğitiminde ve hizmet içi eğitimlerde sunulması gerektiği önerisinde bulunulmuştur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. Yöntem

Bu kısımda; araştırma deseni, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve verilerin çözümlenmesinden bahsedilmiştir.

3.1. Araştırma Deseni

Bu çalışmada; laboratuvar güvenliği kurallarından ve laboratuvar malzemelerinin tanıtımından oluşan dijital bir fen bilimleri laboratuvarı örneği oluşturmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda; fen bilimleri öğretmen adayları laboratuvar güvenliği ve laboratuvar malzemeleriyle ilgili senaryolar oluşturmuş sonrasında kısa videolar hazırlamış ve bunları özel olarak oluşturulmuş Youtube kanalına yüklemişlerdir. Sonrasında fen bilimleri öğretmen adaylarının ve fen bilimleri öğretmenlerinin dijital laboratuvar kullanımının öğretim ortamında uygulanabilirliğine yönelik görüşlerine yer verilmiştir. Bu amaç doğrultusunda araştırma; nitel araştırma türlerinden durum çalışması deseninde tasarlanmıştır. Durum çalışmalarında bir olayın, ortamın, programın, sosyal grubun ya da birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine incelenmesi amaçlanır. Durum çalışmalarında; var olan belirli bir durum mekâna ve zamana göre tanımlanır ve özelleştirilir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2017, s. 268; McMillan, 2000). Durum çalışmalarında; belirli bir olay değerlendirilir, olaya ilişkin açıklamalar getirilir, bir olay ayrıntılı olarak tanımlanabilir ve olayı bir bütün olarak görme fırsatı sağlanır (Büyüköztürk vd., 2017, s. 268; Gall ve Borg, 1996). Durum çalışmaları, araştırmacıların gerçek yaşam, güncel sınırlı bir sistem ya da çoklu sınırları belirli bir sistem hakkında gözlemler, mülakatlar, görsel-işitsel materyaller, dokümanlar ve raporlar aracılığıyla detaylı bilgilerin toplandığı nitel bir yaklaşımdır (Creswell, 2016, s. 97). Bu çalışmada derinlemesine incelenen, hakkında fikir edinilmeye çalışılan durum, dijital bir fen bilimleri laboratuvarı örneğinin öğretim ortamına uygulanabilirliğinin incelenmesidir.

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında 3. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 65 fen bilimleri öğretmen adayı (54 kadın, 11 erkek) ve görüşleri alınan 35 fen bilimleri

öğretmeni oluşturmaktadır. Fen bilgisi öğretmen adayları seçilirken ‘Bilgisayar 1’, ‘Genel Kimya Laboratuvarı’ ve ‘Genel Fizik Laboratuvarı’ derslerini almaları ölçüt olarak belirlenmiştir. Fen bilimleri öğretmenleri seçilirken ise aktif olarak görev yapan, yakın çevrede kolay ulaşılabilir çalışma grubu tercih edilmiştir.

Tablo 3.1

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Kıdem Yılına Göre Dağılımı

Kıdem yılı	f	%
0-5 yıl	15	42,90
5-10 yıl	14	40
10 yıl ve üzeri	6	17,10
Toplam	35	100

Tablo 3.1’de fen bilimleri öğretmenlerinin %42,90’nın 0-5 yıl, %40’nın 5-10 yıl, %17,10’unun ise 10 yıl ve üzerinde tecrübeye sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 3.2

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Çalıştıkları Yere Göre Dağılımı

Okul	f	%
İl merkezi	22	62,8
İlçe merkezi	9	25,7
Köy	4	11,4
Toplam	35	100

Tablo 3.2’de fen bilimleri öğretmenlerinin %62,8’inin il merkezinde, %25,7’sinin ilçe merkezinde ve %11,4’ünün köy okulunda görev yaptığı görülmektedir.

Tablo 3.3

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Cinsiyete Göre Dağılımı

Cinsiyet	f	%
Kadın	54	83,07
Erkek	11	16,93
Toplam	65	100

Tablo 3.3’de araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının %83,07’sinin kadın ve %16,93’ünün ise erkek olduğu görölmektedir.

3.3. Veri Toplama Süreci

Araştırma; 2018-2019 Güz döneminde, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği anabilim dalı bünyesinde açılan ‘Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı’ dersinde yürütölmüştür. Bu ders kapsamında 65 fen bilimleri öğretmen adayına laboratuvar güvenliği kuralları ve laboratuvar malzemelerinin listesi paylaştırılmış, öğretmen adaylarından 3-4 kişilik gruplar oluşturmaları istenmiştir. Sonrasında öğretmen adaylarına 6 haftalık süre verilmiş ve bu 6 haftalık süre içerisinde laboratuvar kurallarını ve malzemelerini dijital içeriğe dönüştürmek için senaryolarını oluşturmuşlardır. Senaryo oluşturmaları için öğretmen adaylarından aşağıdaki maddelerin cevaplanması istenmiştir:

- 1) Laboratuvar güvenlik konunuz nedir?
- 2) Senaryonuzu detaylı olarak anlatınız.
- 3) Senaryonuzdaki rol dağılımını nasıldır? (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.).
- 4) Mekânın detaylı tanıtımını yapınız. (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.).
- 5) Senaryo akışını anlatınız. (sahneler, içerik, akış vb.).

Aşağıda öğretmen adayları tarafından oluşturulan bir senaryo örneği verilmiştir:

Örnek senaryo:

‘Öğretmen: (Derse girer. Derste ne yapılacağını anlatır.) Merhaba arkadaşlar bugün sizlerle nötralleşme tepkimesi deneyini yapacağız. Bu deneyde asit ve bazlar ile çalışacağımız için mutlaka eldiven ve önlük kullanmanız gerekiyor. Bir beherglas alıp içine dereceli silindir yardımıyla 50 ml HCl özeltisi koyacaksınız. Sonra pH kâğıdı ile çözeltisinin pH’ nı ölçüp pH skalasına bakarak defterinize bu değerini kaydedin. Diğer behere NaOH çözeltisinden dereceli silindir yardımıyla 100 ml koyunuz. Aynı şekilde bu çözeltinin de pH’ını ölçerek defterinize kaydedin. NaOH çözeltisine damlalıkla birkaç damla fenolftalein damlatın ve renk değerini gözlemleyin. NaOH çözeltisini damlalıkla HCl çözeltisine yavaş yavaş ilave edin ve renk değerini gerçekleşmeye başladığı anda

NaOH eklemeyi bırakın. Renk değişimi gerçekleşen beherdeki karışıma pH kâğıdını batırarak pH değerini not alın. Evet, arkadaşlar iyi çalışmalar yardıma ihtiyacınız olursa görevli asistandan yardım alabilirsiniz.

Asistan: Merhaba arkadaşlar, kurallardan bahsedeceğim. Kişisel önlemler, laboratuvar önlüğü, eldiven, maske vb. kullanılmalıdır. El, yüz vb. biyolojik bir madde ile temas ederse bol su ve antiseptik ile yıkanmalıdır. Biyolojik sistemlerin kontrolünde gerekli hallerde laboratuvar teknik personellerinden yardım alınmalıdır. Biyolojik katı veya sıvılar kullanılmadan önce sterilize edilip ardından kullanılmalıdır. Sıvı veya katı maddeler tezgâha döküldüğünde, dökülenler gerekiyorsa kimyasal kullanılarak temizlenmelidir. Organizma içerikli kaplar deney ya da analiz bitiminde hemen temizlenmelidir.

(Öğrenciler deney malzemelerini alıp deneye başlarlar. Ezgi asitler ile çalışırken eldiven kullanmadığı için eline asit döker)

Ezgi: Aaaaaa ... Elim yandı.

Asistan: (Asistan sesi duyar ve gelir) Hemen elini bol su ile yıkamalısın. Ben size kuralları anlatırken eldivensiz çalışmamanız gerektiğini söylemiştim. Birde üstüne önlüğünün düğmelerini de kapatmamışsın.

(Ezgi ellerini yıkar ve yerini oturur. Esra bir kirli beherglas içine asiti koyar ve Fatma görür onu uyarır.)

Fatma: Kanka sence bu temiz mi?

Esra :Bence temiz sadece lekeler var.

(Asistan kızların sesini duyar ve yanlarına gelir.)

Asistan: Bir problem mi var kızlar?

Fatma: Esra beherglasın temiz olduğunu söylüyor ama içinde lekeler var.

Esra: Bence temiz hocam bu kadarlık lekelerin deney sonucunu değiştirmeyeceğini düşünmüştüm.

Asistan: Öyle şey olur mu tabiki de bu lekeler etkiler. O yüzden beherglası yıkamalısın.(Esra yıkamaya başlar.)

Fatma: (Deneyi devam ettirirken beherglası eli çarpar ve içindeki asiti döker .) Ayyy ne yapacağım şimdi?

Ezgi: Hoca asit döküldüğünde hemen temizlememiz gerektiğini söylemişti. O yüzden hemen temizleyelim.

(Deneye devam ederler, bitirirler ve malzemeleri temizlerler.)

Öğretmen: Evet arkadaşlar bugünkü deneyimiz bu kadardı. Bu deneyde bir asit ve bazın karışmasıyla nötralleşme tepkimesi oluştuğunu gözlemledik.

Asistan: Arkadaşlar bugün çok hatalı davranışlarda bulundunuz. Bundan sonraki deneylerde kurallara daha dikkatli şekilde uyun. ' (EK-3 bölümünde örnek senaryolar yer almaktadır.)

Öğretmen adayları senaryolarını hazırladıktan sonra araştırmacı tarafından geri dönüt verilmiş ve videoların çekime uygun hale getirilmesi için senaryoların eksiklikleri giderilmiştir. Eksiklikler giderildikten sonra video çekimleri başlatılmıştır. Videolar çekilmeden önce öğretmen adaylarından verilen her bir laboratuvar malzemesinin tanıtımını, kullanım amacını ve o malzemeyi kullanırken oluşabilecek sorunların iyi bir şekilde tespit edilmesini ve laboratuvar güvenlik kurallarıyla ilgili tüm detayları kapsamlı bir şekilde araştırmaları istenmiştir. Senaryoların içeriğinde karakter, olay örgüsü, mekan ve zamanın iyi planlanması gerektiği, senaryolara olabildiğince bağlı kalınması gerektiği belirtilmiştir. Sonrasında öğretmen adayları aşağıdaki başlıklar hakkında kısa videolar oluşturmuşlardır:

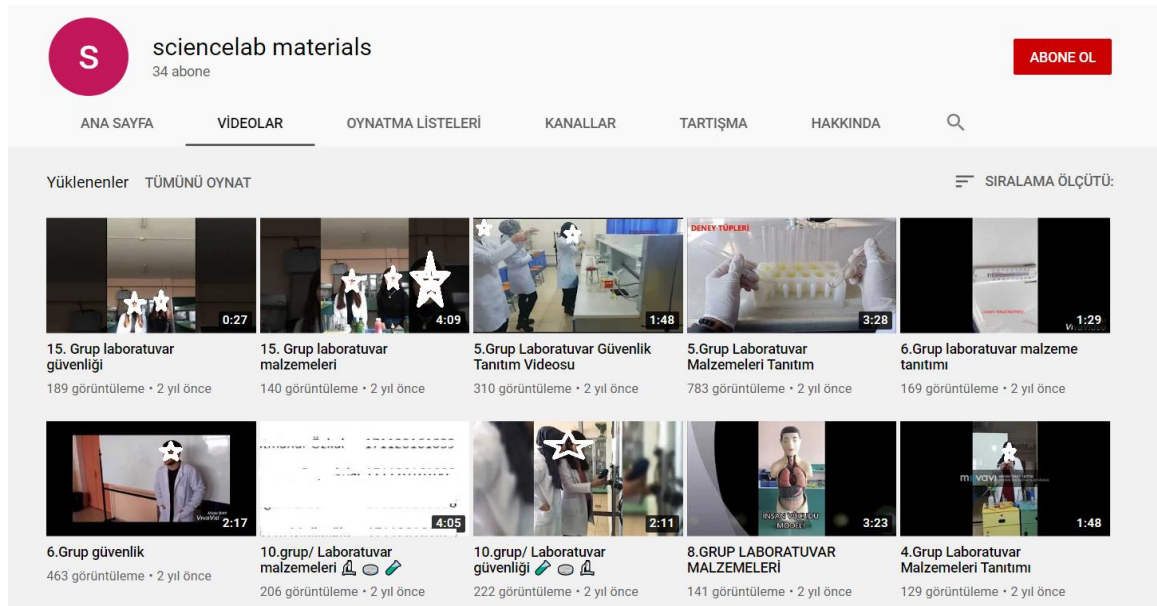
1. Laboratuvar güvenliği ile ilgili videolar.
2. Laboratuvar malzemeleri ile ilgili videolar.

Laboratuvar güvenliği ile ilgili videolar aşağıdaki başlıkları içermektedir:

- Genel laboratuvar kuralları ve laboratuvar kullanımı sırasında meydana gelebilecek kazaları içeren kısa videolar
- Elektrik ve gaz güvenliğinden doğabilecek sıkıntılarla ilgili kısa videolar.
- Laboratuvarda kimyasal malzemelerin kullanımı sırasında meydana gelebilecek kazalar ve kimyasal maddelerle temas halinde ne gibi sıkıntıların oluşabileceğini içeren kısa videolar.
- Cam malzeme ile çalışırken uyulması gereken genel kurallar.
- Cihaz kullanımında uyulması gereken kurallar.
- Biyolojik çalışmalarda uyulması gereken genel kurallar.
- Laboratuvar kazalarında ilk yardım.

Laboratuvar güvenliği ile ilgili videolarda ise önce laboratuvarda meydana gelebilecek kazalar tespit edilmiş, sonrasında bu kazalara karşı alınabilecek önlemler canlandırılmıştır. Laboratuvar malzemeleriyle ilgili videolarda ise fizik, kimya ve biyoloji laboratuvarlarında sıklıkla kullanılan laboratuvar malzemeleri seçilmiştir. Örnek laboratuvar malzemeleri: Beherglas, erlenmayer, dereceli silindir (mezür), pipet, cam balon, balon joje, büret, ayırma hunisi. Laboratuvar malzemelerinin anlatıldığı videolarda önce o malzemenin nasıl kullanıldığı sonrasında o malzemenin kullanımı sırasında yaşanabilecek sıkıntılar bir örnek olayla anlatılmıştır.

Bununla birlikte oluşturulan videoların 3 dk. (180 sn)'yı geçmeyecek şekilde tasarlanması gerektiği, oluşturulan videoların anlaşılır ve özenli olması gerektiği belirtilmiştir. Araştırma sürecinde hazırlanan dijital içerikler Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim dalı bünyesinde bulunan 2 fen bilimleri laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İlerleyen süreçte araştırmacı tarafından 'sciencelab-materials' isimli Youtube kanalı oluşturulmuş ve Youtube kanalının bilgileri öğretmen adaylarıyla paylaşılmıştır. Laboratuvar güvenliği kuralları ve laboratuvar malzemeleri ile ilgili kısa videolar oluşturulduktan sonra Youtube kanalına yüklenmiştir.



Şekil 3.2. Araştırmacı Tarafından Oluşturulan Youtube Kanalı

Araştırma uygulama sürecinde araştırmacı tarafından araştırmacı günlüğü tutulmuştur. Araştırmanın uygulama süreci bittikten sonra, araştırmacı tarafından hem öğretmen adaylarının görüşlerini almak hem de fen bilimleri öğretmenlerinden görüş almak için iki farklı yarı yapılandırılmış görüşme formları oluşturulmuştur.

3.4. Veri Toplama Araçları

Nitel araştırma yöntemlerinde birden fazla etkili veri toplama yöntemi bulunmaktadır. Bundan dolayı nitel araştırmalarda genellikle veri toplamak için çeşitli yöntemler tercih edilir. Nitel araştırmalarda çeşitli veri toplama tekniklerinin tercih edilmesi, veri çeşitlemesi olarak adlandırılmaktadır. Nitel araştırmalarda araştırmacının problem duru-

muna ve alt problemlerine bağlı olarak uygun veri toplama teknikleri, örneklemin özellikleri ve içinde bulunulan ortamın şartları dikkate alınarak araştırmacı tarafından belirlenir (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Görüşme yöntemlerinde, belirli kişilere herhangi bir araştırma konusuyla alakalı sorular sorularak kişilerin duygularını, düşüncelerini anlamak ve sistemli bir biçimde tanımlamak amaçlanır. Görüşme yöntemlerinde ayrıca, kişilerin deneyimleri ve bu deneyimleri nasıl anlamlandırdıkları belirlenmeye çalışılır (Türnüklü, 2000, s. 544). Araştırmadaki problem durumu göz önüne alınarak, araştırmanın kuramsal temelini oluşturulması için konuyla alakalı literatür ve kaynaklar taranarak kullanılan veri toplama araçları aşağıdaki gibidir:

1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının hazırladığı senaryolar ve video kayıtları.
2. Fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler.
3. Fen bilimleri öğretmenleriyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler.
4. Araştırmacı günlüğü.

3.4.1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının hazırladığı senaryolar ve video kayıtları

Eğitsel videoların git gide yaygınlaştığı son dönemde etkili ve kaliteli eğitsel videoların üretilebilmesi için video oluşturma süreçlerinin de dikkatli bir şekilde ele alınması oldukça önemlidir. Teknoloji alanında yaşanan değişmeler ve gelişmeler, video çekme, oluşturma ve düzenleme sürecinin daha kolay ve daha hızlı hale gelmesini sağlamıştır. Ancak, eğitsel videoların oluşturulması sürecinde yapılan hatalar videoların kalitesini ve niteliğini etkilemektedir. Eğitsel videoların kazanımlarının doğru belirlenmesi, videodaki görsel ve işitsel öğelerin hedef kitleye uygun olmaması ve senaryoların hedef kitleye yönelik olmaması video çekimlerinde yapılan yanlışların başında gelmektedir. Bununla birlikte, kaliteli ve amacına uygun bir eğitsel video tasarlamak için eğitsel videolar hazırlanırken senaryolar iyi kurgulanmalı, videoların bilişsel yükünün nasıl yönetileceği, videoyla öğrenci etkileşimi nasıl en üst düzeye çıkarılacağı ve videodan aktif öğrenmenin nasıl destekleneceği iyi belirlenmelidir (Brame, 2016, s. 1). Bu araştırmanın temel veri kaynaklarını, fen bilimleri öğretmen adaylarının hazırladığı senaryolar ve video kayıtları oluşturmaktadır.

3.4.2. Fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşme soruları

Fen bilimleri öğretmen adaylarının görüşlerini almak için internet üzerinden görüşme formu hazırlanmış, öğretmen adayları görüşlerini bu form üzerinden belirtmişlerdir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmacı tarafından Google formlar kullanılarak oluşturulmuş, sonrasında taslak görüşme formu, tam halini almadan önce bir öğretim programı uzmanı, bir fen eğitimcisi ve bir ölçme-değerlendirme uzmanından alınan görüşlerle birlikte form nihai halini almıştır. Verilen uzman dönütlerinde form maddelerinin geçerliliği sağlanmıştır. Araştırma kapsamında öğretmen adaylarına aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

1. Öğretim Teknolojileri dersinde tasarladığınız içeriklerin (videoların) size ne gibi katkıları olduğunu düşünüyorsunuz?
2. İleride öğretmen olduğunuzda bu içerikleri kullanmayı düşünür müsünüz? Açıklayınız.
3. Sizce bu içeriklerin geliştirilmesi için neler yapılabilir?
4. İçerikleri hazırlarken karşılaştığınız zorlukları açıklar mısınız?
5. İçerikleri hazırlarken teknolojiyi kullanma becerilerinizin geliştiğini düşünüyor musunuz? Açıklayınız.

Fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden sonra aktif olarak görev yapan fen bilimleri öğretmenlerinden görüşler alınmıştır.

3.4.3. Fen bilimleri öğretmenleriyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme soruları

Öğretmen adayları tarafından hazırlanan dijital içerikler tamamlandıktan sonra, dijital laboratuvarların fen bilimleri derslerine uygulanabilirliğine yönelik fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerini almak için, araştırmacı tarafından taslak olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen taslak görüşme formu, tam halini almadan önce bir öğretim programı uzmanı, bir fen eğitimcisi ve bir ölçme-değerlendirme uzmanından görüş alınmıştır. Verilen uzman dönütlerinde form maddelerinin geçerliliği sağlanmıştır. Sonraki süreçte yarı yapılandırılmış görüşme soruları Google formlarda oluşturulan form aracılığıyla aktif olarak görev yapmakta olan 35 fen bilimleri öğretmenine online olarak sunulmuştur.

Bu görüşmelerde fen bilimleri öğretmenlerine yöneltilen görüşme soruları aşağıda belirtilmiştir:

1. Tasarılan içeriklerin (videoların) ortaokul öğrencilerine ve öğretmen adaylarına ne gibi katkıları olduğunu düşünüyorsunuz?
2. Sizce bu içerikler ortaokul öğrencileri tarafından nasıl anlaşılır?
3. Tasarılan bu içerikler laboratuvar kurallarının ve laboratuvar malzemelerinin daha iyi anlaşılması hususunda ne gibi katkılar sağlar?
4. Sizce bu içeriklerin geliştirilmesi için neler yapılabilir?
5. Bu içerikler sizin dersinize nasıl bir katkı sağlar?
6. Sizce sanal laboratuvarlar / laboratuvarları dijital ortamda kullanmak fen bilimleri derslerini nasıl etkiler? Öğrencilerin beceri ve başarıları nasıl değişebilir?
7. Dijital laboratuvarlar fen bilimleri derslerinde sizce nasıl kullanılabilir?

3.4.4. Araştırmacı günlüğü

Bu araştırmada; diğer veri toplama araçlarıyla elde edilen verileri desteklemek amacıyla araştırmacı günlüğü tercih edilmiştir. Araştırmacı günlükleri; geleneksel veri toplama araçlarının yerini alan ve diğer veri toplama araçlarını tamamlayıcı özelliğe sahip ölçme araçlarıdır. Araştırmacı günlükleri, araştırmanın eksikliklerine ya da geliştirilmesi gereken yönlerin görülmesi açısından bir özeleştirici ve farkındalık olanağı sağlar (Woll, 2013, s. 1). Araştırmacı günlükleri aynı zamanda, katılımcıların veya araştırmacının araştırma ile ilgili görüşlerini, düşüncelerini, beklentilerini, yorumlarını ve gözlemlerini, yazdıklarını detaylı olarak yazdıkları nitel veri toplama araçlarıdır (Galili, 2014, s. 569). Bu araştırmada araştırmacı günlüğü, öğretmen adaylarının içerik tasarlama sürecinde neler yaptığı, içeriklerini nasıl oluşturulduğu ve içeriklerin oluşturulması esnasında karşılaşılan güçlüklerin neler olduğunun araştırılması için tutulmuştur.

3.5. Verilerin Toplanması

Durum çalışmalarında hangi verilerin ne zaman ve nasıl toplanacağı, problem durumuna bağlı olarak belirlenir. Birçok etkili veri toplama yöntemi bulunmaktadır. Veri toplama tekniklerine araştırmanın problem durumuna bağlı olarak, araştırmacı veya çalışma grubu tarafından karar verilir. Durum çalışmalarında genellikle gözlem ve görüşmeler kullanılır. Durum çalışmalarının genel amacı belirli bir duruma ilişkin kesin ve detaylandırılmış tanımlamaların yapılmasıdır. Derinlemesine bilgi toplamak için birden fazla veri toplama araları tercih edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2017, s. 271).

Araştırmamızın uygulama süreci bittikten sonra hem fen bilimleri öğretmen adaylarının hem de fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formları aracılığıyla Google formlar üzerinden toplanmıştır.

3.6. Verilerin Çözümlemesi

Bir durum çalışmasında veriler çözümlenirken nitel araştırmalarda kullanılan adımlar takip edilir. Öncelikle belgeler toplanır, düzenlemeler yapılır, gerekli durumlarda belgeler ayrıntılı olarak kopyalanır. Sonrasında kodlar oluşturulur, özetlenir ve bulgular yorumlanır. Bununla birlikte durum çalışmalarında bazı analiz yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Kategorik olarak birleştirme, model çizme, doğrudan yorumlama ve doğal genellemeler yapma yöntemleri durum çalışmalarında kullanılan veri analiz yöntemlerine örnek olarak gösterilebilir. Verilerimizi kategorilere ayırıp birleştirmek istiyorsak öncelikle veri kodlama yöntemine başvurmamız gerekmektedir. Sonrasında ise bulguları anlamlı hale getirecek örneklerin toplanması gereklidir. Tek bir örnekten yola çıkılarak anlamlı verilerin ortaya çıkarılması doğrudan yorumlama yöntemiyle mümkün olmaktadır. Model oluşturma yönteminde ise en az iki ya da daha fazla kod veya kategori kullanılarak aralarındaki benzerliklere bakılır. Aynı çalışma başka durumlara da uygulandığında diğer araştırmacılarda benzer durumlarda benzer sonular elde ediyorsa doğal genelleme yöntemi tercih edilir (Büyüköztürk vd., 2017, s. 271).

Bu araştırmanın temel veri kaynaklarını yapılan görüşmeler ve fen bilimleri öğretmen adaylarının oluşturduğu dijital içerikler oluşturmaktadır. Yapılan görüşmeler yazılı olarak ifade edildiğinden doğrudan değerlendirmeye alınmıştır. Görüşmelerden alınan tüm sonuçlar bütünsel olarak çözümlenmiştir. Bunun için fen bilimleri öğretmen adayları ve fen bilimleri öğretmenleriyle yapılan görüşmelerden elde edilen nitel veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiş, veri çözümleme tekniklerinden ise verilerin kodlanması tekniği kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016, s. 163). Çalık ve Sözbilir (2014)'e göre içerik analizi, eldeki yazılı bilgilerin temel içeriklerinin ve içerdikleri mesajların özetlenmesi ve belirtilmesi işlemi olarak da tanımlanmaktadır. Sosyal bilimler alanında sıklıkla kullanılan içerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla kitap, kitap bölümü, mektup, tarihsel dokümanlar, gazete başlıkları ve yazıları gibi bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik olarak tanımlanabilir (Çalık ve Sözbilir, 2014, s.35). Analiz sürecinde ilk olarak

veriler kodlanarak temalar belirlenmiştir. Daha sonra kodlar temalara göre yeniden düzenlenmiştir.

3.7. Geçerlik ve Güvenilirlik

Araştırmada geçerlik ve güvenilirliği sağlamak için laboratuvar güvenliği ve dijital laboratuvarlarla ilgili literatür taraması yapılmış, araştırmada oluşturulan veri toplama araçları bu bağlamda oluşturulmuştur. Veri toplama araçlarındaki sorular oluşturulduktan sonra bir öğretim programı uzmanı, bir fen eğitimcisi ve bir ölçme-değerlendirme uzmanından görüş alınmıştır. Verilen uzman dönütlerinde form maddelerinin geçerliliği sağlanmıştır. Araştırmanın iç geçerliliğini sağlamak için araştırmaya katılan öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşleri hakkında kendilerinden teyit alınmış, tema ve kodlar oluşturulduktan sonra bir uzman görüşüne sunulmuştur. Ayrıca, araştırmanın iç geçerliliğini artırmak için öğretmen ve öğretmen adayı görüşlerine tablolar altında doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Araştırmada dış geçerliliği sağlamak için çalışma grubu ayrıntılı bir şekilde tanımlanmış ve ayrıntılı betimlemelere yer verilmiştir. Araştırmanın dış güvenilirliğini sağlamak için sonraki araştırmacılara fikir olması açısından önerilere yer verilmiştir. Araştırmanın geçerliliğini artırmak için görüşme formu, öğretmen görüşleri ve araştırmacı günlükleri ile veri çeşitlemesi yoluna gidilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. Bulgular

Araştırmanın bu kısmında, elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile kod ve temalar oluşturularak analiz edilmiş ve bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarına Ait Bulgular

Fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda aşağıda tablolar oluşturulmuş, tablolarda temalara, kodlara ve frekanslara yer verilmiştir.

Tablo 4.1

Öğretmen Adaylarının Tasarladıkları İçeriklerin (Videoların) Öğretmen Adaylarının Kendilerine Olan Katkılarına Yönelik Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
Teknoloji becerilerine katkı	Bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı	17	26,10
	Video düzenleme/editleme	5	7,70
Laboratuvar becerilerine katkı	Laboratuvar malzemeleri kullanımı	20	30,80
	Laboratuvar kurallarını öğrenme	17	26,10
	Mesleki yaşamda kullanma	27	41,50
	Mesleki bilgi ve tecrübe	19	29,20
	Kazanımlara uygun materyal tasarımı	16	24,60
	Eğlenerek öğrenme	15	23,10
	Kalıcı ve etkili öğrenme	12	18,50
Sağladığı faydaya yönelik katkı	Farklı fikirler üretme	10	15,40
	Grupla çalışma	9	13,80
	Sorumluluk alma	8	12,30
	Yaratıcılık ve hayal gücü	7	10,80
	Senaryo yazma	5	7,70
	Planlama	2	3,10
	Yardımlaşma	1	1,50

*n=65

Tablo 4.1' de öğretmen adaylarının tasarladıkları içeriklerin (videoların) öğretmen adaylarına katkılarına yönelik görüşleri 3 ana tema altında analiz edilmiştir. Teknoloji becerilerine yönelik katkı temasından elde edilen kodlar bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı (%26,10) ve video düzenleme/editleme (%7,70) şeklindedir. Laboratuvar becerilerine katkı temasından elde edilen kodlar; laboratuvar malzemeleri kullanımı (%30,80) ve laboratuvar kurallarını öğrenme (26,10) şeklindedir. Sağladığı faydaya yönelik katkı temasından elde edilen kodlar ise; mesleki yaşamda kullanma (%41,50), mesleki bilgi ve tecrübe (%29,20), kazanımlara uygun materyal tasarımı (%24,60), eğlenerek öğrenme (%23,10), kalıcı ve etkili öğrenme (%18,50), farklı fikirler üretme (%15,40), grupla çalışma (%13,80), sorumluluk alma (%12,30), yaratıcılık ve hayal gücü (%10,80), senaryo yazma (%7,70), planlama (%3,10) ve yardımlaşma (%1,50) şeklindedir. Bu bulguları destekleyen öğretmen aday görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

Bizlere derslerde bir şeyleri öğrenirken ve ileride öğretmen olduğumuzda öğrencilerimize derslerle ilgili bir şeyler öğretirken bu videoların daha çok eğitici, eğlenceli yanlarının olduğunu düşünmekteyim. Örneğin; eğiticilikten kasıt kendimizde laboratuvar malzemelerinin bazılarını bilmiyoruz ya da farklı bir malzeme olabileceğini düşünüyoruz. Bu yüzden ötürü videoları izlediğimizde öğrenebiliyoruz. Hatta bence laboratuvar deneylerinden önce bu tür videolar göz aşinalığımızın olmasını sağlayabilir. Güvenlik videoları içinde konuşacak olursak laboratuvar da dikkat etmemiz gereken işaretlerin üzerinden geçmiş oluyoruz. Senaryo yazarken nasıl senaryo yazılmasına dikkat etmeye çalıştık. Senaryo yazımıyla ilgili ve konularımız(laboratuvar güvenliği ve laboratuvar malzemeleri) ile ilgili araştırmalar yaptık. Yukarıda da bahsettiğim gibi örneğin malzemelerin renklerinin nasıl olabileceğini ve boyutu gibi özellikleri laboratuvar da araştırmadan önceden öğrenmiş olduk. Daha sonra bu bilgileri senaryoya dökerken dil becerilerini ve yaratıcılığımızı ekleyerek senaryo oluşturmaya çalıştık. Ayrıca senaryo aşamalarında aklımıza farklı fikirler geldi, arkadaşlarımızla senaryoyu yazarken konuştuk. Senaryonun nasıl yapılırsa daha hoş olabileceğini üzerinde tartıştık. Bu şekilde bir tartışma ortamıyla senaryoyu o yönde geliştirdik. Tabi ki de bu durum konu dahilinde gelişmekte olup bazı konularda parodi, bazı konularda tiyatro, bazı konularda yarışma şeklinde senaryo hazırlamak uygun düşebiliyor. Örneğin bizim laboratuvar malzemeleri senaryosunu sunarken bir öğretmenin sunması ve göstermesi şeklinde yapmamızın parodiye göre daha uygun olduğunu düşündük. Bu videoların hazırlanmasında movie maker gibi film hazırlama programlarının kullanımlarının üzerinden geçmiş olduk. Eğlenceli yandan kasıttan senar-

yonun çekim aşaması bizi çok güldürdü. Çekim aşamasında bazen söylediklerimizi karıştırdık , bazen yeri geldi unuttuk ve durasadak tekrardan o aşamaları çektik. Yani genel olarak ele almam gerekirse hem bir şeyler öğrendik, hem de eğlendik.’ (ÖA4).

Bir diğer öğretmen adayının (ÖA8) görüşü ise şu şekildedir:

Laboratuvar malzemeleri konusunu birinci sınıfta görmemize rağmen uygulama alanlarını yeteri kadar bilmediğimizi fark ettik. Bu konuda kendimizi teorik olarak geliştirdiğimizi düşünüyorum. Sadece bu konuda değil içerik oluşturma konusunda da kendimizi geliştirdik. Senaryonun ilgi çekici, öğrencilerin seviyesine uygun ve eğitsel olmasını amaçladık. Ayrıca kazanımda bulunmasına da özen gösterdik. Kamera fobimizi yendik ve kamera karşısına geçtik. Birkaç kez hata yapıp videoyu baştan çeksek bile genel olarak rolümüzü tam anlamıyla oynamaya çalıştık. Öz güvenimiz arttı ve kendimize olan inancımızı yeniledik. Videoyu tekrar tekrar izleyip nerelerde problem olduğunu anlamaya çalıştık. Geçen sene bilgisayar dersi kapsamında oluşturduğumuz videolardan bildiğimiz kadarıyla düzenlemeler yaptık. Ancak biraz unutmuştuk ve yardım aldık. Yani içeriği oluştururken teknoloji anlamında da kendimizi geliştirmiş olduk. Bunlardan farklı olarak ilk defa laboratuvar ortamında tek kaldık ve başımızda hiçbir görevli yoktu. Oluşturduğumuz içeriği uygularken öğrenciler gibi düşünmeye çalıştık. Onların yerinde olsak laboratuvar da neler yapardık diye düşündük. Senaryoda olan olaylar gerçek hayatta başımıza gelse neler yapabiliriz diye düşünmüş olduk. Kısaca ortaokul öğrencisi gibi düşünme, empati yapma, teknolojiyi kullanma, içerik oluşturma ve role bürünme konusunda bize katkı sağladığını düşünüyorum.’ şeklindedir. Bu konuyla ilgili araştırmacının günlüğü ise şu şekildedir: ‘*Öğretmen adayları video çekimi yapmadan önce senaryo tasarladılar. Her bir senaryoyu detaylı olarak inceledik ve öğretmen adaylarına bu konuda dönüt verdik. Bu da öğretmen adaylarına video çekim sürecinde kolaylık sağladı. Bununla birlikte birçok öğretmen adayı video çekimini yapamayacağını düşünmekteydi. Video çekimine başladıktan sonra bu tereddüt ortadan kalktı ve sonrasında eğlenmeye başladılar. Birçok öğretmen adayının laboratuvar malzemelerinin isimlerini bilmediğini, bunları arkadaşlarına sorduklarına ya da internetten baktıklarına tanık oldum. Ayrıca grup çalışması yaparken iş birliği ve görev paylaşımı yaptılar. Kamera önünde olmak isteyen kamera önünde oldu, istemeyenler ise çekim yaptılar.’*

‘Öğretim teknolojileri dersinde tasarladığımız videolar daha çok yaratıcılığımızı geliştirdi. Daha farklı düşünme imkanı sağladı. Şarkı sözleri yazdık ve buna uygun şarkı

çok araştırdık. Daha sonra bu videoyu nasıl çekebiliriz diye baya düşündük. Fen laboratuvarında eğlenerek öğrenmeyi sağlayacak bir video oluşturduk. Taslak çekimleri yaptık. Videolar üzerinde düzenlemeler yaptık bunları yaparken hem eğlendik hem öğrendik hemde faydalı olmaya çalıştık. Bu dersi hiç unutmayacağım. Çok çalıştık. Ayrıca movie maker programını nasıl kullanacağımı nasıl videoları birleştireceğimi öğrendim. Yetiştireceğimiz öğrencilere de öğretmenlere de bir fikir vermek istedik. Öğretmen olduğumda bu tarz videolar hazırlamak isterim. Daha yararlı ve daha öğretici olduğumu düşündüğüm için. Aynı zamanda yaratıcı düşünmeyi üç boyutlu düşünmeyi öğrendik. Bunları ileride uygulamak isterim. Yapım aşamasında video çekmek zor bir iş. Bu videoları Youtube yükledik. Youtube da izlenmeye başladı. Aynı zamanda Youtube kanalı nasıl açılır video nasıl yüklenir öğrenmiş olduk. Youtube da bu videolar için araştırma yapma imkanımızda oldu. Bunlarda bizim daha çok düşünmemize olanak sağladı.’ (ÖA15).

Konuyla ilgili araştırmacı günlüğünden notlar şu şekildedir: *‘Öğretmen adayları videoları çekerken çok eğlendiler. Daha önceden bilmediği malzemeler olduğunu farkedenler oldu. Bunlarla ilgili detaylı araştırmalar yaptılar. Video çekimlerinde gruptaki tüm üyeler, kendi laboratuvar malzemeleriyle ilgili her detayı biliyorlardı. Malzemelerin kullanım amaçlarını, o malzemeyle ilgili doğabilecek sıkıntıları anlattılar. Güvenlikle ilgili videoları çekerken canlandırma yapanlar oldu. Bu canlandırmaları yaparken heyecanlananlar ya da panik yapanlar oldu ve tekrar tekrar çekim yaptılar. Etkili bir takım çalışması yapmanın yanında, hayal gücü ve yaratıcılıklarını sonuna kadar kullandılar. Bu videolar genel olarak öğretmen adaylarının laboratuvar becerilerine olumlu katkı sağladı.’*

Tablo 4.2

Öğretmen Adaylarının Mesleki Kariyerlerinde Bu İçerikleri Kullanmalarına Yönelik Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
Kullanım durumu	Mesleki kariyerinde kullanmayı planlayanlar	62	95,38
	Mesleki kariyerinde kullanmayı planlamayanlar	3	4,62

*n=65

Tablo 4.2'ye göre öğretmen adaylarının %95.38'lik kısmı mesleki kariyerinde bu içerikleri kullanacağını belirtirken, %4,62'lik kısmı mesleki kariyerinde bu içerikleri kullanmayı planlamadığını belirtmiştir. Öğretmen adayları bu içeriklerin ortaokul öğrencileri için de uygun olacağını belirtmişlerdir. Bundan dolayı mesleki hayatlarında bu tarz eğitici ve öğretici etkinlikleri tercih edeceklerini belirtmişlerdir. Bunu destekler nitelikteki öğretmen adayı görüşleri şöyledir:

'İlerde bir fen bilgisi öğretmeni olduğumda tabiki de bu içerikleri kullanmayı düşünüyorum. Çünkü fen bilgisi dersi sınıf ortamından başka; deney yapmaya, gözlem yapmaya ve uygulamaya dayalı bir ders. Doğal ortamda, sınıf ortamında ve laboratuvar ortamında birçok deney yaptırmayı ve öğrencilerin de uygulamalı olarak öğrenmelerini istiyorum. Öncelikle laboratuvar malzemelerinin tanıtıldığı videolarımız, laboratuvarı tanımamıza yardımcı olabilecek videolardır. Bu yüzden kesinlikle kullanmak istediğim içeriklerden bir tanesi budur. Diğer laboratuvar güvenliği içerikli videolarımızda, öğretmen ve öğrencilerin güvenliği için önemli videolardır. Bu yüzden bu videoların hem izletilip, hem de öğrenmeleri için aynı şekilde veya farklı konuları seçmelerini isteyip onların da çekmelerini isteyebilirim. Bu şekilde bu içeriklerin daha da faydalı olacağına inanıyorum. Günlük hayatta karşımıza çıkan şeylerde var bu videolarda. Bu yüzden hayatımızın hemen hemen her alanında bu videolardan öğrendiklerimizi kullanabiliriz.' (ÖA5).

'İleride öğretmen olduğumda bu içeriklerden gerçekten çok beğendiğim ve kendimce başarılı olduğuna inandığım ve öğrencilere bir şeyler katabileceğini düşündüğüm öğretici videoları elbette kullanırım. Derste öğrencilere konu anlatırken bu tarz materyallerin yararlı olabileceğini ve öğrenciler için daha akılda kalacak bir ders işleyebileceğimi düşünüyorum. Hatta öğrencilerimden ilkokul seviyesinde videolar hazırlamalarını isterim. Onların da temelden yaratıcılıklarının gelişmesine önayak olurum. Ben eğer öğretmen olursam şuan hazırladığımız videolardan onlara örnekler göstererek onların da böyle eğitici videolar hazırlamalarını isterim ve bunu nota yansıtırım. Her öğrenci yaratıcılığını geliştirmeli. Çünkü öğrenciler materyal hazırlayarak öğrendiklerini unutmayacaklar ve daha çabuk kavrayacaklar. Bunu yaparken de aynı zamanda eğlenmelerini sağlayacağım. Onlar da sıkılmadan anlatılan konuyu öğrenecekler.' (ÖA10).

Tablo 4.3

Öğretmen Adaylarının Mesleki Kariyerlerinde Bu İçerikleri Kullanma Amaçlarına Yönelik Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
Kullanım durumu (Kullanırım)	İlgi/dikkat çekici	22	33,80
	Eğlenceli	19	29,20
	Kalıcı öğrenme sağlar.	11	16,90
	Akılda kalıcı	8	12,30
	Eğitici	6	9,20
	Faydalı	6	9,20
	Teknolojik	5	7,70
	Yaratıcılığa katkı	4	6,20
	Zor konularda kolaylık	4	6,20
	Merak uyandırıcı	4	6,20
	Kullanışlı	3	4,60
	Bilgilendirici	2	3,10
	Yenilikçi	1	1,50
	Günlük hayatla ilişkili	1	1,50
İstenildiğinde ulaşımla	1	1,50	
Seviyeye ve kazanımlara uygun	1	1,50	
Kullanım durumu (Kullanmam)	İçerikler profesyonel olmalı	3	4,60
*n=65			

Tablo 4.3 incelendiğinde öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda oluşturulan kodlar; ilgi/dikkat çekici (%33,80), eğlenceli (%29,20), kalıcı öğrenme sağlar (%16,90), akılda kalıcı (%12,30), eğitici (%9,20), faydalı (%9,20), teknolojik (%7,70), yaratıcılığa katkı (%6,20), zor konularda kolaylık (%6,20), merak uyandırıcı (%6,20), kullanışlı (%4,60), bilgilendirici (%3,10), yenilikçi (%1,50), günlük hayatla ilişkili (%1,50), istenildiğinde ulaşımla (1,50), seviyeye ve kazanımlara uygun (%1,50) şeklindedir. Bunu destekleyen ÖA7 kodlu öğretmen adayının bu konudaki görüşü şu şekildedir:

'Hazırladığımız videolar bize meslek hayatımızda çok yardımcı olacaktır. Öğrencilerimize özellikle laboratuvar uygulamaları konusunda teorik bilgileri uzun uzun anlatmak yerine bu videoları kullanabiliriz. Bu sayede hem eğlenip hem öğrenirler. Ayrıca

akılda kalıcı hale gelir hatta biz de onlardan benzer konularda farklı videolar yapmalarını isteyebiliriz. Özellikle Fen Bilgisi kapsamında görsel içerikler ön planda olduğundan dolayı eğitici videolar onların daha çok ilgilerini çeker. Aslında çok önemli bir konu olan laboratuvar güvenliği konusunda bilinçlenmelerini sağlayabiliriz. Bir problemle karşılaşıldığı zaman neler yapılabileceği ve ciddi sorunlar oluşmadan onları önlemeyi kısa zamanda etkili bir şekilde kazandırabiliriz. Özellikle ortaokul öğrencilerinin laboratuvar ortamında her şeye karşı merak duyguları ve tehlikeli olabilecek maddelere karşı sempaticileri bulunur. Bu noktada deneyleri yapmaya başlamadan önce mutlaka teorik bilgiler verilmeli, hazırladığımız videolar sınıfa sunulmalıdır. ’. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı ÖA 24 kodlu öğretmen adayıyla aynı görüştedirler. Bunu destekler nitelikteki bir diğer öğretmen adayının görüşü (ÖA 13) aşağıdaki gibidir:

‘İleride öğretmen olduğumda bu videoları kullanmayı düşünürüm çünkü bu videoların öğrencilerin dikkatini çekebileceğini düşünüyorum. Laboratuvar güvenliği ve tehlikelerin öğrencileri bilgilendirme konusunda sözel anlatımdansa video izletmek onların daha fazla dikkatini çekeceğini ve daha akılda kalıcı olacağını düşünüyorum. Güvenlik alınmadığı takdirde sonuçlarının neler olabileceğini görmelerini de sağlayacaktır. Videolar sayesinde laboratuvar güvenliği konusunda daha dikkatli davranacaklarını düşünüyorum. İzledikleri videolarla bazı kimyasalların tehlikelerini öğrenmeleri ve buna karşı onlarla oynamaması gerektiğini laboratuvar ortamında eldiven ve önlük kullanımının ne derece önemli olduğunu görmelerini sağlayacaktır. Malzeme tanıtım videolarında da laboratuvar ortamında kullanılan malzemeleri tanıyıp hangi deneyde ne kullanmaları gerektiğini kavrayabileceklerdir.’.

Bir başka öğretmen adayının (ÖA 38) görüşü ise:

‘İleride bu videoları kullanmayı düşünürüm. Çünkü laboratuvar derslerimizde güvenliği anlatırken bu videolardan yararlanabilirim. Öğrencilerin ilgilerini çekebilir ve kendi öğretmenlerinin de videolarda olması öğrencilerin hoşuna gidebilir. Malzeme tanıtım videoları da malzemelerin nerelerde ve hangi amaçla kullanıldığını anlatırken kullanabileceğimiz güzel materyaller olabilirler.’ şeklindedir.

Tablo 4.4

Dijital İçeriklerin Nasıl Geliştirilebileceğine Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
İçerikleri geliştirme	Senaryonun geliştirilmesi	38	58,46
	Videoların ses ve görüntü kalitelerinin iyileştirilmesi	36	55,38
	Daha eğlenceli hale getirilmesi	18	27,69
	Videoların süresinin uzatılması	14	21,53
	Farklı teknolojik programlar kullanılması	13	19,69
	Video çekimi ve düzenlemesiyle ilgili profesyonel yardım alınması	9	13,84
	Farklı web 2.0 araçları kullanımı	4	6,15
	Videolar engelli bireyler için uygun hale getirilmesi	1	1,53
	*n=65		

Tablo 4.4'te öğretmen adaylarının hazırladıkları içeriklerin nasıl geliştirilebileceğine yönelik öğretmen adaylarının görüşlerine yer verilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının %58,4'lük kısmı hazırladıkları senaryoların geliştirilebileceğini ve bu senaryoların farklı yaş gruplarına ve farklı konulara uyarlanabileceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %55,38'lik kısmı videoların ses ve görüntü kalitelerinin iyileştirilebileceğini böylelikle videoların daha verimli hale gelebileceğini belirtmişlerdir. %27,69'luk bir kısım ise videoların daha eğlenceli hale getirilebileceğini, böylelikle izleyenlerin ilgisinin daha iyi çekilebileceğini belirtmişlerdir. %21,53'lük kısım ise videoların süresi uzatılırsa daha verimli olabileceğini, %19,69'luk kısım bu videoların oluşturulmasında farklı teknolojik programlar kullanıldığında daha verimli olabileceğini vurgulamıştır. %13,84'lük kısım video çekimlerinde ve videoların oluşturulmasında profesyonel yardımların alınabileceğini belirtmişlerdir. %6,15'lik kısım bu uygulamaların farklı web 2.0 araçlarında kullanılabilmesini ve paylaşılabilmesini belirtmişlerdir. %1,53'lük kısım ise videoların engelli bireyler için uygun hale getirilebileceğini belirtmiştir. Öğretmen adaylarından ÖA6 bu konudaki görüşünü şu şekilde belirtmiştir: *'İçerikler amatör olarak oluşturuldu. Fakat yine de bir çalışmanın sonucunda güzel şeyler ortaya konuldu. Geliştirilebilir mi? Evet. Geliştirme açısından teknolojinin de ilerlemesiyle daha gerçekçi tasarımlar ya-*

pılabilir. 4K videolar çekilebilir. Ses kalitesini yükseltmek için daha iyi mikrofonlar kullanılabilir. Videonun sanal gerçeklik ile verilmesi düşünülebilir. Bu hem öğrenmeyi kalıcı hale getirir hem de ilgi, isteği artırır. Videolarda içerikler daha da zenginleştirilebilir. Öğrencinin aklında soru işareti kalmaması için bu önemli bir ekleme olur. Görsel açıdan tasarımlar daha da ilgi ve merak uyandırıcı olabilir. Bunun için daha gelişmiş programlar kullanılarak hazırlama yapılabilir. Videolarda olumlu ya da olumsuz durumlarda uygulamalı bir yapay sahne tasarlanabilir, bu şekilde öğrenci anında ve yerinde uygulayarak öğrenir. Videolarda başlangıçta bütün içeriklerin köprü anahtarı olur ve öğrenci istediği gibi istediği içeriğe geçiş yapabilir. Öğretmenin aklında soru işareti kalmaması için öğrencinin videoyu tamamen izleyip izlemediğini aktaran bir özellik eklenebilir. Bence bunlar geliştirme için yapılabilecek birkaç işlev. Daha da fazlası elbet vardır. *Düşüncelerim bu yönde.*’ şeklindedir. ÖA12 kodlu öğretmen adayının bu konudaki görüşü ise:

‘Bu içeriklerin geliştirilmesi için senaryoların içeriklerinin üzerinde uzun süre düşünülmelidir. Senaryoların konularının farklı ve ilginç bir şekilde öğrenciye daha iyi nasıl aktarılacağı üzerinde durulmalıdır. Karakter sayısı fazla olmalıdır. Çekim yapılan ortamın ışığı, fiziksel özellikleri, ses yalıtımı gibi özellikleri iyi bir şekilde ayarlanmalıdır. Video çekiminde kullanılacak kameranın görüntü kalitesinin iyi olması da oldukça önemlidir. Çünkü ses ve görüntü iyi olmadığında bu materyalde etkisini kaybedebilir ve sınıf ortamında da bu iki özelliğin iyi olması çok önemlidir. Video içeriklerinin ders anlatır formatında değil öğrencinin ilgisini çekebilecek farklı durumlar ve eğlenceli olaylar üzerinde senaryoların üretilmesi daha iyi olabilir. Öğrenciye verilmek istenen mesajın ve konunun, öğrenciye anlaşılır biçimde verilmesine önem gösterilmelidir.’ şeklindedir. ÖA21 kodlu öğretmen adayının görüşü ise:

‘Bu videolarda tek eksik teknik aksaklıklardır. Bu videolar için araştırma yaparken hiç bir tv kanalının yahut medya aracının böyle içerikler paylaştığını görmedim. Yani bunu yapan ilk kişileriz ve elbette amatörüz. Kameralarımız, ses sistemimiz, belki oyunculuk performanslarımız yeterli olmamış olabilir. Fakat çok güzel, yaratıcı senaryolar üretebildik. Zaman darlığı, ders yoğunluğu sebebiyle daha düzelterek çekemedik. Her şeye rağmen videolarımız çok başarılıydı. Yazdığımız senaryoları yazmadan önce de senaryo yazımı konusundan da araştırmalar yaptık. Araştırmalarda bulduğumuz senaryolardan esinlenerek ve elbette kurallara dikkat ederek yazmaya çalıştık. Bunun da etkisi vardır. Videolarımızdaki tek aksak yönü teknik yetersizlikler olarak görmekteyim.’ şeklinde olmuştur.

Konuyla ilgili araştırmacı gnlgnden notlar şu şekildedir: 'ġretmen adaylarından senaryolarını uygularken sorun yaşayanlar oldu. Sorun yaşayanlar senaryolarını o anda revize ettiler. Çekim yaparken ortamın ışıklandırmasına, videoların ses düzeyine olabildiġince dikkat eden gruplar vardı. Hatta profesyonel çekim aletleri olsa daha iyisini çekeriz diyenler bile oldu.'

Tablo 4.5

ġretmen Adaylarının İçerikleri Hazırlarken Karşılaştıkları Zorluklara Yönelik Görüşleri

Tema	Kodlar	f	%
Zorluklar	Fikir retme ve senaryo yazımı	29	44,61
	Zaman	18	27,69
	Laboratuvar malzemelerini bulma ve tanıma	15	23,07
	Mekan bulma ve mekan kullanımı	13	20
	Video düzenleme ve montaj	12	18,46
	Senaryoları aktarma	9	13,84
	Oyunculuk ve canlandırmalar	9	13,84
	Grup ve görev paylaşımı	8	12,30
	Kazanımlara uygun materyal tasarlama	4	6,15
	Zorluk yaşamadım	1	1,53
*n=65			

Tablo 4.5'e göre ġretmen adaylarının içerikleri hazırlarken karşılaştıkları zorluklara yönelik görüşlerine yer verilmiştir. Buna göre ġretmen adaylarının %44,61'lik kısmı fikir üretmede ve senaryo yazma sürecinde birtakım zorluklar yaşadığını belirtmiştir. %27,69'luk kısmı ise zaman konusunda sıkıntı yaşadığını belirtmiştir. ġretmen adaylarının bir kısmı videoların süresini yeterli bulurken, bir kısmı ise bu sürenin fazla olduġunu belirtmişlerdir. %23,07'lik kısmı laboratuvar malzemelerini bulmakta ve tanımakta zorluk yaşadığını belirtmiştir. %20'lik kısmı ise mekân bulmada ve mekân kullanımında zorluklar yaşadığını belirtmiştir. %18,46'lık kısmı video düzenleme ve montaj yapa aşamasında birtakım zorluklar yaşadığını belirtmişlerdir. %13,84'lk kısmı senaryoları aktarmada sıkıntı yaşadıklarını, %13,84'lk kısmı oyunculuk ve canlandırmalarla ilgili sıkıntılar yaşadığını, %12,30'luk kısmı kendi grubuyla ve grup içerisindeki arkadaşlarıyla bir

takım sıkıntılar yaşadığını belirtmiştir. %6,15'lik kısmı kazanımlara uygun materyal tasarlama zorlandığını, %1,53'lük kısmı bu süreç içerisinde herhangi bir zorluk yaşamadığını belirtmiştir. Bu konuda yaşanan sıkıntılarla ilgili bir öğretmen adayı (ÖA 45) görüşünü şu şekilde belirtmiştir: *'İçeriğin geliştirilmesi için öncelikle video oluşturma aşamasında süre kısıtlaması olmaması gerekirdi. Kısa zamanda video çekimi yaptığımız için senaryomuzu kısaltmamız ve laboratuvarın boş olduğu ve dersimizin olmadığı uygun zamanları bulmaya çalıştık. Ayrıca bize verilen malzemelerden bazıları laboratuvarda yoktu ve onlara çalışmıştık daha sonra farklı malzemeleri eklemeye karar verdik. Ders sonrası video çekimine gittiğimizde hava bozuk olduğu için gün ışığının az olduğunu gördük. Ama çekmek zorunda kaldık çünkü iki gün vardı ve diğer gün videoyu düzenleyecektik. Bu yüzden ışık konusunda olumsuzlar yaşadık. Rolümüzde doğaçlama yaptığımızda sürenin çok fazla uzadığını gördük. Yaklaşık on dakikalık senaryosu uzun bir video olmuştu. Bazı sahneleri çıkarıp yerine yeni sahneler ekledik bazı sahneleri de hızlandırdık. Video çekiminde laboratuvarın kapısını kapatmıştık çünkü dışarıdan sesler geliyordu bu yüzden ses yankı problemi oluşmuş olabilir. Ayrıca arkadaşlarımız malzeme almaya geldikleri için de ekstra sesler oluştu. Videoyu bitirdikten sonra internetten yükleme yapacaktık ve yurttan internet kötü olduğu için bir video yaklaşık sekiz saate yüklendi. Bence bu probleme farklı bir çözüm üretilebilir.'*

Bu konuda diğer bir öğretmen adayı (ÖA 18) görüşünü şu şekilde belirtmiştir: *'İçerikleri hazırlarken senaryo kısmında konunun anlaşılabilir olması laboratuvar kurallarının açık bir şekilde ifade edilmesi ve sahne geçişlerinde herhangi bir kopukluğun olmaması gerekiyordu. Bu noktada zorlandığımızı söyleyebilirim. Çünkü daha önce buna benzer bir çalışma yapmamıştım. Fen bilgisi dersinin bir konusu anlatılabilir fakat bu konunun senaryoya dönüştürülmesi biraz deneyim istiyor. Senaryoyu kurguladıktan sonra çekim aşamasında yaşadığımız zorluklardan biri kameranın ayarlanması öğrencilerin görebileceği ve duyabileceği bir mesafeden ve açıdan videoyu çekmekti. Bu noktada da yaşadığımız zorlukları deneyimsiz olmamızla ilişkilendiriyorum. Daha önceden kamera karşısına geçmemiş, oynanmak için bir senaryo yazmamış ve kamerayla bu şekilde bir video çekmemiş bireyler olarak bu zorlukların normal olduğunu düşünüyorum.'* Bununla birlikte araştırmacı günlüğünde konuyla ilgili şu notlara yere verilmiştir: *'Öğretmen adayları senaryoları yazarken planlama aşamasında birtakım zorluklar yaşadılar. Her grupta üyelerin farklı görüşleri vardı ve bu görüşleri ortak bir karara bağlarken zorluk yaşayanlar oldu. Bununla birlikte video çekim sürecinde video çekimini nasıl ya-*

pacakları konusunda tereddütler vardı. Birçoğu video çekimi için cep telefonlarını kullandı. Laboratuvar malzemelerini bulmakta zorlananlar oldu. Aynı zamanda bazı laboratuvar malzemelerinin laboratuvarında olmadığı fark edildi. Bunlara çözüm olarak internetten ilgili laboratuvar malzemesinin fotoğrafının kullanılması tavsiyesinde bulunuldu. Laboratuvar güvenliği ile ilgili videolarda ise senaryoyu tam uygulayamayanlar oldu. Bunun çözüme kavuşturulması için senaryolarda esnekliğe gidildi. Bununla birlikte çekimlerin yapılacağı ortam ve ekipman konusunda sıkıntı yaşayanlar da vardı. Fakültede 2 laboratuvar vardı ve herkes çekimini laboratuvar ortamında yapmak istedi. Zaman konusunda sıkıntı yaşayanlar da oldu. Her bir grup için ayrı ayrı randevu oluşturuldu fakat randevu saatleri öğretmen adaylarına yeterli gelmemişti. Bunlara sonradan ek randevu verildi.

Tablo 4.6

Öğretmen Adaylarının İçerikleri Hazırlarken Teknolojiyi Kullanma Becerilerine Katkılarına Yönelik Görüşleri

Temalar	Öğretmen Adaylarının Görüşleri	f	%
Teknoloji becerilerine katkı	Katkı sağlayanlar	59	90,77
	Katkı sağlamayanlar	6	9,23

*n=65

Tablo 4.6’da öğretmen adaylarının içerikleri hazırlarken teknolojiyi kullanma becerilerine katkı sağlayıp sağlamadığına yönelik görüşlerine yer verilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının %90,77’lik kısmı içerikleri hazırlarken teknoloji becerilerinin geliştiği görüşünü belirtirken, %9,23’lük kısmı içerikleri hazırlarken teknoloji becerilerinin gelişmediğini belirtmiştir. ÖA4 kodlu öğretmen adayı bu konudaki görüşünü şu şekilde dile getirmiştir: ‘*Teknoloji tasarım dersinde tasarladığımız içerikleri hazırlarken PowerPoint, Video maker gibi birçok uygulamayı daha iyi öğrendim diyebilirim. Bu da teknolojiyi kullanma bazında bana bir şeyler kaydığını gösterir. Bunun dışında bütün bu programlar bilgisayarda olduğu için insan ister istemez bilgisayarla daha çok içli dışlı oluyor. Bu da bilgisayar kullanımını ve kullanım hızını olumlu yönde etkiliyor diyebilirim. Mesela bu içerikleri hazırlarken klavyede dahi bilmediğim bazı yeni tuş kombinasyonlarını öğrendim bu bile teknoloji kullanım becerimi küçük ölçüde de olsa arttırmış oldu. Zaten bu içerikleri ileride meslek hayatımızda da kullanacağımız için bizi teknolojiye yaklaştıracaktır. Yani kısacası hazırladığımız bu içerikler birçok alanda biz öğretmen adaylarına*

fayda sağladığı gibi teknoloji kullanım konusunda da fayda sağlamıştır. ’. Bu konuda bu içeriklerin teknoloji becerilerine katkı sağlamadığı yönünde görüş bildiren ÖA 52 kodlu öğretmen adayının bu konudaki görüşü şu şekildedir : ‘ Teknolojiyi kullanmayı daha önceki senelerde aldığımız bilgisayar derslerinden biliyorduk. Video birleştirme ses ekleme gibi becerilerimiz zaten vardı. Pratik yapmış olduk. ’.

Öğretmen adaylarının birçoğunun video çekimi için ön beceriye sahip olduğu, ayrıca öğretmen adaylarının bu süreç boyunca teknoloji becerilerinin geliştiği bulgusuna ulaşılmıştır.

4.2. Fen Bilimleri Öğretmenlerine Ait Bulgular

Fen bilimleri öğretmenleriyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda aşağıda tablolar oluşturulmuş, tablolarda temalara ve frekanslara yer verilmiştir.

Tablo 4.7

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Tasarlanan İçeriklerin (Videoların) Ortaokul Öğrencilerine Ve Öğretmen Adaylarına Katkılarına Yönelik Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
Laboratuvar becerilerine yönelik katkı	Laboratuvar malzemelerini tanıma	30	46,15
	Laboratuvar kurallarını öğrenme	28	43,07
Sağladığı faydaya yönelik katkı	Öğrenmeyi kolaylaştırma	24	36,92
	Sorunlara çözüm oluşturma	24	36,92

*n=35

Tablo 4.7’ye göre fen bilimleri öğretmenlerinin %46.15’i öğretmen adaylarının bu içerikleri tasarlarken laboratuvar malzemelerini daha iyi tanımalarını sağladığı görüşündedir. Fen bilimleri öğretmenlerinin %43,07’lik kısmı ise öğretmen adaylarının laboratuvar kurallarını daha iyi kavradıkları görüşündedir. Burada fen bilimleri öğretmenleri arasında bu etkinliklerin hem öğretmen adaylarının hem de ortaokul öğrencilerinin laboratuvar malzemelerini daha kolay tanımalarını sağlayacağı yönünde görüş birliği ön plana çıkmaktadır. Aynı şekilde bu tarz etkinliklerin laboratuvar kurallarının anlaşılması ko-

nunda olumlu katkılar sağlayacağı yönünde de aynı şekilde görüş birliği oluşmuştur. Bununla ilgili Ö29 nolu fen bilimleri öğretmenin görüşü ‘*Katkılarının olumlu olacağını düşünüyorum. Bu videolar sayesinde öğretmen adayları ve öğrenciler konuları daha iyi kavrayacaklardır. Günümüz teknoloji çağında artık her şey dijital. Bundan dolayı böyle içeriklere ihtiyaç duyulmaktadır.*’ şeklindedir. Bunu destekler nitelikteki bir diğer öğretmenin (Ö31) görüşü ise ‘*İçerikler çok güzel tasarlanmış. Videoları izlerken eğleniyoruz ama aynı zamanda da öğreniyoruz. Ortaokul öğrencilerinin de anlayabileceği düzeyde içerikler. Öğrencilerin ve öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, laboratuvar becerilerine ve teknoloji becerilerine olumlu katkı sağlayacağını düşünüyorum.*’ şeklindedir. Ö34 nolu öğretmenin görüşü ise ‘*Ortaokul öğrencileri bu etkinliklerle daha kolay ve eğlenceli öğrenebilirler. Aynı şekilde öğretmen adaylarının da laboratuvar bilgilerine ve becerilerine katkı sağlayacaktır.*’ şeklindedir. Buradan bu tarz içeriklerin hem öğretmen adaylarının hem de ortaokul öğrencilerinin hem laboratuvar becerilerine hem de teknoloji becerilerine olumlu katkılar sağladığı bulgusuna ulaşılmıştır. Fen bilimleri öğretmenlerinin %36’lık kısmı ise bu tarz içerikleri ilgi çekici bulmuştur. Ö2 nolu fen bilimleri öğretmenin konu ile ilgili görüşü şu şekildedir: ‘*Özellikle ortaokul öğrencilerinin Youtube gibi sosyal medya içeriklerini daha ilgiyle takip ediyor olması laboratuvar güvenliği ve malzemelerin tanıtımı ve kullanımı ile ilgili hazırlanan içerikleri daha kolay öğrenmelerini sağlayacaktır. Okul laboratuvarlarında öğretmenlerin sözlü veya yazılı uyarılarından daha ilgi çekici ve daha eğlenceli halde verilmesi daha etkili sonuçlar verecektir diye düşünüyorum.*’. Buna göre geleneksel öğretim yöntemlerinin aksine öğretim sürecinde teknolojinin kullanılması hem ortaokul öğrencilerinin hem de öğretmen adaylarının öğrenme sürecine olumlu katkı sağlayacağı bulgusuna ulaşılmıştır. Bunu destekler nitelikteki Ö12 nolu fen bilimleri öğretmenin görüşü ise ‘*Bu içerikler ortaokul öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının öğrenmesi gereken konuları çok daha eğlenceli bir şekilde daha ilgi çekici bir şekilde öğrenmesini sağlayacaktır. Ayrıca fen bilimleri öğretmenlerinden bile laboratuvar güvenlik kurallarını ve laboratuvar malzemelerini bilmeyenler var. Bu içerikler sayesinde daha kolay öğrenilebilir.*’ şeklinde olmuştur.

Tablo 4.8

Tasarlanan İçeriklerin Ortaokul Öğrencileri Tarafından Nasıl Anlaşılacağına Yönelik Öğretmen Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
Anlaşılma durumu	Anlaşılır	29	82,80
	Anlaşılmaz	6	17,20
*n=35			

Tablo 4.8'e göre fen bilimleri öğretmenlerinin tasarlanan içeriklerin ortaokul öğrencileri tarafından nasıl anlaşılacağına yönelik görüşleri 2 farklı tema altında incelenmiştir. Fen bilimleri öğretmenlerinin %82,20'si tasarlanan bu içeriklerin ortaokul öğrencileri tarafından anlaşılır olduğunu düşüncesindedir. Bu bulguları destekleyen Ö15 kodlu katılımcının görüşü şu şekildedir: *'Ortaokul öğrencilerinin laboratuvar kurallarına uymadığı takdirde oluşacak problemleri bire bir idrak etmesini ve laboratuvar malzemelerinin özelliklerini bilmenin önemini anlamalarını sağlar.'* Bir başka katılımcının (Ö19) bu konudaki görüşü ise: *'Ortaokul öğrencilerinin de anlayabileceği seviyede videolar olmuş. Bir laboratuvar kuralını öğretmek istediğimizde bu videoları tercih edebiliriz ya da buna benzer videoları kendimiz öğrencilerimizle birlikte oluşturabiliriz.'* şeklindedir. Buradan laboratuvar kuralları ve güvenliği kurallarını içeren dijital bir laboratuvar oluşturma'nın ortaokul öğrencileri için de uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Fen bilimleri derslerinin büyük bir çoğunluğu laboratuvar ortamında geçmektedir. Bundan dolayı laboratuvar kullanan her bireyin laboratuvar kurallarını çok iyi bilmesi ve laboratuvar malzemelerini yakından tanınması gerekmektedir. Bu laboratuvar kullanan tüm yaş grupları için geçerlidir. Bu konuyla ilgili bir katılımcının (Ö22) görüşü ise *'Ortaokul öğrencileri de bu videoları izleyebilir. Videolar gayet anlaşılır ve ortaokul öğrencilerinin de seviyelerine uygundur. Laboratuvar malzemelerinin isimlerini öğrenmek bir öğrenci için zor olabiliyor. Bundan dolayı bu içeriklerle daha kolay anlaşılabilir. Konular daha iyi kavranabilir.'* şeklinde görüşünü belirtmiştir. Bununla birlikte, katılımcılardan bazıları (%17,20) bu içeriklerin ortaokul öğrencileri tarafından anlaşılmayacağı görüşündedir. Buna örnek olarak Ö3 nolu katılımcının görüşü *'Çok dikkate alacaklarını sanmıyorum çünkü oyun zamanı olan bireylerdir. İlk videodaki kurallar sıkıcı gelebilir.'* şeklindedir. Bununla birlikte Ö5 nolu katılımcı bu konudaki görüşünü şöyle belirtmiştir: *'Kurallar*

videosu kuralların gerçekten gerekli olduğunu anlamalarına yardımcı olur fakat malzemelerin tanıtım videosu çocukların ilgisini çekmez çekse bile kalıcı öğrenme sağlayacağını düşünmüyorum.'. Ö3 ve Ö5 nolu katılımcıların görüşleri göz önüne alındığında videoların sıkıcı olabileceği düşüncesi ön plana çıkmaktadır. Diğer katılımcılar (Ö8, Ö14, Ö16) ise kısaca bu videoların anlaşılır olmadığını belirtmişlerdir.

Tablo 4.9

Tasarlanan İçeriklerin Laboratuvar Kurallarının Ve Laboratuvar Malzemelerinin Daha İyi Anlaşılması Hususunda Katkılarına Yönelik Öğretmen Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
Laboratuvar becerilerine yönelik katkı	Laboratuvar kurallarının daha iyi anlaşılması	11	30,55
	Laboratuvar malzemelerinin daha iyi anlaşılması	11	30,55
	Laboratuvarı ve malzemeleri güvenli kullanmayı sağlaması	6	16,6
	Güvenlik konusunda farkındalık oluşmasını sağlaması	1	2,7
Sağladığı faydaya yönelik katkı	Kalıcı öğrenmeyi sağlaması	6	16,6
	Eğlenerek öğrenmeyi sağlaması	3	8,3
	Kullanım kolaylığı sağlaması	3	8,3
	Kavram yanlışlarını önlemesi	1	2,7
	Katkı sağlanmaması	1	2,7

*n=35

Tablo 4.9'a göre katılımcılar tasarlanan içeriklerin laboratuvar kurallarının ve laboratuvar malzemelerinin daha iyi anlaşılmasını sağladığı (%30,55) görüşündedir. Bu bulguları destekler nitelikteki katılımcı görüşlerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

'Laboratuvar kurallarının ve kullanılacak malzemelerin ne olduğunun bilinmesi deneylerin daha doğru sonuç vermesini ve güvenli olmasını sağlar.' (Ö2).

'Genellikle derslerde güvenlik önlemleri sadece sözle ifade ediliyor ya da örnekler veriliyor bu örnekler öğrencilerin dikkatini toplamada daha netlik sağlıyor.' (Ö4).

'Somut örnekler oluşturarak dikkat çekici olmuş böylece daha kalıcı öğrenmeler gerçekleşebilir.' (Ö5).

'Daha iyi anlaşılmasına katkı sağlar. Teknolojinin ilerlediği bu dönemde öğrencileri bu tarz etkinliklere yönelterek onların eğlenerek öğrenmesini sağlayabiliriz.' (Ö7).

'Hem görsel hem işitsel olarak öğrencilere hitap ettiği için malzemeleri kolaylıkla hatırlayabilirler. Kurallar için canlandırma yapmaları öğrencilerin dikkatini çekip güdülenmelerini ve derse karşı tutumlarını olumlu yönde etkileyecektir.' (Ö14).

'Tabiki de geleneksel öğretim yöntemlerinin aksine bu tarz yenilikçi yöntemlerle laboratuvar malzemeleri ve laboratuvar kuralları daha anlaşılır hale getirilebilir.' (Ö19).

'Gerçeğe benzer ama zararlı malzemelerden uzak ve tehlike oluşturmayan güvenilir ortam sağlanır. Böylece bol deneyler yapma imkânı tanınır.' (Ö21).

'Gerçek malzemeye dokunmak, hissi eksik de olsa kendi laboratuvarında olmayan malzemeler açısından örnek bir sunum görülmüş olur.' (Ö23).

'Laboratuvar malzemeleri birçok öğrenci tarafından bilinmemektedir. Bu sayede öğrenciler laboratuvar malzemelerini ve kurallarını daha iyi kavrar.' (Ö24).

'Laboratuvar malzemelerinin tanınmasında katkı sağlayabilir. Öğrenciler malzemenin resmini gördüğünde adını hatırlayabilir. Malzemenin kullanım alanını çağrıştırebilir' (Ö30).

'Laboratuvar malzemelerinin yerinde ve amacına uygun kullanılmasına katkı sağlar. Modern çağda artık teknoloji ve fen bilimleri iç içe. Bu etkinliklerde teknolojinin fen bilimleri laboratuvarlarına uygulaması gerçekleşmiş ve başarılı olmuş. İnsanların ilgisinin teknolojiye odaklandığı bu çağda bu etkinlikler laboratuvar kurallarının ve laboratuvar malzemelerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.' (Ö34).

'Eğlenceli ve akılda kalıcı. En iyi yanı ise her an ulaşılabilir ve tekrar izlenebilir olması. Ayrıca yaygınlaştırılması ve geniş kitlelere ulaşılması kolay. Bu içeriklerin Youtube yerine EBA portalına yüklenmesi daha güvenilir olacaktır.' (Ö36).

Bütün bu görüşler göz önüne alındığında; tasarlanan içeriklerin laboratuvar kurallarının ve malzemelerinin daha iyi anlaşılması hususunda olumlu katkılar sağladığı, bu tarz içeriklerle kalıcı öğrenmenin sağlanabileceği, laboratuvarı ve laboratuvar malzemelerini daha güvenli kullanmayı sağladığı, eğlenceli içerikler olduğu için öğrencilerin ilgisini çektiği, laboratuvarı kullanım kolaylığı sağladığı bulgularına ulaşılmıştır.

Tablo 4.10

Tasarlanan İçeriklerin Geliştirilmesi İçin Neler Yapılabileceğine Yönelik Öğretmen Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
İçeriklerin geliştirilmesi	İçeriklerin kalitesi artırılması	10	28,60
	Farklı örneklerle desteklenebilmesi	10	28,60
	Farklı yaş gruplarına uyarlanabilmesi	2	5,70
	Farklı eğitim teknolojileri kullanılabilmesi	2	5,70
	Daha profesyonel hale getirilebilmesi	2	5,70
	Daha ilgi çekici hale getirilebilmesi	1	2,80

*n=35

Tablo 4.10'da fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri incelendiğinde tasarlanan içeriklerin geliştirilmesi için içeriklerin kalitesi artırılabilir (%28,60) görüşünün ön plana çıktığı görülmektedir. Bu konu hakkındaki katılımcı görüşleri aşağıdaki gibidir:

Daha kaliteli video çekimi yapılabilir. Senaryolar genişletilebilir. (Ö10).

Videodaki canlandırmalar daha gerçekçi olabilir. Duygular yansıtılmamış laboratuvar malzemeleri tanıtılırken ses tonunda tek düzelik değiştirilmeli. Animasyonlardan yararlanabilir. (Ö14).

Oyunculuk, ses ve görüntü kalitesi arttırılabilir. Ya da animasyon tekniği denenebilir. (Ö16).

Videolar ses ve kalite bakımından düzenlenebilir. Fen bilimlerinin farklı konularına uyarlanabilir. Senaryolar bakımından zenginleştirilebilir. (Ö19).

Videoların kalitesi artırılabilir. Fen bilimleri derslerinin farklı konularında da buna benzer videolar tercih edilebilir. (Ö22).

Buna göre, videoların ses ve görüntü bakımından kalitelerinin artırıldığında, senaryolar içerik bakımından geliştirildiğinde olumlu sonuçlar doğuracağı bulgusuna ulaşılmıştır. Bir diğer ön plana çıkan görüş ise içeriklerin farklı örneklerle desteklenebileceği (%28,60) görüşüdür. Bunu destekler nitelikteki katılımcı görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

'Videoların başına ya da sonuna haberler ya da yaşanmış örneklere yer verilebilir.' (Ö4).

'Laboratuvar kuralları videosu birkaç seri şeklinde çekilebilir. Laboratuvar da ilk gün videosu, kurallara uymayanlarla birlikte kurallara uyan kişilerin yaşadıkları deneyimler peş peşe verilebilir. Laboratuvar malzemeleri videosu da branşlara ayrılarak çekilebilir, her deneyde kullanılabilen malzemeler, kimya deneylerinde kullanılan malzemeler, fizik deneylerinde kullanılan malzemeler olacak şekilde düzenlenebilir.' (Ö5).

'Uyulması gereken kurallar animasyon haline getirilerek gerçekten kuvvetli asit ayağınıza damladığında vücudumuzda ne gibi değişiklikler olacağını veya elimiz yandığında ne gibi problemlerle karşılaşılacağını daha detaylı görebilirler veya asit ve ateş yanıklarıyla ilgili gerçek görseller konulabilir. Laboratuvar malzemeleri çeşitlendirilebilir. Animasyon haline getirilebilir.' (Ö15).

'Video kurgusu açısından, öğrenciden dönüt alır gibi seslenişler eklenebilir. "Arkadaşımız yanlış yapmış, değil mi arkadaşlar?" gibi.' (Ö23).

Buna göre oluşturulan içeriklerin farklı örneklerle zenginleştirilmesi içeriklerin geliştirilmesine olumlu katkı sağlayacağı bulgusuna ulaşılmıştır. Katılımcıların belirttiği bir diğer görüş ise farklı yaş gruplarına uyarlanabilir (%5,70) görüşüdür. Buna örnek olarak aşağıda katılımcı görüşlerine yer verilmiştir:

'Daha fazla bilgileri içerebilir aynı zamanda ortaokul öğrencileri ile de bu videolar tekrarlanabilir.' (Ö6).

Bu içerikler ortaokul öğrencilerine tasarlatılabilir. Böylece hem eğlenmiş hem de öğrenmiş olurlar. (Ö13).

Buradan, tasarlanan içeriklerin geliştirilmesi için farklı yaş grupları için de içerikler oluşturulabileceği bulgusuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte katılımcıların %5,70'i farklı eğitim teknolojilerinin kullanılabilmesini, %5,70'i içeriklerin daha profesyonel hale getirilebileceğini, %2,80'i içeriklerin daha ilgi çekici hale getirilebileceğini belirtmiştir. Bununla alakalı göze çarpan katılımcı görüşleri ise aşağıda belirtilmiştir.

'İçeriklerin geliştirilmesi için farklı eğitim teknolojileri kullanılabilir.' (Ö2).

'Daha profesyonel çekim ve animasyon şeklinde olabilir.' (Ö12).

'İş sağlığı ve güvenliği uzmanlarıyla ortak çalışmalar yapılabilir.' (Ö18).

'Videoların kalitesi iyileştirilebilir. Senaryolar daha eğlenceli ve daha ilgi çekici hale getirilebilir. Farklı yaş gruplarına uyarlanabilir.' (Ö34).

'Milli Eğitim Bakanlığı YEGİTEK Genel Müdürlüğü ile ortak içerikler planlanarak daha profesyonel içerikler oluşturularak EBA portalına yüklenebilir.' (Ö36).

Buna göre, bu içeriklerin farklı ortamlarda paylaşıldığında olumlu sonuçlar doğuracağı, daha profesyonel ve daha ilgi çekici hale getirildiğinde eğitim öğretim süreci için daha verimli olacağı bulgusuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.11

Tasarlanan İçeriklerin Fen Bilimleri Derslerine Katkularına Yönelik Öğretmen Görüşleri

Temalar	Öğretmen Görüşleri	f	%
Fen bilimleri derslerine yönelik katkı	Laboratuvar güvenliği kurallarının daha iyi anlaşılması	15	42,80
	Laboratuvar malzemelerini daha iyi anlaşılması	15	42,80
	Olumlu katkı sağlaması	7	20
	Dersin etkili ve verimli olması	5	14,30
	Öğrencilerin dikkatini çekmesi	3	8,60
	Yaparak yaşayarak öğrenmeye katkı	3	8,60
	Öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerini sağlaması	1	2,80

*n=35

Tablo 4.11'e göre katılımcıların %42,80'i, öğrencilerin laboratuvar güvenliği kurallarını ve laboratuvar malzemelerini daha iyi tanımalarını sağlar şeklinde görüş bildirmiştir. Bu görüşü destekleyen katılımcı görüşlerinden bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir:

'Laboratuvarım olsaydı kurallar videosunu ilk laboratuvar dersinde kullanırdım. Çocuklara laboratuvarda uyulması gereken kurallar olup olmadığını sorar, örnekler vermelerini istedikten sonra videoyu izletirdim.' (Ö5).

'Derslerimde laboratuvar güvenliği konularını anlatırken bu canlı örneklerden yararlanabilirim. Aynı şekilde laboratuvarda çok malzeme olduğunda bunların isimlerinin öğrenilmesi zor olabiliyor. Bu videolar bu öğretim sürecini kolaylaştırabilir.' (Ö9).

'Derslerimi laboratuvarda yapmıyorum genellikle. Ama laboratuvarda ders yapacağım zamanlarda bunları kullanabilirim. Çocuklara deney yapmadan önce laboratuvar güvenliği ve kuralları öğretilmelidir aksi takdirde istenmeyen durumlar ortaya çıkabilir.' (Ö22).

'Dönem başında derslerimde kullanabilirim. Farklı deneyler yaptıkça deneylerden önce öğrenmediğimiz deney malzemelerini bu şekilde öğretebilirim.' (Ö31).

'Laboratuvar kullanımı konusunda ve özellikle laboratuvar malzemelerinin tanıtılması hem öğrencilere hem öğretmen adaylarına hem de öğretmenlere faydalı olur.' (Ö36).

Bu görüşlerden yola çıkarak tasarlanan içeriklerin en çok laboratuvar güvenliği kuralları ve laboratuvar malzemelerinin öğretilmesi hususunda katkılar sağlayacağı bulgusuna ulaşılmıştır.

Katılımcıların %20'si ise tasarlanan içeriklerin fen bilimleri derslerine olumlu katkı sağlayacağı görüşünü belirtmiştir. Bunu destekler nitelikteki katılımcı görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

'Kuralların ve malzemelerin bizzat tanıtımı ve anlatımı dersime olumlu katkı sağlar.' (Ö1).

'Derslerime olumlu katkı sağlayabilir. Sadece içeriklerin biraz daha kazanımlara uygun olması gerekmektedir.' (Ö7).

'Dersi ve laboratuvar kullanımını olumlu bir şekilde etkiler. Öğrencilerin hem eğlenip hem de öğrenmesini sağlar.' (Ö10).

'Laboratuvar kurallarını direk sözle anlatmak yerine video ile anlatmak çocukların ilgilerini çekebilir.' (Ö20).

'Benim ve öğrencilerimin derse karşı merak duygumuzu uyandırır ve derse daha da odaklı hale gelmelerini sağlar ki, bu da akademik başarılarını etkiler.' (Ö21).

'Uygun kullanımı durumunda olumlu yönde katkı sağlar.' (Ö35).

Bu görüşlerden yola çıkarak tasarlanan içeriklerin fen bilimleri derslerine özellikle laboratuvar derslerine olumlu katkılar sağlayacağı bulgusuna ulaşılmıştır. Katılımcıların diğer ön çıkan görüşlerine baktığımızda dersin etkili ve verimli olmasını sağlayacağı (%14,30) görüşü göze çarpmaktadır. Bununla ilgili katılımcı görüşleri şöyledir:

'Dersin daha etkili ve verimli olmasını sağlar.' (Ö2).

'Öğretimi daha etkili kılar ve akılda kalıcılığı artırır.' (Ö14).

'Fen bilimleri laboratuvar derslerimde bu içerikleri kullanabilirim. Böylelikle öğrencilerim eğlenerek öğrenmiş olur ve derslerim sıkıcı olmaz.' (Ö19).

'Benim ve öğrencilerimin derse karşı merak duygumuzu uyandırır ve derse daha da odaklı hale gelmelerini sağlar ki, bu da akademik başarılarını etkiler.' (Ö21).

Tablo 10’da yer alan diğer katılımcı görüşleri ise, öğrencilerin dikkatini çeker (%8,60), yaparak yaşayarak öğrenmeye katkı sağlar (%8,60), öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerini sağlar (%2,80) şeklinde belirtilen görüşler olduğu görülmektedir. Buna yönelik katılımcı görüşlerine örnekler aşağıda sunulmuştur:

‘Öğrencilerin dikkatini çekmek amacıyla kullanılabilir.’ (Ö4).

‘Görsellik sayesinde, yaparak yaşayarak öğrenme etkin katılımı sağlar.’ (Ö13).

‘Öğrenciler yaşayarak öğrenirler.’ (Ö24).

‘Fen bilimleri laboratuvar derslerimde bu içerikleri kullanabilirim. Böylelikle öğrencilerim eğlenerek öğrenmiş olur ve derslerim sıkıcı olmaz.’ (Ö19).

Bütün bunlar ele alındığında; tasarlanan içeriklerin eğlenceli olduğu için öğrencilerin dikkatini ve ilgisini çektiği ve yaparak yaşayarak öğrenmeye katkı sağladığı bulgularına ulaşılmıştır.

Tablo 4.12

Laboratuvarı Dijital Hale Getirmenin Fen Bilimleri Derslerini Nasıl Etkileyeceğine, Öğrenci Başarı Ve Becerilerinin Nasıl Değişeceğine Yönelik Öğretmen Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
Öğrenci beceri ve başarısı	Beceri ve başarılarının olumlu etkilenmesi	11	31,40
	Beceri ve başarıların değişmemesi	6	17,10
	Öğrencilerin gerçek deneyimler kazanmaları zorlaşması	5	14,30
	Öğrencilerin teknoloji ve laboratuvar becerileri gelişmesi	5	14,30
	Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesi	4	11,40

*n=35

Tablo 4.12 (Devam)

Laboratuvarı Dijital Hale Getirmenin Fen Bilimleri Derslerini Nasıl Etkileyeceğine, Öğrenci Başarı Ve Becerilerinin Nasıl Değişeceğine Yönelik Öğretmen Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
	Laboratuvar malzemelerinin öğrenilmesinde kolaylık sağlaması	3	8,60
	Öğrenciler daha başarılı olması	2	5,70
	Laboratuvarı olmayan okullar için bir seçenek olması	5	14,30
Sağladığı faydaya yönelik katkı	Yapılması zor deneylerde kolaylık sağlaması	3	8,60
	Zamandan tasarruf	2	5,70
	Birçok öğrenciye ulaşma fırsatı	2	5,70
	Ekonomik açıdan tasarruf	1	2,90
	Ödevler için bir seçenek	1	2,90

*n=35

Tablo 4.12'ye göre katılımcıların %31,40'ı fen bilimleri laboratuvarlarını dijital hale getirmenin öğrenci beceri ve başarılarını olumlu etkileyeceği, %17,10'u öğrencilerin beceri ve başarılarının değişmeyeceğini, %14,30'u öğrencilerin teknoloji ve laboratuvar becerilerinin gelişeceğini, %11,40'ı öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişeceğini, %5,70'i öğrencilerin daha başarılı olacağını belirtmiştir. Bunlara örnek olarak aşağıdaki katılımcı görüşleri verilmiştir:

Her deney laboratuvarında yapılamaz, yapılabilsen bile şartlar uygun olmayabilir. Bu nedenle dijital ortamda deneyler sunmak öğrenci beceri ve başarılarını olumlu yönde etkiler. (Ö2).

Zamandan tasarruf sağlar fakat becerilerinin gelişeceğini sanmıyorum. Becerileri gelişmeyince de başarının oluşmayacağını tahmin ediyorum. (Ö3).

Öğrencilerin teknoloji ve laboratuvar becerileri gelişir. El koordinasyonlarına da katkı sağlayacaktır. (Ö7).

Tamamen dijital ortamda dönüşen bir laboratuvarında öğrencilerin gerçek bilimsel deneyimler ve el becerisi kazanmaları zorlaşabilir. (Ö15).

Bence fazlasıyla fark oluşturacaktır tutum, başarı hatta bilimsel süreç becerileri konusunda anlamlı bir düzeyde artma olacaktır. (Ö21).

Güvenlik önlemleri sorunu olmadığı için öğrencilerin dijital laboratuvar kullanımını daha özerk olur ve yaratıcı veya uçuk fikirlerin bile deneyleri yapılabilir. Bu şekilde bilimin doğası ve bilimsel araştırma becerileri geliştirilebilir. (Ö36).

Tablo 4.12'nin diğer kısımlarında ise katılımcıların %14,30'u öğrencilerin gerçek deneyimler kazanmalarını zorlaştıracığı, %14,30'u laboratuvarı olmayan okullar için bir seçenek olacağını, %8,60'ı yapılması zor deneylere kolaylık sağlayacağını, %8,60'ı laboratuvar malzemelerinin öğrenilmesinde kolaylık sağlayacağını, %5,70'i zamandan tasarruf sağlanacağını, %5,70'i birçok öğrenciye ulaşma fırsatı doğacağını, %2,90'ı ekonomik açıdan tasarruf sağlanacağını, %2,90'ı ödevler için bir seçenek olacağını belirtmiştir. Bunlara örnek olarak aşağıdaki katılımcı görüşleri verilmiştir:

Laboratuvar imkânı olmayan okullar için güzel bir yöntem fakat yaparak yaşayarak öğrenme her zaman başarıyı daha çok artırır ve akılda kalır. Tembellik oluşturacağı için başarı düşebilir. (Ö1).

Eğer öğrencilerin evlerinde sanal laboratuvarı kullanma imkânları olsaydı, deneyler ödev olarak verilip kullanılacak malzemeleri önceden öğrenip tanımaları veya hangi kurallara dikkat etmeleri gerektiğini öğrenebilirler. (Ö5).

Fen bilimleri laboratuvar imkânları yeterli olmayan okullar için güzel bir öneri olabilir. Hatta deneylerle desteklenebilir. Farklı deneyler tasarlanıp bunlar dijital ortamda birleştirilebilir. Youtube kanalı fikri güzel olabilir. Öğrencilerin teknoloji ve laboratuvar becerilerine katkı sağlayacaktır. (Ö22).

Sanal laboratuvarların en önemli artısı bence ekonomik oluşu... Laboratuvar olmayan yerlerde veya çevrimiçi ortamlarda (salgın hastalık gibi mücbir sebepler) öğrenciye ancak ulaşıyorsa kullanılabilir. (Ö23).

Sanal laboratuvarlar öğretir, bilgiyi deneme imkânı verir. Daha iyi öğrenme sağlayabilir. Fakat dokunarak deney yapmanın önemi ve gereği yadsınamaz. Çünkü dijital laboratuvarların sonuçları sanaldır, gerçek deney gözlemlerinin yerini tutmaz. (Ö28).

Kesinlikle olumlu olacağını düşünüyorum. Laboratuvarların olmadığı okullar için özellikle çeşitli düşünme becerilerini kazandırabileceğini ve öğrencilere gerçeklik hissini yaşatabileceğini düşünüyorum. İmkânları sınırlı olan okullarda bu tarz uygulamaların kullanımını olumlu karşıyorum. (Ö30).

Tablo 4.13

Dijital Laboratuvarların Fen Bilimleri Derslerinde Nasıl Kullanılabileceğine Yönelik Öğretmen Görüşleri

Temalar	Kodlar	f	%
Fen bilimleri derslerine yönelik katkı	Tehlikeli deneyler için bir seçenek	9	25,70
	EBA, etwinning gibi sanal ortamlarda kullanılabilirlik	6	17,10
	Teknolojiyle entegre edilerek (akıllı tahta, tablet vb.) kullanım	6	17,10
	Laboratuvarı olmayan okullar için bir seçenek	3	8,60
	Maliyeti yüksek deneylerde kullanım	3	8,60
	Konu öğretiminde kullanım	2	5,70
	Ders öncesinde kullanım	2	5,70
	Zaman sorunu olduğunda kullanım	2	5,70
	Fen bilimleri derslerini ilgi çekici hale getirmek için kullanım	1	2,90
	Okula gidilemeyen durumlarda bir seçenek	1	2,90

*n=35

Tablo 4.13’de öne çıkan görüşler dijital laboratuvarların fen bilimleri derslerinde tehlikeli deneylerde kullanılabileceği (%25,70), EBA, etwinning gibi sanal ortamlarda kullanılabileceği (%17,10), teknolojiyle entegre edilerek kullanılabileceği (%17,10) şeklinde belirtilmiştir. Tablo 4.13’de yer alan diğer görüşler ise laboratuvarı olmayan okullarda kullanılabilir (%8,60), maliyeti yüksek deneylerde kullanılabilir (%8,60), konu öğretiminde kullanılabilir (%5,70), ders öncesinde kullanılabilir (%5,70), zaman sorunu olduğunda kullanılabilir (%5,70), fen bilimleri derslerini ilgi çekici hale getirmek için kullanılabilir (%2,90), okula gidilemeyen durumlarda kullanılabilir (%2,90) şeklindedir. Bu konudaki katılımcı görüşleri şu şekildedir:

Tehlikeli ya da maliyeti yüksek deneylerde kullanılabilir. (Ö1).

Güvenli olarak yapılamayacak deneyler Zamandan dolayı yapılamayacak deneyler Malzeme sorunundan dolayı yapılamayacak deneyler için kullanılabilir. (Ö2).

Akıllı tahta, projeksiyon gibi teknolojik aletler ile yapılan sanal deneylerin gösterisi yapılabilir. (Ö3).

Okula gidemediğimiz bu salgın günlerinde fen derslerinin daha ilgi çekici hale gelmesinde kullanılabilir. İlk laboratuvar dersinde kurallar videosu izletilerek öğrencilerin kuralları benimsemesi sağlanabilir. (Ö5).

Yeterli malzeme ve deney yapacak bir laboratuvarı olmayan okullarda ders takviye ve pekiştirmek için kullanılabilir. (Ö8).

Fen bilimleri bolca deney içeren bir derstir. Özellikle okula gidilemeyen durumlarda bu tarz laboratuvarlar öğretmenlere ve öğrencilere olumlu katkılar sağlayacaktır. Böyle bir Youtube kanalı oluşturulduğunda öğrenciler öğretmen yokluğunda da bu videoları izleyip öğrenebilirler. Aynı şekilde öğretmen adayları da bu videoları izleyerek ileride meslek yaşamlarında nelerle karşılaşacaklarını öğrenebilirler. (Ö9).

Öğrenciler deney öncesi bu içeriklerden yararlanıp daha sonra laboratuvar ortamına getirildiğinde daha verimli sonuçlar alınabilir. (Ö17).

Daha önceden hazırlanan içerikler gibi iletişim kanallarında yayımlanabilir. Öğrenciler eğlenerek öğrenmiş olurlar. Bilgilerin daha kalıcı olduğunu düşünüyorum. (Ö31).

Bu içerikler geliştirilip EBA veya online web sitelerinde yer alabilir. Böylelikle öğrenciler ve öğretmen adayları bunu ortak bir yere yüklerler ve ortak bit miras olarak sonraki nesillere aktarılabilir. Aynı zamanda ortaokul öğrencilerine bu içerikler tasarlattırılabilir. (Ö34).

EBA platformu üzerinde tanımlanacak dijital laboratuvar ile ilkökul 3. sınıftan lise kimya derslerine kadar öğrencilerin laboratuvar temelli etkilere etkin katılımı sağlanabilir. (Ö35).

Katılımcı görüşlerinden yola çıkarak tasarlanan bu içeriklerin tehlikeli deneylerde, maliyeti yüksek deneylerde, malzeme eksikliği olan okullarda, laboratuvarı olmayan okullardaki eksikliklerin giderilmesi için kullanılabilmesi bulgusuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte bu içerikler okullarda bulunan akıllı tahta, bilgisayar, projeksiyon vb. gibi teknolojik cihazlarla entegre edilebileceği, ayrıca EBA, etwinning gibi sanal ortamlarda da dijital bir laboratuvar ortamının oluşturulmasının olumlu sonuçlar doğurabileceği bulgusuna ulaşılmıştır.

4.3. Araştırmacı Günlüğünden Elde Edilen Bulgular

Tablo 4.14

Dijital Laboratuvarların Katkılarına Yönelik Araştırmacı Günlüğünden Elde Edilen Bulgular

Temalar	Kodlar
Laboratuvar becerilerine katkı	Laboratuvar kurallarını daha iyi öğrenme Laboratuvar malzemelerini bulma ve tanıma Laboratuvar güvenliği konusunda farkındalık Laboratuvarı tanıma
Teknoloji becerilerine katkı	Bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı Video çekme ve düzenleme Web 2.0 araçlarını kullanma Teknoloji etkin kullanma
Fen Bilimleri derslerine katkı	Tehlikeli deneyler için bir seçenek Laboratuvarı olmayan okullar için bir seçenek Okula gidilemeyen durumlarda bir seçenek Derse karşı ilgi çekici
Sağladığı faydaya yönelik katkı	Mesleki bilgi ve tecrübe kazanımı Grupla çalışma Eğlenerek öğrenme Kavram yanılgılarını fark etme Sorumluluk alma Farklı fikirler

Tablo 4.14'e göre dijital laboratuvarların katkılarına yönelik araştırmacı günlüğünden, laboratuvar becerilerine katkı teması altında; laboratuvar kurallarını daha iyi öğrenme, laboratuvar malzemelerini bulma ve tanıma, laboratuvar güvenliği konusunda farkındalık ve laboratuvarı tanıma olmuştur. Teknoloji becerilerine katkı teması altında; bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı, video çekme ve düzenleme, web 2.0 araçlarını kullanma, teknoloji etkin kullanma bulguları elde edilmiştir. Fen bilimleri derslerine katkı teması altında; tehlikeli deneyler için bir seçenek, laboratuvarı olmayan okullar için bir seçenek, okula gidilemeyen durumlarda bir seçenek, derse karşı ilgi çekici bulguları elde

edilmiştir. Sağladığı faydaya yönelik katkı teması altında; mesleki bilgi ve tecrübe kazanımı, grupla çalışma, eğlenerek öğrenme, kavram yanlışlarını fark etme, sorumluluk alma ve farklı fikirler bulmaları elde edilmiştir.

Tablo 4.15

Öğretmen Adaylarının Yaşadığı Zorluklara Yönelik Araştırmacı Günlüğünden Bulgular

Tema	Kodlar
Zorluklar	Laboratuvar malzemelerini bulma
	Laboratuvar malzemelerinin kullanım amacı
	Zaman
	Video çekimleri
	Senaryo kurgulama
	Görev paylaşımı
	Sorumluluk alma
	Yeni fikirler üretme
	Kriz yönetimi
	Mekan

Tablo 4.15'e göre öğretmen adaylarının uygulama sürecinde yaşadıkları zorluklara yönelik araştırmacı günlüğünden elde edilen bulgular; laboratuvar malzemelerini bulma, laboratuvar malzemelerinin kullanım amacı, zaman, video çekimleri, senaryo kurgulama, görev paylaşımı, sorumluluk alma, yeni fikirler üretme, kriz yönetimi ve mekân şeklindedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu bölümde araştırmanın bulgularından yola çıkılarak sırasıyla sonuç, tartışma ve önerilere yer verilmiştir. Çalışmanın alt problemlerinden yola çıkılarak elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmiştir.

5.1. Sonuç

Fen bilimleri dersi laboratuvarların sıklıkla kullanıldığı, öğrencilerin deneylerle iç içe olduğu derslerdendir. Bundan dolayı laboratuvar kurallarının iyi bilinmesi ve laboratuvar malzemelerinin amacına uygun ve yerinde kullanılması güvenli bir laboratuvar ortamı sağlanması için gereklidir. Bununla birlikte hayatın her alanında olduğu gibi fen bilimleri derslerinde de teknoloji entegrasyonu zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada laboratuvar kuralları ve laboratuvar malzemelerinin kullanımını içeren videolardan oluşan dijital bir laboratuvar örneği tasarlamak amaçlanmıştır. Tasarlanan bu videolar için öğretmen adayları önceden senaryolar oluşturmuş, senaryo oluşturma sürecinde kendilerine verilen kurallarını ve laboratuvar malzemelerinin kullanımları ile ilgili detaylı araştırmalar gerçekleştirdikten sonra video çekimlerine başlamışlardır. Yüklenen bu videolar öğretmen adayları tarafından düzenlenerek Youtube kanalına yüklenmiştir. Sonrasında öğretmen adayları oluşturdukları dijital laboratuvar ile ilgili görüşlerini Google formlarda oluşturulan yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla belirtmişlerdir. Ayrıca, dijital bir laboratuvarın fen bilimleri derslerinde uygulanabilirliğine yönelik fen bilimleri öğretmenlerinden de yarı yapılandırılmış görüşme formları aracılığıyla görüşler alınmıştır.

5.1.1. Fen bilimleri öğretmen adaylarından elde edilen sonuçlar.

‘Dijital laboratuvarların fen bilimleri öğretmen adaylarına katkılarına yönelik öğretmen ve öğretmen adayı görüşleri nasıldır?’ alt problemini çözümlmek amacıyla fen bilimleri öğretmen adaylarından alınan görüşlerden elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir. İlgili alt problem göz önüne alınarak öğretmen adaylarından elde edilen bulgular üç temel tema altında toplanmıştır. Bu temalar; teknoloji becerilerine yönelik katkı, laboratuvar becerilerine katkı, sağladığı faydaya yönelik katkı şeklinde belirlenmiştir. Teknoloji becerilerine katkı olarak öğretmen adayları, dijital laboratuvar içeriklerini oluşturur-

ken bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma becerilerinin olumlu yönde gelişme gösterdiğini, video düzenlemeyi daha iyi öğrendiklerini belirtmişlerdir. Laboratuvar becerilerine katkı olarak öğretmen adayları, dijital bir laboratuvarın laboratuvar güvenliği kuralları ve laboratuvar malzemelerinin daha iyi anlaşılmasını sağladığını belirtmişlerdir. Sağladığı faydaya yönelik ise, mesleki yaşamlarında buna benzer içerikleri kullanabileceklerini, mesleki bilgi ve tecrübelerinin bu yönde olumlu gelişme gösterdiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, kazanımlara uygun materyaller tasarlamayı öğrendiklerini, eğlenerek öğrendiklerini, kalıcı ve etkili öğrenmeye katkı sağladığını, farklı fikirler üretebildiklerini, grupla çalışma, sorumluluk alma, yaratıcılık ve hayal gücü, senaryo yazma, planlama ve yardımlaşma becerilerine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Bu görüşlerden yola çıkarak dijital laboratuvarların fen bilimlerinde, özellikle laboratuvar derslerinde etkili olduğu ve fen bilimleri öğretimine teşvik ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Dijital laboratuvarların, ilgi çekici, eğlenceli olması, kalıcı öğrenmeyi sağlaması, eğitici, faydalı, teknolojik olması, yaratıcılığa katkı sağlaması, öğrenilmesi zor konularda kolaylık sağlaması, merak uyandırıcı, kullanışlı, bilgilendirici, yenilikçi, günlük hayatla ilişkili olması, istenildiğinde ulaşılabilmesi, seviyeye ve kazanımlara uygun olması nedeniyle dijital laboratuvarların fen öğretiminde kullanıldığında olumlu sonuçlar doğuracağı belirtilmiştir.

‘Dijital laboratuvarların geliştirilmesi için neler yapılabileceğine yönelik öğretmen ve öğretmen adayı görüşleri nasıldır?’ alt problemi analiz edilmiştir. Dijital laboratuvar içeriklerinin nasıl geliştirilebileceğine yönelik öğretmen adayları; senaryoların geliştirilebileceğini, videoların ses ve görüntü kaliteleri iyileştirilebileceğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğretmen adayları içeriklerin daha eğlenceli hale getirilebileceğini, videoların süresinin uzatılabileceğini, farklı teknolojik programlar kullanılarak geliştirilebileceğini, konuyla alakalı profesyonel yardım alınabileceğini, web 2.0 araçları daha etkin kullanılabileceğini ve videolar engelli bireyler için de uygun hale getirilebileceğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adayları, dijital laboratuvar içeriklerini hazırlarken, fikir üretmede ve senaryo yazma sürecinde zorlandıklarını, zaman konusunda sıkıntılar yaşadıklarını, laboratuvar malzemelerini bulmakta ve tanımakta zorluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanında mekân bulma ve mekân kullanımında, video düzenleme ve montaj kısmında zorluklar yaşadıklarını, senaryoları aktarmada zorluklar yaşadıklarını, oyunculuk ve canlandırma ile ilgili sıkıntılar yaşadıklarını, grupla ilgili ya da görev paylaşımıyla ilgili zor-

luklar yaşadıklarını, kazanımlara uygun materyal tasarlamada zorluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı içerikleri hazırlarken teknoloji becerilerinin olumlu yönde geliştiği görüşündedir.

Araştırmanın sonuçları, dijital laboratuvar oluşturmanın fen bilimleri öğretmen adaylarının teknoloji becerilerine, laboratuvar becerilerine, mesleki bilgi ve becerilerine olumlu katkılar sağladığını göstermektedir. Oluşturulan dijital laboratuvarların ayrıca laboratuvar güvenliği ve laboratuvar malzemelerinin anlaşılması hususunda olumlu katkılar sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.2. Fen bilimleri öğretmenlerinden elde edilen sonuçlar.

‘Dijital laboratuvarların fen bilimleri öğretmen adaylarına katkılarına yönelik öğretmen ve öğretmen adayı görüşleri nasıldır?’ alt problemi kapsamında fen bilimleri öğretmen görüşleri analiz edilmiştir. Dijital laboratuvarların ortaokul öğrencilerine ve öğretmen adaylarına katkılarına yönelik fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri incelendiğinde, dijital bir laboratuvar oluşturmanın ortaokul öğrencileri ve öğretmen adaylarının laboratuvar kuralları ve laboratuvar malzemelerini daha iyi tanımalarını sağlayacağı, ilgi çekici olduğu için öğrenmeyi kolaylaştıracağı, sorunlara çözüm oluşturabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır. Bunun yanında fen bilimleri öğretmenleri içeriklerin seviyesinin öğretmen adayları ve ortaokul öğrencileri tarafından anlaşılabilirliğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adayları tarafından oluşturulan içeriklerin laboratuvar kurallarının ve laboratuvar malzemelerinin daha iyi anlaşılması hususunda ne gibi katkılar sağlayacağına yönelik öğretmen görüşleri incelenmiştir. Bu bağlamda laboratuvar becerilerine yönelik katkı ve sağladığı faydaya yönelik katkı olarak 2 farklı tema oluşturulmuştur. Laboratuvar becerilerine katkı olarak, laboratuvar kurallarının ve laboratuvar malzemelerinin daha iyi anlaşılmasını sağladığı, laboratuvarı ve laboratuvar malzemelerini güvenli kullanmayı sağladığı ve laboratuvar güvenliği konusunda bir farkındalık oluşturacağı görüşlerine yer verilmiştir. Sağladığı faydaya yönelik katkı olarak ise, kalıcı öğrenmeyi sağladığı, eğlenerek öğrenmeyi sağladığı, kullanım kolaylığı sağladığı, kavram yanılgılarını önlediği görüşleri belirtilmiştir.

‘Dijital laboratuvarların geliştirilmesi için neler yapılabileceğine yönelik öğretmen ve öğretmen adayı görüşleri nasıldır?’ alt problemi analiz edilmiştir. Oluşturulan dijital laboratuvarların geliştirilmesine yönelik neler yapılabileceğine yönelik fen bilimleri öğretmenleri, içeriklerin kalitesinin artırılabilirliğini, farklı örneklerle desteklenebileceğini, farklı yaş gruplarına uyarlanabileceğini, farklı eğitim teknolojileriyle birlikte

kullanılabileceğini, daha profesyonel ve daha ilgi çekici hale getirilebileceğini belirtmişlerdir.

‘Dijital laboratuvarların fen bilimleri derslerinde kullanımına yönelik öğretmen ve öğretmen aday görüşleri nasıldır?’ alt problemine yönelik fen bilimleri öğretmen görüşleri analiz edilmiştir. Dijital laboratuvarların fen bilimleri derslerine katkıları olarak laboratuvar ile ilgili konuların bu içeriklerle daha kolay anlaşılabilceğini, laboratuvar güvenliği kuralları ve laboratuvar malzemelerini daha iyi tanımlarını sağlayacağı, dersin etkili ve verimli olmasını sağlayacağı, eğlenceli olduğu için fen bilimleri dersi için teşvik edici olduğunu, yaparak yaşayarak öğrenmeye katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Fen bilimleri laboratuvarlarını dijital ortamda kullanmanın fen bilimleri derslerini nasıl etkileyeceğine, öğrenci beceri ve başarılarının nasıl değişebileceğine yönelik fen bilimleri öğretmen görüşleri 2 tema altında toplanmıştır. Bu temalar öğrenci beceri ve başarıları ve sağladığı faydaya yönelik katkı olarak belirlenmiştir. Öğrenci beceri ve başarıları konusunda fen bilimleri öğretmenlerinin büyük bir kısmı beceri ve başarının olumlu yönde etkileneceğini belirtirken, bir kısmı öğrencilerin beceri ve başarılarının değişmeyeceği görüşündedir. Bunun yanında, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişeceği, laboratuvar kurallarının ve laboratuvar malzemelerinin öğrenilmesinde kolaylık sağlayacağı, öğrencilerin teknoloji ve laboratuvar becerilerinin gelişeceği, öğrencilerin daha başarılı olacağı belirtilmiştir. Sağladığı faydaya yönelik katkı olarak ise, laboratuvarı olmayan okullar için bir seçenek olacağı, yapılması zor deneylerde kolaylık sağlayacağı, birçok öğrenciye ulaşma fırsatı doğacağı, ekonomik açıdan tasarruf sağlanacağı, ödevler için bir seçenek olacağı görüşleri belirtilmiştir.

Dijital laboratuvarların fen bilimleri derslerine yönelik katkıları konusunda fen bilimleri öğretmenleri bu laboratuvarların tehlikeli deneylerde kullanılabileceğini, EBA, etwinning gibi sanal ortamlarda kullanılabileceğini, teknolojiyle entegre edilerek kullanılabileceğini, laboratuvarı olmayan okullarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, maliyeti yüksek deneylerde bir seçenek olabileceği, bir konu veya kavram öğretilirken kullanılabileceği, ders öncesinde kullanılabileceği, zaman sorunu olduğunda kullanılabileceği, fen bilimleri derslerini ilgi çekici hale getirmek için kullanılabileceği, okula gidilemeyen durumlarda kullanılabileceği görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmanın sonuçları, fen bilimleri öğretmenlerinin de öğrencilerine güvenli, alternatif fen bilimleri deneyimleri sağlamak için dijital simülasyonları ve sanal laboratuvarları kullanabileceklerini, dijital simülasyonları ve sanal laboratuvarları kullanmanın

güvenlik endişeleri, malzeme eksikliği veya ders esnasında meydana gelebilecek tehlikeler gibi durumlarda bir alternatif olabileceğini göstermektedir. Araştırmanın sonuçları ayrıca bu içeriklerin öğrencilerin 2018 öğretim programında yer alan bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerilerine olumlu katkılar sağladığını göstermektedir.

5.1.3. Araştırmacı günlüğünden elde edilen sonuçlar

Dijital laboratuvarların katkılarına yönelik araştırmacı günlüğünden elde edilen bulgular: Laboratuvar becerilerine katkı teması altında; laboratuvar kurallarını daha iyi öğrenme, laboratuvar malzemelerini bulma ve tanıma, laboratuvar güvenliği konusunda farkındalık ve laboratuvarı tanıma olmuştur. Teknoloji becerilerine katkı teması altında; bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı, video çekme ve düzenleme, web 2.0 araçlarını kullanma, teknoloji etkin kullanma bulguları elde edilmiştir. Fen bilimleri derslerine katkı teması altında; tehlikeli deneyler için bir seçenek, laboratuvarı olmayan okullar için bir seçenek, okula gidilemeyen durumlarda bir seçenek, derse karşı ilgi çekici bulguları elde edilmiştir. Sağladığı faydaya yönelik katkı teması altında; mesleki bilgi ve tecrübe kazanımı, grupta çalışma, eğlenerek öğrenme, kavram yanılgılarını fark etme, sorumluluk alma ve farklı fikirler bulguları elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının uygulama sürecinde yaşadıkları zorluklara yönelik araştırmacı günlüğünden elde edilen bulgular; laboratuvar malzemelerini bulma, laboratuvar malzemelerinin kullanım amacı, zaman, video çekimleri, senaryo kurgulama, görev paylaşımı, sorumluluk alma, yeni fikirler üretme, kriz yönetimi ve mekân şeklindedir.

Buna göre araştırmacı günlüğünden elde edilen sonuçlar, dijital laboratuvarların fen bilimlerinde, özellikle laboratuvar derslerinde etkili olduğunu ve fen bilimleri öğretimine teşvik ettiğini göstermektedir. Araştırmacı günlüğünden elde edilen sonuçlar fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarından elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

5.2. Tartışma

Araştırmanın sonuçları sanal laboratuvarların eğlenceli olması, dikkat çekici, eğitici, faydalı, teknolojik, merak uyandırıcı olması gibi özellikleri fen öğretimine teşvik ettiğini göstermektedir. Dijital simülasyonların ve sanal laboratuvarların kullanımına ilişkin araştırmaların çoğu, dijital simülasyonlar ve sanal laboratuvarlar kullanıldığında öğrencilerin fen öğrenimini teşvik etmede etkili olduklarını göstermektedir (Chiu, Dejaeger ve Chao, 2015; Develaki, 2019; Lamb, 2014; Poulin, Ramamurthy ve Dittmar, 2013, Wang, Guo ve Jou, 2015).

Araştırmanın sonuçları sanal laboratuvar uygulamaların fen bilimleri öğretmen adaylarına birçok katkısı olduğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarının teknoloji becerilerine ve laboratuvar becerilerine katkının yanı sıra, öğretmen adaylarının grupla çalışma, yaratıcılık ve hayal gücü, kalıcı ve etkili öğrenme, yardımlaşma, mesleki bilgi ve tecrübe gibi birçok konuda katkı sağladığı araştırmamızın sonuçları arasında yer almaktadır. Literatür incelendiğinde sanal laboratuvar ile ilgili çalışmaların olumlu katkılar sağladığına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Mutlu (2015) tarafından yapılan doktora tez çalışmasında sanal laboratuvar ortamında gerçekleştirilen uygulamaların öğretmen adaylarının genel kimya başarısını arttırmada, kavramsal anlamalarını sağlamada, kimya dersine ve kimya laboratuvarına karşı tutumlarını, bilimsel süreç becerilerini ve sorgulama becerilerini geliştirmede rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin anlamlı düzeyde etkili olduğu belirtilmiştir. Kennepohl (2001) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise sanal laboratuvar uygulamaları, geleneksel laboratuvar uygulamaları ile kıyaslanmış, sanal laboratuvarı kullanan öğrencilerin geleneksel laboratuvar kullanan öğrencilere göre daha başarılı oldukları vurgulanmıştır.

Sanal laboratuvar ve geleneksel laboratuvarların kıyaslandığı çalışmalara baktığımızda ise bazı çalışmalar sanal laboratuvarların avantajlarına vurgu yaparken, bazı çalışmalarda ise sanal laboratuvarların eksikliklerine vurgu yapılmıştır. Duman ve Avcı (2016) tarafından yapılan çalışmada oluşturulan sanal kimya laboratuvarı uygulamalarının, geleneksel laboratuvar uygulamalarına göre öğrenci başarısını artırdığı belirtilmiştir. Bunun aksine, Bucos, Dragulescu ve Ternauciuc (2008) yaptıkları çalışmada sanal laboratuvar uygulamalarında öğrencilerin malzemelerle ve laboratuvar ortamında bulunan cihazlarla etkileşimde bulunmadığı için öğrencilerin laboratuvar becerilerini olumlu katkı sağlayamayacağını belirtmişlerdir. Erdan (2014) ise sanal laboratuvarların ve geleneksel laboratuvarlarının birbirleri yerine kullanılmaması gerektiği, ancak eksik ve sınırlı olunan

durumlarda birbirlerini tamamlayıcı olması gerektiğini belirtmiştir. Bütün bu değerlendirmelerle birlikte, sanal laboratuvarlarda öğrenciler laboratuvar malzemeleri ve cihazlarıyla birebir etkileşimde bulunamadıkları için öğrencilerin laboratuvar becerilerine olumlu katkı sağlayamamaktadır. Sanal laboratuvar ortamlarında geleneksel laboratuvarlarda yapılması zor ya da tehlikeli deneylerin gerçekleştirilebileceği, zaman ve mekan konusunda tasarruf sağlanacağı, okula gidilemeyen durumlarda bir seçenek olabileceği bilinmektedir. Bu durumda sanal laboratuvar ve geleneksel laboratuvarların her ikisinin de avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Ancak her iki laboratuvar entegre bir şekilde kullanıldığında olumlu sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir.

Bununla birlikte, laboratuvar kurallarının ve malzemelerinin tanıtıldığı videoların laboratuvarı tanımaya öğrenmeye yardımcı olabileceğini, bu videoların öğrenci ve öğretmen güvenliği için önemli olduğunu, sadece laboratuvar güvenliği kuralları ve laboratuvar malzemelerinin değil, deneylerin de bu videolar da yer alabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, yüz yüze laboratuvar ve dijital laboratuvarların birlikte kullanılabilirliği de belirtilmiştir. Bununla ilgili, Erdan (2014), yayınladığı makalede, sanal laboratuvarların ve geleneksel laboratuvarlarının birbirleri yerine kullanılmaması gerektiği, ancak eksik ve sınırlı olunan durumlarda birbirlerini tamamlayıcı olması gerektiğini belirtmiştir.

Mungania (2003), yayınladığı makalede öğrencilerin online ortamlarda başarılı olabilmesi için belirli teknoloji becerilerine sahip olması gerektiğini, teknoloji kullanma becerileri yetersiz olan öğrencilerin başarısız olabileceğini belirtmiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının içerikleri tasarlarlarken belirli teknolojik becerilere sahip olması gerekmektedir. Sonuç olarak öğretmen adayları bu süreçte bir takım zorluklar yaşamasına rağmen dijital bir laboratuvar oluşturma sürecini başarılı bir şekilde tamamladıkları görülmektedir.

Herga ve Dinevski (2012) yaptıkları çalışmada, sanal laboratuvarların daha güvenli bir laboratuvar ortamı için gerekli olduğu, sanal laboratuvarların öğrencilerin laboratuvar öncesi hazırlıklarını geliştirme potansiyeline sahip olduğu sonucuna varmıştır.

Sanal laboratuvarların avantajlarından birisi de sanal laboratuvarlara istenilen yer ve zamanda ulaşılabilmesidir. Araştırmamızda fen bilimleri öğretmenleri sanal bir laboratuvar oluşturmanın zamandan ve mekandan kaynaklı sıkıntıları ortadan kaldıracağını belirtmişlerdir. Bell ve Fogler (1999) zaman veya fiziksel malzemelerin sınırlı olduğu durumlarda sanal laboratuvarları kullanmanın öğrenciler için bir avantaj haline dönüşebileceğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda araştırmanın bulguları yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

5.3. Öneriler

Bu bölümde araştırmanın sonuçları göz önünde bulundurularak aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Fizik, kimya, biyoloji, astronomi gibi alanlarda dijital laboratuvar uygulamalarının sayısı artırılabilir.
- İlgili kurumlar ve araştırmacılar tarafından etkileşimli dijital laboratuvar içerikleri geliştirebilir.
- Fen bilimleri öğretim programına dijital laboratuvar uygulamaları dâhil edilebilir.
- Uzaktan eğitimde dijital laboratuvar uygulamaları kullanılabilir.
- Yalnızca fen bilimleri değil, diğer alanlarda da dijital laboratuvar kullanımına teşvik edilebilir.

KAYNAKÇA

- Akdemir, Ö. (2006). *İlköğretim II. kademedeki fen bilgisi öğretmenlerinin laboratuvar uygulamalarındaki yeterlikleri ve uygulamalar sırasında karşılaştıkları sorunlar* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Akın, T. (2014). *Karekod destekli öğrenme materyalinin erişimi ve kalıcılığa etkisi* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Akpullukçu, S. (2017). *Fen bilimleri öğretmenlerine uygulanan laboratuvar güvenliği mesleki gelişim seminerlerinin etkileri: Laboratuvar güvenliği bilgi düzeyleri* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Aktaş, C. ve Çaycı, B. (2013). QR kodun mobil eğitimde yeni eğitim yöntemlerinin geliştirilmesine katkısı. *Global Media Journal*, 4(7), 1-19.
- Alkouz, A., Zoubi, A. Y., & Otair, M. (2008). J2ME-based mobile virtual laboratory for engineering education. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 2(2), 5-10.
- Altun, E., Demirdağ, B., Feyzioğlu, B., Ateş, A. ve Çobanoğlu, İ. (2009). Developing an interactive virtual chemistry laboratory enriched with constructivist learning activities for secondary schools. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1895-1898.
- Anagün, Ş. (2020). *Fen öğretim programları*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Anılan, B. (2010). The recognition level of the students of science education about the hazard symbols of chemicals (Case of ESOGU, Eskisehir). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4092-4097.
- Atıcı, B. ve Yıldırım, S. (2010, Şubat). *Web 2.0 uygulamalarının e-öğrenmeye etkisi*. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulan bildiri, Muğla.
- Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Sevim, S. ve Karamustafaoğlu, O. (2002). Genel kimya laboratuvar uygulamalarının öğrenci ve öğretim elemanı gözüyle değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(23), 50- 56.
- Aydın, S., Diken, E. H., Yel, M. ve Yılmaz, M. (2011). Fen ve teknoloji ile biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvar güvenliği hakkındaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 31(2), 583-604.

- Aydın, G. ve Balım, A. G. (2005). An interdisciplinary application based on constructivist approach: Teaching of energy topics. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38(2), 145-166.
- Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(15), 30-35.
- Aydoğdu, C. ve Şener, F. (2016). Fen eğitiminde laboratuvar kullanım tekniğinin ve güvenliğin önemi ve CLP tüzüğüne getirileri üzerine bir araştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 1(1), 39-54.
- Azizoğlu, N. ve Uzuntiryaki, E. (2006). Kimya laboratuvarı endişe ölçeği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 55-62.
- Bahar, M., Aydın, F., Polat, M. ve Bertiz, H. (2008). *Fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları 1-2*. Ankara: Pegem Yayınevi.
- Beldarrain, Y. (2006). Distance education trends: Integrating new technologies to foster student interaction and collaboration. *Distance Education*, 27(2), 139-153.
- Bell, J. T., & Fogler, H. S. (1999). Virtual laboratory accidents designed to increase safety awareness. *Age*, 4(3), 1-9.
- Benedict, L., & Pence, H. E. (2012). Teaching chemistry using student-created videos and photo blogs accessed with smartphones and two-dimensional barcodes. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 492-496.
- Bonifacio, V. D. (2012). QR-coded audio periodic table of the elements: A mobile-learning tool. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 552-554.
- Bozkurt, E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Bozkurt, E. ve Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.
- Böyük, U., Demir, S. ve Erol, M. (2010). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterli görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 3(4), 342-349.
- Brame, C. J. (2016). Effective educational videos: Principles and guidelines for maximizing student learning from video content. *CBE—Life Sciences Education*, 15(4), 1-6.

- Bucos, M. C., Dragulescu, B., & Ternauciuc, A. (2008, Mayıs). *Developing virtual labs at "Politehnica" University of Timisoara*. I. Interactive Conference on Computer Aided Learning'de sunulan bildiri, Romanya.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Camel, V., Maillard, M. N., Descharles, N., Le Roux, E., Cladière, M., & Billault, I. (2020). Open digital educational resources for self-training chemistry lab safety rules. *Journal of Chemical Education*, 97, 208-217.
- Canbazoglu Bilici, S., Tekin, N., & Karahan, E. (2016, Haziran). *Öğretmen adaylarının fen laboratuvarında QR kodlarla zenginleştirilmiş poster kullanımları*. 3. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde sunulan bildiri, Muğla.
- Chiu, J. L., DeJaegher, C. J., & Chao, J. (2015). The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties. *Computers and Education*, 85, 59-73.
- Chua, E. O., & Aquilino, C. (2005, Haziran). *Virtual chemistry lab*. I. International Conference on Science and Mathematics Education'da sunulan bildiri, Penang, Malaysia.
- Collis, B., & Moonen, J. (2008). Web 2.0 tools and processes in higher education: Quality perspectives. *Educational Media International*, 45(2), 93- 106.
- Cooper, M. (2005). Remote laboratories in teaching and learning – issues impinging on widespread adoption in science and engineering education. *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, 1(1), 1-7.
- Coştu, B., Alipaşa, A., Çalık, M., Ünal, S. ve Karataş, F. Ö. (2005). Fen öğretmen adaylarının çözelti hazırlama ve laboratuvar malzemelerini kullanma yeterliliklerinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 65-72.
- Creswell, J. W. (2016). *Nitel araştırma yöntemleri*. (M. Bütün, S. B. Demir, Çev.). Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Çalık, M. ve Sözbilir, M. (2014). İçerik analizinin parametreleri. *Education and Science Journal*, 39(174) 33-38.
- Çallıca, H., Erol, M., Sezgin, G., Aygün, M. ve Kavcar, N. (2000). Ortaöğretim kurumlarında fizik laboratuvarları üzerine bir çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 182-184.
- Çataloglu, E. ve Ateşkan, A. (2014). Use of QR codes in education with examples. *Elementary Education Online*, 13(1), 5-14.

- Çelik, A. (2012). *Yabancı dil öğreniminde karekod destekli mobil öğrenme ortamının aktif sözcük öğrenimine etkisi ve öğrenci görüşleri: Mobil sözlük örneği* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Çepni, S. (2018). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çepni, S., Kaya, A. ve Küçük, M. (2005). Fizik öğretmenlerinin laboratuvarlara yönelik hizmet içi ihtiyaçlarının belirlenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 181-196.
- Çıldır, S. (2012). Fizik öğretmen adaylarının laboratuvar araç-gereçlerini kullanım yeterlilikleri hakkındaki görüşleri ve kuramsal deney tasarlama yeterliliklerinin belirlenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(42), 93-102.
- Çinici, A., Özden, M., Akgün, A., Ekici, M., ve Yalçın, H. (2013). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin ışık ve ses ünitesiyle ilgili başarıları üzerine etkisinin karşılaştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 92-106.
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., & Bedgood, D. R. (2003). The potential of virtual laboratories for distance education science teaching: reflections from the development and evaluation of a virtual chemistry laboratory. *UniServe Science Improving Learning Outcomes Symposium Proceedings*, 9, 90-95.
- Demir, E. (2016). *Fen laboratuvarlarının fiziki şartlarının ve fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar güvenliği konusundaki bilgi düzeylerinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Demir, S., Büyük, U. ve Koç, A. (2011). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar şartları ve kullanımına ilişkin görüşleri ile teknolojik yenilikleri izleme eğilimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 66-79.
- Demirci Güler, M. P. ve Kartal, T. (2017). *Fen bilimleri öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Deperlioğlu, Ö. ve Köse, U. (2010, Şubat). *Web 2.0 teknolojilerinin eğitim üzerindeki etkileri ve örnek bir öğrenme yaşantısı*. XII. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulan bildiri, Muğla.
- Develaki, M. (2019). Methodology and epistemology of computer simulations and implications for science education. *Journal of Science Education and Technology*, 28, 353-370.

- Duman, M. Ş. ve Avcı, G. (2016). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 13-33.
- Erdan, S. (2014). *Sanal laboratuvarın öğrenenlerin akademik başarılarına ve algılanan öğrenmelerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Eroğlu, S. ve Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.
- Faramarzi, S., & Bagheri, A. (2015). Podcasting: Past issues and future directions in instructional technology and language learning. *Journal of Applied Linguistics and Language Research*, 2(4), 207-221.
- Fivizzani, K. P. (2016). Where are we with lab safety education: Who, what, when, where, and how? *J. Chem. Health Saf.*, 23 (5), 18– 20.
- Frazier, W. M., & Sterling, D. R. (2005). What should my science classroom rules be and how can I get my students to follow them?. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 79(1), 31-35.
- Fuchs, C. (2011). Web 2.0, presumption, and surveillance. *Surveillance & Society*, 8(3), 288-309.
- Galili, S. (2014). Cooperative learning by teacher trainers as a tool for improving teacher training in heterogeneous elementary school track classes. *American Journal of Educational Research*, 2(8), 568- 576.
- Gall, M. D., & Borg, W.R.(1996). *Educational research an introduction (6. baskı)*. USA: Longman Publisher
- Gardner, P. L. (1997). The roots of technology and science: a philosophical and historical view. *International Journal of Technology and Design Education*, 7, 13-20.
- Genç, Z. (2010, Şubat). *Web 2.0 yeniliklerinin eğitimde kullanımı: Bir Facebook eğitim uygulama örneği*. XII. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulan bildiri, Muğla.
- Grosbeck, G. (2009). To use or not to use web 2.0 in higher education?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 478-482.
- Gürdal, A. (1997). Fen eğitiminde laboratuvarın başarıya etkisi. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 55, 14-19.

- Gürdal, A. ve Güven, L. (2002). *Ortaöğretim fizik derslerinde deneylerin öğrenme üzerindeki etkileri*. V. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Ankara.
- Hamurcu, H. (1998). Fen derslerinde güvenlik. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 29-32.
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö. ve Yıldırım, H. İ. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 80-88.
- Harms, U. (2000, Haziran). *Virtual and Remote Labs in Physics Education*. Proceedings of the Second European Conference on Physics Teaching in Engineering Education'da sunulan bildiri, Macaristan.
- Herga, N., & Dinevski, D. (2012). Virtual laboratory in chemistry-experimental study of understanding, reproduction and application of acquired knowledge of subject's chemical content. *Organizacija*, 45(3), 108-116.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- Horzum, M. B. (2010). Öğretmenlerin Web 2.0 araçlarından haberdarlığı, kullanım sıklıkları ve amaçlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 603-634.
- Howard, B. (1986). Laboratory safety: More important than ever. *Journal of Histotechnology*, 9(1), 25-26.
- İlhan, E. ve Aydoğdu, A. G. (2019). Youtube kullanıcılarının kullanım motivasyonlarının incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 7(2), 1130-1153.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (1999). *İlköğretimde etkili öğretme ve öğrenme öğretmen el kitabı*. Ankara: MEB yayınları.
- Kara, M., Kanlı U. ve Yağbasan, R. (2003). Lise 3. sınıf öğrencilerinin ışık ve optik ile ilgili anlamakta güçlük çektikleri kavramların tespiti ve sebepleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 158, 221-232.
- Karademir, E. (2017). *Fen öğretiminde disiplinlerarası beceri etkileşimi*. Ankara: Pegem Akademi.

- Karagöz Mırçık, Ö. (2018). *Basit elektrik devreleri konusu ile ilgili kavramların öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7e öğretim modelinin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerindeki etkileri* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Karahan, E. ve Bilici, S. C. (2017). Use of QR codes in science education: science teachers' opinions and suggestions. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 433-457.
- Karakolcu Yazıcı, E. ve Özmen, H. (2015). Fen ve teknoloji öğretim programında yer alan deney ve etkinliklerin uygulanabilirliğine ilişkin öğretmen görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 92-117.
- Kennepohl, D. K. (2001). Using computer simulations to supplement teaching laboratories in chemistry for distance delivery. *The Journal of Distance Education*, 16(2), 1-8.
- Kılıç, D., Keleş, Ö. ve Uzun, N. (2015). Science teachers' self-efficacy beliefs regarding to use of laboratory: Effect of laboratory applications program. *Journal of Education Faculty*, 17(1), 218-236.
- Kırbaşlar, F. G., Özsoy Güneş, Z. ve Derelioğlu, Y. (2010). Fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar güvenliği konusuna yönelik düşünce ve bilgi düzeylerinin araştırılması. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 30(3), 801-818.
- Lamb, R. (2014). Examination of allostasis and online laboratory simulations in a middle school science classroom. *Computers in Human Behavior*, 39, 224-234.
- Law, C., & So, S. (2010). QR codes in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 3(1), 85-100.
- Liu, T. Y., Tan, T. H., & Chu, Y. L. (2007, Temmuz). *2D barcode and augmented reality supported english learning system*. In 6th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science'da sunulan bildiri, Macaristan.
- Maloney, E. J. (2007). What Web 2.0 can teach us about learning. *Chronicle of Higher Education*, 53(18), 1-26.
- Martin-Villalba, C., Urquia, A., & Dormido, S. (2008). Object-oriented modelling of virtual-labs for education in chemical process control. *Computers ve Chemical Engineering*, 32(12), 3176-3186.
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. USA: National Academy of Sciences.

- MEB (2010). *Gıda teknolojisi laboratuvar organizasyonu*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB (2011). *Gıda teknolojisi laboratuvar kazaları ve ilk yardım*. Ankara: Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü.
- MEB (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- McMillan, J. H. (2000). *Educational research: Fundamentals for the consumer (Third Ed.)*. New York: Longman.
- Mungania, P. (2003). *The seven e-learning barriers facing employees (Final report)*. USA: University of Louisville.
- Mutlu, A. (2015). *Genel kimya düzeyinde gerçek ve sanal laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrenme sürecine etkisi (Doktora tezi)*. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Nakiboğlu, C. ve Sarıkaya, S. (1999). Ortaöğretim kurumlarında kimya derslerinde görevli öğretmenlerin laboratuvarlardan yararlanma durumunun değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 395-405.
- National Research Council. (2011). *Prudent practices in the laboratory: handling and management of chemical hazards, updated version*. Washington: The National Academic Press.
- NSTA (National Science Teachers Association). (2007). *NSTA position statement: liability of science educators for laboratory safety*. https://static.nsta.org/pdfs/PositionStatement_Liability.pdf adresinden erişilmiştir.
- O'Reilly, T. (2007). What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. *Communication & Strategies*, 65 (1), 17-39.
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration). (2011). *Laboratuvar güvenliği kılavuzu*. http://www.osha.ov/Publications/&laboratory/OSHA_3404_laboratory-safety-guidance.pdf adresinden erişilmiştir.
- Öner, M. N. K. (2020). Kimya eğitiminde laboratuvar güvenliği kültürünün yerleştirilmesi. *İSG Akademik*, 2(1), 15-25.
- Parlak, B. (2017). Dijital çağda eğitim: Olanaklar ve uygulamalar üzerine bir analiz. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(15), 1741-1759.

- Partalcı, O., Topsakal, Ü. U. ve Özkan, G. (2019, Haziran). *Laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin laboratuvara karşı tutumuna etkisi*. International Congresses on Education 2019'da sunulan bildiri, Sakarya.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327
- Poulin, J., Ramamurthy, B., & Dittmar, K. (2013). Toward a better understanding of population genetics: Pop!World – a virtual, inquiry-based tool for teaching population genetics. *Journal of College Science Teaching*, 42(3), 32-37.
- Prieto, J., Herrera, J., & Guerrero, A. E. (2009). A virtual laboratory structure for developing programming labs. *The International Journal of Developmental Biology*, 4, 47-5.
- Rivers, D. J. (2009). Utilizing the quick response (QR) code within a Japanese EFL environment. *The Jalt CALL Journal*, 5(2), 15-28.
- Saldanha, T. J. V., & Krishnan, M. S. (2012). Organizational adoption of Web 2.0 technologies: An empirical analysis. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 22(4), 301-333.
- Salmerón-Manzano, E., & Manzano-Agugliaro, F. (2018). The higher education sustainability through virtual laboratories: The Spanish university as case of study. *Sustainability*, 10(11), 4040.
- Scheckler, R. K. (2003). Virtual labs: A substitute for traditional labs? *The International Journal of Developmental Biology*, 47(3), 231-236.
- Shank, P. (2008). *Web2.0 and Beyond: The Changing Needs of Learners, New Tools, and Ways to Learn* [e-kitap sürümü]. <https://books.google.com.tr/> adresinden erişilmiştir.
- So, S. (2016). Mobile instant messaging support for teaching and learning in higher education. *The Internet and Higher Education*, 31, 32-42.
- Susono, H., & Shimomura, T. (2006). Using mobile phones and QR codes for formative class assessment. *Current developments in technology-assisted education*, 2, 1006-1010.
- Şener, F. (2018). *Okullarda yaşanan yazılı ve görsel basına yansıyan fen laboratuvar kazaları* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.

- Taşkın, Ö. (2017). *Fen eğitiminde güncel konular*. Ankara: Pegem Akademi.
- TDK (Türk Dil Kurumu). (2006). *Genel açıklamalı sözlük*. Ankara: TDK Yayınları.
- Tekbıyık, A. ve Tepe, M. (2017). Türkiye’de 2001-2017 yılları arasında yaşanan laboratuvar ve deney kazalarının değerlendirilmesi. *International Journal of Innovative Approaches in Education*, 1(1), 11-20.
- Towns, M., Harwood, C. J., Robertshaw, M. B., Fish, J., & O’Shea, K. (2015). The digital pipetting badge: A method to improve student hands-on laboratory skills. *Journal of Chemical Education*, 92(12), 2038-2044.
- Türnüklü, A. (2000). Eğitimbilim araştırmalarında etkin olarak kullanılabilen nitel bir araştırma tekniği: Görüşme. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 24(24), 543-559.
- Tüysüz, C. (2010). The effect of the virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37-53.
- Wang, J., Guo, D., & Jou, M. (2015). A study on the effects of model-based inquiry pedagogy on students' inquiry skills in a virtual physics lab. *Computers in Human Behavior*, 49, 658-669.
- Woll, H. (2013). Process diary as methodological approach in longitudinal phenomenological research. *Indo-Pacific Journal of Phenomenology*, 13(2), 1-11.
- Yaman, S. ve Karamustafaoğlu, O. (2006). *Fen bilgisi eğitiminde özel öğretim yöntemleri I-II*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, B., Ilgaz, H. ve Seferoğlu, S. S. (2010, Şubat). *Türkiye’de bilim ve teknoloji politikaları: 1963’den 2013’e kalkınma planlarına genel bir bakış*. 12. Akademik Bilişim Konferansı’nda sunulan bildiri, Muğla.
- Yılmaz, B. ve Bilici, S. C. (2017). QR kodlar ile tasarlanmış güneş sistemi ve ötesi, uzay bilmecesi etkinliği. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 1(2), 75-82.
- Zheng, B., Niiya, M., & Warschauer, M. (2015). Wikis and collaborative learning in higher education. *Technology, Pedagogy & Education*, 24(3), 357-374.

EKLER

Ek Numarası	Başlık	Sayfa Numarası
EK 1	Uygulama İzni	114
EK 2	Uygulama Süreci	115
EK 3	Senaryo Örnekleri	122

EK-1
UYGULAMA İZİNİ



T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı



Sayı : 30598927-302.08.01-E.104098
Konu : Uygulama İzni.

05/10/2018

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

İlgi : 04/10/2018 tarihli ve 103142 sayılı yazınız.

2018-2019 öğretim yılı güz yarıyılında Bölümünüz Dr. Öğr. Üyesi Ersin KARADEMİR'in yürütücülüğünde açılan 171115125 kodlu "Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı" dersinde Araş.Gör. Ahmet Faruk KAYMAK'ın yüksek lisans tez uygulamasını yapması Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Kamil ÇOLAK
Dekan V.

Bu evrak 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır. Evrak doğrulama adresi:
<https://ebysnetm.ogu.edu.tr/Home/Dogrulama/9b947e57-d922-46b6-87f8-d5fc87443dc0>

Adres	: Meselik Kampüsü PK.26480 Odunpazarı	Ayrıntılı Bilgi	: Çiler ÇAĞLAR - Bilgisayar İşlemesi
Telefon	: 0222 2393750-1634	Faks	: 0222 2293124
E-Posta	: ccaglar@ogu.edu.tr	Elektronik Ağ	: http://www.egitim.ogu.edu.tr
		KEP Adresi	: esk.osmangaziunirek@hs01.kep.tr

EK 2

UYGULAMA SÜRECİ

S sciencelab materials
34 abone ABONE OL

ANA SAYFA VİDEOLAR OYNATMA LİSTELERİ KANALLAR TARTIŞMA HAKKINDA

Yüklenenler TÜMÜNÜ OYNAT SIRALAMA ÖLÇÜTÜ:

15. Grup laboratuvar güvenliği 0:27
15. Grup laboratuvar malzemeleri 4:09
5. Grup Laboratuvar Güvenlik Tanıtım Videosu 1:48
5. Grup Laboratuvar Malzemeleri Tanıtım 3:28
6. Grup laboratuvar malzeme tanıtımı 1:29
6. Grup güvenlik 2:17

191 görüntüleme • 2 yıl önce
141 görüntüleme • 2 yıl önce
313 görüntüleme • 2 yıl önce
785 görüntüleme • 2 yıl önce
169 görüntüleme • 2 yıl önce
466 görüntüleme • 2 yıl önce

İtmanur Özkul 171120161039
İsmail Bayraktar 171120161002
İsmail Biber 171120161058
İsmail Mollaoğlu 171120161016

10. grup/ Laboratuvar malzemeleri 4:05
10. grup/ Laboratuvar güvenliği 2:11
8. GRUP LABORATUVAR MALZEMELERİ 3:23
4. Grup Laboratuvar Malzemeleri Tanıtımı 1:48
Laboratuvar Güvenlik 14 Grup 2:45
Laboratuvar Malzemeler 14 Grup 3:02

207 görüntüleme • 2 yıl önce
222 görüntüleme • 2 yıl önce
144 görüntüleme • 2 yıl önce
132 görüntüleme • 2 yıl önce
137 görüntüleme • 2 yıl önce
113 görüntüleme • 2 yıl önce







DAMLALIK ŞİŞE



DENEY PALETİ











EK 3

SENARYO ÖRNEKLERİ

ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ VE MATERYAL TASARIMI DERSİ ETKİNLİK YÖNERGELERİ

Sevgili öğretmen adayları, mesleğinizi öğrenmek ve en iyi şekilde yapabilmek için öncelikle fen bilimleri laboratuvarındaki araç ve gereçleri tanımalısınız. Bu sebeple bilimsel ve teknolojik gelişmeler de göz önünde bulundurularak laboratuvar araç gereçlerini daha yakından tanımanızı, bunların nasıl ve ne amaçla kullanıldıklarını bilmenizi ve bu araçların temizliğinin ne şekilde yapıldığını, güvenlik önlemlerinin nasıl alınabileceğini anlamanızı sağlamak için ‘Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı’ dersi kapsamında bazı etkinlikler tasarlanmanız istenmektedir. Aşağıda yapmanız gerekenler detaylı şekilde verilmiştir. Lütfen içerikleri oluştururken bunları göz önünde bulundurunuz.

1. Sizlere laboratuvarda uyulması gereken genel laboratuvar kuralları verilecektir. Bunları da iyice okuyup senaryolaştırarak 3 dk. (180 sn)’yi geçmeyecek şekilde movie maker programını kullanarak kamu spotları (kısa içerikli videolar) oluşturacaksınız.

2. Senaryoların içeriğinde karakter, olay örgüsü, mekan ve zaman iyi planlanmalıdır.

3. Ayrıca, sizlere bazı laboratuvar malzemeleri verdik. Öncelikle sizlere verilen her bir laboratuvar malzemesini tanımalısınız. Daha sonrasında her bir laboratuvar malzemesinin tanıtımını, kullanım amacını ve o malzemeyi kullanırken oluşabilecek sorunlarını senaryolaştırarak 3 dk. (180 sn)’yi geçmeyecek şekilde movie maker programını kullanarak kamu spotları (kısa içerikli videolar) oluşturacaksınız.

ÖRNEK SENARYO 1 [Laboratuvar güvenliği]

Laboratuvar güvenlik konuları:

1. Kişisel önlemler, laboratuvar önlüğü, eldiven, maske vb. kullanılmalıdır.
2. El, yüz ve benzeri biyolojik bir ajan ile temas ederse bol su ve antiseptik ile yıkanmalıdır.
3. Biyolojik sistemlerin kontrolünde gerekli hallerde laboratuvar teknik personelinin yardım alınmalıdır.
4. Biyolojik katılar veya sıvılar bertaraf edilmeden önce otoklavlanmalı (121°C, 15dk) ardından laboratuvar kuralları esas alınarak bertaraf edilmelidir.
5. Organizma içerikli sıvılar, katılar yere, tezgâha döküldüğü hallerde, dökülenler gerekiyorsa kimyasal kullanarak temizlenmelidir.
6. Organizma içerikli kaplar deney ya da analiz bitiminde hemen temizlenmelidir.

Senaryo:

Öğretmen: (Derse girer. Derste ne yapılacağını anlatır.) Merhaba arkadaşlar bugün sizlerle nötralleşme tepkimesi deneyini yapacağız. Bu deneyde asit ve bazlar ile çalışacağımız için mutlaka eldiven ve önlük kullanmanız gerekiyor. Bir beherglas alıp içine dereceli silindir yardımıyla 50 ml HCl çözeltisi koyacaksınız. Sonra pH kâğıdı ile çözeltisinin pH' nı ölçüp pH skalasına bakarak defterinize bu değeri kaydedin. Diğer behere NaOH çözeltisinden dereceli silindir yardımıyla 100 ml koyunuz. Aynı şekilde bu çözeltinin de pH' nı ölçerek defterinize kaydedin. NaOH çözeltisine damlalıkla birkaç damla fenolftalein damlatın ve renk değişimini gözlemleyin. NaOH çözeltisini damlalıkla HCl çözeltisine yavaş yavaş ilave edin ve renk değişimi gerçekleşmeye başladığı anda NaOH eklemeyi bırakın. Renk değişimi gerçekleşen beherdeki karışıma pH kâğıdını batırarak pH değerini not alın. Evet, arkadaşlar iyi çalışmalar yardıma ihtiyacınız olursa görevli asistandan yardım alabilirsiniz.

Asistan: Merhaba arkadaşlar, kurallardan bahsedeceğim. Kişisel önlemler, laboratuvar önlüğü, eldiven, maske vb. kullanılmalıdır. El, yüz vb. biyolojik bir madde ile temas ederse bol su ve antiseptik ile yıkanmalıdır. Biyolojik sistemlerin kontrolünde gerekli Öğretmen: (Derse girer. Derste ne yapılacağını anlatır.) Merhaba arkadaşlar bugün sizlerle nötralleşme tepkimesi deneyini yapacağız. Bu deneyde asit ve bazlar ile çalışacağımız için mutlaka eldiven ve önlük kullanmanız gerekiyor. Bir beherglas alıp içine dereceli silindir yardımıyla 50 ml HCl çözeltisi koyacaksınız. Sonra pH kâğıdı ile çözeltisinin pH' nı ölçüp pH skalasına bakarak defterinize bu değeri kaydedin. Diğer behere

NaOH çözeltisinden dereceli silindir yardımıyla 100 ml koyunuz. Aynı şekilde bu çözeltinin de pH'ını ölçerek defterinize kaydedin. NaOH çözeltisine damlalıkla birkaç damla fenolftalein damlatın ve renk değişimini gözlemleyin. NaOH çözeltisini damlalıkla HCl çözeltisine yavaş yavaş ilave edin ve renk değişimi gerçekleşmeye başladığı anda NaOH eklemeyi bırakın. Renk değişimi gerçekleşen beherdeki karışıma pH kâğıdını batırarak pH değerini not alın. Evet, arkadaşlar iyi çalışmalar yardıma ihtiyacınız olursa görevli asistandan yardım alabilirsiniz.

Asistan: Merhaba arkadaşlar, kurallardan bahsedeceğim. Kişisel önlemler, laboratuvar önlüğü, eldiven, maske vb. kullanılmalıdır. El, yüz vb. biyolojik bir madde ile temas ederse bol su ve antiseptik ile yıkanmalıdır. Biyolojik sistemlerin kontrolünde gerekli hallerde laboratuvar teknik personellerinden yardım alınmalıdır. Biyolojik katı veya sıvılar kullanılmadan önce sterilize edilip ardından kullanılmalıdır. Sıvı veya katı maddeler tezgâha döküldüğünde, dökülenler gerekiyorsa kimyasal kullanılarak temizlenmelidir. Organizma içerikli kaplar deney ya da analiz bitiminde hemen temizlenmelidir.

(Öğrenciler deney malzemelerini alıp deneye başlarlar. Ezgi asitler ile çalışırken eldiven kullanmadığı için eline asit döker)

Ezgi: Aaaaaa... Elim yandı.

Asistan: (Asistan sesi duyar ve gelir) Hemen elini bol su ile yıkamalısın. Ben size kuralları anlatırken eldivensiz çalışmamanız gerektiğini söylemiştim. Birde üstüne önlüğünün düğmelerini de kapatmamışsın.

(Ezgi ellerini yıkar ve yerini oturur. Esra bir kirli beherglas içine asiti koyar ve Fatma görür onu uyarır.)

Fatma: Kanka sence bu temiz mi?

Esra :Bence temiz sadece lekeler var.

(Asistan kızların sesini duyar ve yanlarına gelir.)

Asistan: Bir problem mi var kızlar?

Fatma: Esra beherglasın temiz olduğunu söylüyor ama içinde lekeler var.

Esra: Bence temiz hocam bu kadarcık lekelerin deney sonucunu değiştirmeyeceğini düşünmüştüm.

Asistan: Öyle şey olur mu tabiki de bu lekeler etkiler. O yüzden beherglası yıkamalısın.(Esra yıkamaya başlar.)

Fatma: (Deneyi devam ettirirken beherglası eli çarpar ve içindeki asiti döker .) Ayyy ne yapacağım şimdi?

Ezgi: Hoca asit döküldüğünde hemen temizlememiz gerektiğini söylemişti. O yüzden hemen temizleyelim.

(Deneye devam ederler, bitirirler ve malzemeleri temizlerler.)

Öğretmen: Evet arkadaşlar bugünkü deneyimiz bu kadardı. Bu deneyde bir asit ve bazın karışmasıyla nötralleşme tepkimesi oluştuğunu gözlemledik.

Asistan: Arkadaşlar bugün çok hatalı davranışlarda bulundunuz. Bundan sonraki deneylerde kurallara daha dikkatli şekilde uyun.

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

Öğretmen: Öğrencilerin anlayabilmesi için açık açık konuyu anlatan, disiplinli ve öğrencilerin bilgiyi deneyerek kendilerinin bulmasını isteyen biridir.

Asistan: Sorumluluk açısından öğretmenden sonra gelen yardımcı, sert mizaçlı ve kuralcı biridir.

Birinci Öğrenci(Ezgi): Haylaz, kurallara uymayan ve asi biridir.

İkinci Öğrenci(Esra): Ufak ayrıntıları dikkate almayan ve hızlı bir şekilde deneyi bitirmeyi çabalayan kişidir.

Üçüncü Öğrenci(Fatma): Dikkatsiz, panik yapan ve çalışkan biridir.

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Olay, okul saatlerinde ve içinde rahatça deney yapma imkanı bulunan, temizliğine özen gösterilen, malzeme bakımından sıkıntısı olmayan, bir laboratuvarında geçiyor.

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

Nötralleşme tepkimesini gözlemlemek için laboratuvar dersi yapan bir öğretmen, dersteki kazanımlardan ve deneyin yapılışından bahsettikten sonra öğrencileri deneyi yapmak ve asistanla yardımlaşmak üzerine yalnız bırakır. Öğrenciler dikkatsizlikleri, umursamazlıkları yüzünden birkaç laboratuvar kuralına uymazlar. Bunun üzerine asistandan uyarı ve yardım alarak deneyi sonlandırır. Deneyin sonunda laboratuvarında kuralların önemli olduğunu ve dikkat etmeleri gerektiğini anlamış olurlar.

ÖRNEK SENARYO 2 [Laboratuvar malzemeleri]

Laboratuvar malzeme konuları:

Gövde kesiti, göz modeli, gravzant halkası, porselen havan, hertz ayağı, hidrostatik terazi, hücre modeli, huni cam, insan vücudu, indüksiyon bobini, ısı iletim aleti, ışık kaynağı, ışık önleyici.

Senaryo:

Huni Cam: Camdan imal edilmiştir. Ağız çapı 120 mm dir. Süzme işlemlerinde ve çözelti hazırlanmasında kullanılır. Huni cam çok kırılğan bir malzeme olduğu için dikkatli kullanılmalı, çok fazla baskı uygulamamalıyız. Deney sırasında dikkat etmezsek elimizde kırılabilir.

Havan Porselen: Katı ve iri taneli kimyasalların öğütülmesi için kullanılır. Çok sert darbelere maruz kalırsa kırılır ve içindeki malzemeler dökülür.

İnsan Vücudu: İnsan vücudunun anatomik yapısına uygun olarak üretilen modelde beyin, karaciğer, kalp, bağırsaklar, akciğer ve diğer iç organları göstermektedir. Organlar sökölüp takılabilen 11 parçadan oluşmaktadır.

İndüksiyon Bobini: Elektrik ile ilgili deneylerde kullanılır. Gazlardan elektrik akımının geçişi deneyinde ve yüksek gerilimli statik elektrik ihtiyacı olan yerlerden kullanılır. 220 Volt şebeke gerilimi ile çalışır. Elektrik ile uğraştığımız için elektrik çarpması tehlikesine karşı dikkatli olmalıyız.

Isı İletim Aleti: Dairesel demir levha üzerinde monteli farklı 4 metal çubuktan oluşmaktadır. Isı/iletkenlikle ilgili deneylerde kullanılır.

Işık Kaynağı: Güç kaynağı ile birlikte kullanılır, 12 v ile çalışır. Optik deneylerinde ihtiyaç duyulan ışığın sağlanması için kullanılır. 12 volt ampulü dâhildir. Işık kaynağını optik deneylerinde ihtiyaç duyulan parlaklığa göre az veya çok olarak ayarlamalıyız. 12 volttan büyük ampuller kullanırsak ışık kaynağımız bozulabilir.

Işık Önleyici: Yetişkin bitkilerin incelenmesinde fotosentez konusunda kullanılır. Aynı zamanda optik deneylerde kullanılır.

Hertz Ayağı: genel elektroliz ve pil deneylerinde elektrotların güvenli bir şekilde tutturulmasında ve yüksek gerilim deneylerinde kullanılır. Elektrotları hertz ayağına sağlam bir biçimde tutturamazsak tüm malzemeler bozulur.

Gövde Kesiti Modeli: Bitki gövdesinin enine ve boyuna kesitini göstermek için üç boyutlu olarak üretilmiştir.

Göz Modeli: Duyu organlarının incelenmesi sırasında kullanılır. Gözün kısımlarını parçalı bir şekilde gösterir. Polyester ve plastikten mal edilmiştir.

Gravzant Halkası: Maddelerin ısıyla genleşmesi konusu anlatılırken kullanılır. Metalden yapılmıştır.

Hücre Modeli: 2 çeşittir. Bunlar;

Bitki: Bitki üzerindeki retikulum, mitokondri, kloroplast, çekirdekçik vb. kısımları ayrıntılı olarak incelemeyi sağlar.

Hayvan: Hayvan hücresindeki hücre zarı, lizozom, sentrioller ve diğer elemanların ayrıntılı olarak gösterilmesini sağlayan modeldir.

Hidrostatik terazi: Arşimet prensibini doğrulamak ve cisimlerin yoğunluğunu ölçmek için Galileo'nun tasarladığı terazi. Terazinin hassas ölçüm yapabilmesi ve doğru sonuçlar vermesi için yoğunluğu eşit cisimler kullanmalıyız.

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

Ezgi: Gövde kesiti, göz modeli

Beyza: Gravzant halkası, porselen havan, hertz ayağı

Burcu: Hidrostatik terazi, hücre modeli,

Esra: Huni cam, insan vücudu, indüksiyon bobini

Fatma: Isı iletim aleti, ışık kaynağı, ışık önleyici.

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Olay, okul saatlerinde ve içinde rahatça deney yapma imkânı bulunan, temizliğine özen gösterilen bir laboratuvarında geçiyor.

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

Laboratuvar dersini alan öğrenciler, ellerindeki laboratuvar malzemelerini tanıtmak için malzemelerin birkaç özelliği ile birlikte bir bilgilendirme hazırlarlar.

ÖRNEK SENARYO 3 [Laboratuvar malzemeleri]

Laboratuvar malzeme konuları:

Ağırlık takımı, Akım makarası, Alçak gerilim güç kaynağı 80 W, Alüminyum kap, Ampermetre, Ampul, Anahtar basit, Arşimet silindiri, Aynalar, Aydınlatma lambası, Ayırma hunisi, Açık yapan aynalar, baget cam, metanol.

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

2 öğrenci, 1 öğretmen

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Üniversitenin laboratuvarında gündüz çekim yapacağız.

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

-Öğretmen laboratuvara gelir. Öğrencilere basit bir elektrik devresi kurabilmek için hangi elemanları kullanırız diye sorar. Tahtaya bir elektrik devresi çizer. Öğrencilerden birinin tahtaya kalkıp devredeki elemanları bize tanıtmalarını söyler. Bir öğrenci parmak kaldırır ve tahtaya çıkar. Tek tek devre elemanlarının isimlerini, özelliklerini, sembollerini söyler.(Bazılarını yanlış söyler). Öğretmen onun yanlış bilgilerini düzeltir. (ampul, anahtar basit, ampermetre, akım makarası, alçak gerilim güç kaynağı). Metanol cam

bir şişenin içine koyulur. Öğretmen bu malzemenin dikkatli kullanılması gereken bir kimyasal olduğunu söyler.

-Öğretmen tahtaya bir harf yazar. Yazdığı bu harfin kenarına ayna tutar. Öğrencilere burada ne gördüklerini ve bu durumun nedenini sorar. Öğrenciler cevap verir. Aynaların diğer çeşitlerini de öğretmen anlatır.

-Öğretmen derste öğrencilere sıvıların kaldırma kuvvetini anlatmak için tahtaya bir şekil çizer. Bir kabın içinde sıvı vardır. Arşimet silindirin ucuna, ağırlık takımından oluşan m kütlesi takılır ve su dolu kabın içine bırakılır. Yandaki kaba ise su taşıdığı tahtada resmedilir. Arşimet silindirinde, m kütlesinde meydana gelen değişim gözlenir.

-Zeytinyağı ve su bir kaba alınarak baget yardımıyla karıştırılır. Daha sonra ayırma hunisine bu karışım konulur. Zeytinyağı ve su karışımının birbirinden ayrılması sağlanır. Öğrencilerden baget ve ayırma hunisini neden kullandığınızı söylemeleri istenir.

-Öğretmen daha önceki derslerde anlattığı mikroskobun yapısı konusunu, öğrencilerin ne kadar öğrendiklerini belirlemek için sözlü yapar. Bu sözlüde aydınlatma aracını göstermelerini ve tanımını yapmalarını öğrencilerden ister.

ÖRNEK SENARYO 4 [Laboratuvar malzemeleri]

Laboratuvar malzeme konuları:

Amonyum sülfat, Alüminyum sülfat, Alüminyum chloride, Amonyak, Hidroklorik Asit, Amonyum oksalat, Baryum klorür, Bakır klorür, Çinko, Aseton.

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

Selen Öğretmen(Fen Bilimleri Öğretmeni), Zeynep (Birinci Öğrenci),

Mehmet (İkinci Öğrenci), Ahmet (Üçüncü Öğrenci), Seçil (Dördüncü Öğrenci),

Derin (Beşinci Öğrenci).

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Eskişehir, Laboratuvar, Soğuk bir sonbahar sabahı, Kasım ayı, Saat 8.15 civarı.

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

Laboratuvarda Bir Gün

Aylardan Kasım. Yaprakların döküldüğü mevsimin artık kışa gelmeye başladığı, biraz da üşüttüğü Eskişehir sabahındayız. Selen Hoca derste hiç değinmediği kimyasal bileşikler laboratuvar ortamında anlatmak istiyormuş. Derse anca yetişebilecek olan Selen Öğretmen 8.15 te koridorda 7C öğrencilerinden Zeynep'i görerek Selen Öğretmen:

Günaydın Zeynepciğim. Sınıf arkadaşlarına Selen Hoca dersi laboratuvarda işleyecek şekilde söyler misin?

Zeynep: Tabii Öğretmenim ben hemen sınıfımıza söylemeye gidiyorum.

Selen Öğretmen: Teşekkürler Zeynep.

Hızlıca laboratuvara giden Selen Öğretmen önlüğünü giyerek anlatacağı derse önlüğünü giyerek anlatacağı malzemeleri hazırlayarak öğrencilerini beklemeye başlamış. Tek tek öğrencilerinin geldiğini gören Selen Öğretmen tebessümle: Günaydın arkadaşlar. Bugün nasılsınız?

Öğrenciler hep bir ağızdan: Günaydın hocam. İyiyiz, sizler nasılsınız?

Selen Öğretmen: Teşekkür ederim ben de iyiyim demiş. Kısa bir hal hatır konuşmasından sonra başlamış Selen Öğretmen dersi anlatmaya.

Selen Öğretmen: Arkadaşlar laboratuvarda kullanılan bu malzemeleri kesinlikle tatmamanızı, dokunmamanızı, koklamamanızı istiyorum. Gerçi bu konuda sizlere ‘‘Laboratuvar Güvenliği’’ ile ilgili bir kâğıt dağıtmıştık ama ben sizi tekrar uyararak diyerek

1-) Amonyum Sülfat gübre olarak kullanılmaktadır. Formülü $(NH_4)_2 SO_4$ tür. Bu beyaz katı parçacıklı olan madde amonyum sülfattır.

2-) Alüminyum Sülfat formülü $Al_2(SO_4)_3$ olan bu bileşik şap olarak da bilinir. Aman dikkat suda kolay karışır. Kuru halde korozif olmayan bu madde su ile solüsyonunda korozif olmaktadır. Korozif özelliğinden dolayı plastik ya da paslanmaz çelik tanklarda saklanmalıdır.

Mehmet: Hocam hocam korozif ne demektir?

Selen Öğretmen: Korozif metal ya da bazı metal alaşımlarının oksitlenme veya diğer kimyasal etkenlerle aşınması durumudur.

3-) Alüminyum klorür: Alüminyum ve klorürün temel bileşiği. Rengi genel olarak beyazdır. $Fe(II)Cl$ ile birleşince sarı renk olmaktadır.

Klorür kelimesini telaffuz edemeyen Ahmet: Hocam Alüminyum sonunu söyleyemediğim bu bileşiğin diğer bir adı var mı?

Selen Öğretmen: Var Ahmet. Bileşiminden de anlaşılacağı üzere Alüminyum klorür deseniz yeterli.

4-) Aseton: Su, etanol ve eterle her oranda bileşir. Keskin kokuludur. Biz kızlar bunu çok iyi biliriz. Ojelerimizi çıkarmak için kullanırız.

Zeynep oradan atılarak: Hocam Seçil’in el tırnaklarının etrafı bu yüzden çok kurumuş.

Biraz utanıp sıkılarak Seçil: Evet öğretmenim. Cildimde kuru olduğu için Pazar günü ojemi çıkartırken elim bu hale geldi.

Selen Öğretmen: Geçmiş olsun Seçil. Ellerin bu kadar kuru ise gitmediysen bir Cildiye doktoruna gözüük istersen diyerek konuya devam etmiştir.

5-) Hidroklorik Asit (HCL): Çok ciddi bir asittir. Çok keskin kokulu, çok kuvvetli ve renksiz bir sıvıdır. Kokusu genelde nefes almamızı güçleştirecek seviyededir. Örneğin astım hastaları bu kokuya maruz kalırlarsa kriz geçirebilirler. Bu malzemeyi kullanırken ağzımıza maske takmalıyız. HCl' nin sarı renkte olmasının sebebi: İçindeki FE(III) Cl' dir.

Bu asitin vücudu tahriş etme özelliği yüksektir.

Zeynep: Öğretmenim annem temizlik yaparken mermere HCl dökmüş. Mermerin özelliği bozuldu. Sırrı kalktı gibi.

Selen Öğretmen: Evet Zeynep olmuş olabilir. Bu yüzden bu ürün mermer yüzeyde kullanılmalıdır. Sadece HCl temizlik malzemelerinde mi bilinmektedir? Tabii ki hayır. HCl mide asitimizde seyreltilmiş şekilde bulunur.

6-) Asetalaldehit (C₂H₄O): Parfüm ve aromalarda kullanılan bu asit HCl gibi renksiz, yanıcı bir sıvı. Sigara dumanında bulunmaktadır.

7-) Amonyum oksalat (C₂H₄N₂O₄): Katı ve sıvı hali mevcuttur.

Sıvı formu kimya sanayide daha ucuzdur. Renksiz, kokusuz ve uçucu olamayan bir tuzdur.

Derin: Öğretmenim bu bahsettiğiniz bileşik ya da sadece kimyevi maddelerde mi vardır?

Selen Öğretmen: Hayır C vitamini içeren meyve, sebzelerde bulunmaktadır. Ayrıca kuruyemişlerde de vardır.

8-) Amonyak: Sağlıktan sanayiye kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Gaz, tuz ve çözelti olarak kullanımı vardır. Formülü NH₃ 'tür. Baziktir. Amonyum sülfat gibi gübre yapımına kullanılır. İlaç ve solüsyonların içerisinde de vardır. Asit zehirlenmelerinde, cilt sorunları, ağrılar gibi rahatsızlıklarda kullanılır. Böcek sokmalarında sürülmesi tavsiye edilir.

Amonyak zehirlenmelerinde sulandırılmış sirke, limon suyu gibi hafif asitli ürünler içilmelidir.

9-) Evet geldik Baryum klorüre formülü BaCl₂ , görüldüğü üzere toz halindedir. Laboratuvarında sodyum iyonu şeklinde kullanılır.

Seçil parmak kaldırarak: Hocam ben bu bileşiği havai fişeklerde yeşil renk verilmesi için kullanıldığını okumuştum dergide.

Selen Öğretmen: Evet arkadaşlar (onaylar bir şekilde kafasını yavaşça aşağıya indirerek) Ayrıca deri, kumaş ve fotoğraf kağıdı üretiminde kullanılmaktadır.

10-) Bakır(I) Klorür (CuCl): Beyaz kristal bir maddedir. Erime noktası 432 °C kaynama noktası 1490 °C 'dir. Su içinde çözülürse sizce nasıl olur?

Mehmet: CuCl₂ 'ye dönüşür öğretmenim. Yeşil renkli bazik klorür oluşturur.

Selen Öğretmen: Teşekkürler Mehmet.

Zilin çalmasına 5 dk. kalır. Selen Öğretmen: Arkadaşlar son olarak çinko metalinden bahsedelim. Çinko mavimsi açık renkte bir metaldir. Periyodik tabloda geçiş metalidir. Sağlığımıza yaralarından çinko bağışıklığımızı desteklemek için kullanılır. Çinko "Vitaminler" konusunda işlediğimiz üzere en önemli fonksiyonu protein üretimindeki işlevi yaraların iyileşmesine karşı etkilidir diyoruz. Ve arkadaşlar konuyu burada bitiriyoruz.

Zil çalar ve ders biter.

Selen Öğretmen: Kendinize iyi bakın bir sonraki derste görüşürüz. İyi Günler.

ÖRNEK SENARYO 5 [Laboratuvar güvenliği]

Laboratuvar güvenlik konuları:

Yanık ve Kesikler

Senaryo:

Laboratuvar kazalarında ilk yardım ve laboratuvar kuralları, Dua Lipa'nın "New Rules" isimli şarkısı ile birlikte parodi video montajı halinde yapılacaktır.

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

Karakterler: Laboratuvar güvenlik kurallarını öğrenmiş ve uygulamaya koyabilen öğrenciler.

Kişi sayısı: 3 kişi

Roller: Laboratuvarda uyulması gereken kurallar, yanık ve kesik olması halinde neler yapılması gerektiğini parodi halinde söyleyen 3 öğrenci. (Kurallar 3 öğrenci arasında paylaşılacaktır.)

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi bünyesinde bulunan laboratuvar ortamlarında gündüz çekim yapılacaktır. Arka plan çekim aşamalarına laboratuvar kazalarının çeşitliliğine göre değişiklik gösterebilir.

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

Sahneler: Tüm sahneler laboratuvar ortamında ve çeşitli malzemeler kullanılarak çekilecektir.

İçerik: Laboratuvar kazalarında ilk yardım ve laboratuvar kuralları.

Akış: 3 dakikalık Dua Lipa şarkısının sözleri laboratuvar kazalarında ilk yardım ve laboratuvar kurallarına göre uyarlanacaktır.

ÖRNEK SENARYO 6 [Laboratuvar kuralları]

Laboratuvar güvenlik konuları:

KİMYASAL MADDE İLE ÇALIŞIRKEN UYULMASI

GEREKEN KURALLAR

1. Tüp içinde bulunan bir sıvı ısıtılacağı zaman tüp, üst kısımdan aşağıya doğru yavaş yavaş ısıtılmalı ve tüp çok hafif şekilde devamlı sallanmalıdır. Tüpün ağzı kendinize veya yanınızda çalışan kişiye doğru tutulmamalı ve asla üzerine eğilerek tüpün içine bakılmamalıdır. 2. Kimyasal atıklar laboratuvar teknik personelinin direktiflerine uygun olarak işleme tabi tutulmalıdır. Lavabolara ve başka yerlere kesinlikle kimyasal madde dökülmemelidir. 3. Zehirli buharları ve gazları solumaktan kaçınılmalıdır. Sülfürik asit, nitrik asit, hidroklorik asit, hidroflorik asit gibi asitlerle bromür, hidrojen sülfür, hidrojen siyanür, klorür gibi zehirli gazlar içeren maddeler ile çeker ocakta çalışılmalıdır. 4. Tüm asitler ve alkaliler sulandırılırken daima suyun üzerine ve yavaş yavaş dökülmeli, asla tersi yapılmamalıdır.

5. Civa herhangi bir şekilde dökülürse vakum kaynağı ya da köpük tipi sentetik süngerlerle toplanmalıdır. Eğer toplanamayacak kadar eser miktarda ise üzerine toz kürt serpilerek zararsız hale sokulmalıdır.

6. Termometre kırıklarının civalı kısımları ya da civa artıkları asla çöpe ya da lavaboya atılmamalıdır.

7. Uçucu (düşük kaynama noktasına sahip maddeler; eter, aseton, alkol vs.) ve yanabilen maddeler açık aleve yakın tutulmamalıdır. Çünkü bu gibi yanıcı maddelerin buharları çalışma tezgahının ötesindeki alev kaynağına ulaşarak yangına sebep olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

8. Laboratuvar ortamına kimyasal madde ve/veya numune döküldüğü takdirde derhal temizlenmeli, gerektiğinde laboratuvar teknik personeline durum bildirilmelidir.

9. Laboratuvarın bir yerinden başka bir yerine kimyasal madde taşırken dikkatli ve güvenli bir şekilde taşınmalıdır. Kimyasallar taşırken iki el kullanılmalı, bir el kaptan sıkıca tutarken, diğeri ile şişenin altından kavranmalıdır.

10. Zorunlu hallerde bir laboratuvardan diğesine kimyasal, biyolojik madde, numune taşınması.

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

Kısa filmimizde rol alacak altı kişi var. Altı kişiden beş tanesi öğretmeni laboratuvar kurallarını anlatırken dinlemeyen ve deney yaparken laboratuvar kazaları yaşayan öğrencilerdir. Bir kişi ise laboratuvar kurallarını anlatan ve deneyler de öğrencilere rol gösteren öğretmendir.

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Mekan; Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi bünyesinde bulunan fizik, kimya, biyoloji laboratuvarlarıdır. Olay örgüsü gündüz geçmektedir.

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

O gün ilk laboratuvar dersleriydi Elif, Meral, Serap, Esmâ ve Sevgi laboratuvar dersini pek sevmiyorlardı bu yüzden Emine öğretmen laboratuvar kurallarından bahsederken dinlememişlerdi. Emine öğretmen laboratuvar kurallarından bahsetti: "Tüp içinde bulunan bir sıvı ısıtılacağı zaman

tüp, üst kısımdan aşağıya doğru yavaş yavaş ısıtılmalı ve tüp çok hafif şekilde devamlı sallanmalıdır. Tüpün ağzı kendinize veya yanınızda çalışan kişiye doğru tutulmamalı ve asla üzerine eğilerek tüpün içine bakılmamalıdır.

Kimyasal atıklar laboratuvar teknik personelinin direktiflerine uygun olarak işleme tabi tutulmalıdır. Lavabolara ve başka yerlere kesinlikle kimyasal madde dökülmelidir. Zehirli buharları ve gazları solumaktan

kaçınılmalıdır. Sülfürik asit, nitrik asit, hidroklorik asit, hidroflorik asit gibi asitlerle bromür, hidrojen sülfür, hidrojen siyanür, klorür gibi zehirli gazlar içeren maddeler ile çeker ocakta çalışılmalıdır. Tüm asitler ve alkaliler sulandırılırken daima suyun üzerine ve yavaş yavaş dökülmeli, asla tersi yapılmamalıdır. Civa herhangi bir şekilde dökülürse vakum kaynağı ya da köpük tipi sentetik süngerlerle toplanmalıdır. Eğer toplanamayacak kadar eser

miktarda ise üzerine toz kükürt serpilerek zararsız hale sokulmalıdır. Termometre kırıklarının civalı kısımları ya da civa artıkları asla çöpe ya da lavaboya atılmamalıdır.

Uçucu (düşük kaynama noktasına sahip maddeler; eter, aseton, alkol vs.) ve yanabilen maddeler açık alev yakın tutulmamalıdır. Çünkü bu gibi yanıcı maddelerin buharları çalışma tezgahının ötesindeki alev kaynağına ulaşır yangına sebep olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Laboratuvar ortamına kimyasal madde ve/veya numune döküldüğü takdirde derhal temizlenmeli, gerektiğinde laboratuvar teknik personeline durum bildirilmelidir.

Laboratuvarın bir yerinden başka bir yerine kimyasal madde taşırken dikkatli ve güvenli bir şekilde taşınmalıdır. Kimyasallar taşınırken iki el kullanılmalı, bir el kapaktan sıkıca tutarken, diğeri ile şişenin altından kavranmalıdır. " Sonra o gün yapacakları Toriçelli deneyine geçti. Herkes bankolarına geçti ve deneye başladılar. Yalnız bizim bu beş kızın bir sıkıntısı vardı laboratuvar kurallarını bilmiyorlardı. Sevgi(Arkadaşlarına doğru masumca bakar): Kızlar civanın çok zararlı bir madde olduğunu duymuştum bence dikkatli davranmalıyız der. Beş kız da deneylere başlarlar.

Bir miktar civayı tüpün içine koyarlar. Fakat çok dikkatsiz oldukları için civanın bir kısmı Serap'ın üzerine dökülür. Serap üzerine dökülen civayı temizlemek için koşarken tüpte olan civanın tamamı bankonun üzerine dökülür. Bu olaylar olurken Emine öğretmen diğer deney için hazırlık yapmaktadır ve olanlardan habersizdir. Ara verirler. Arada kendine poğaçaya alan Esmâ bankonun üzerine poğaçasını koyar. Bir yandan sohbet eder bir yandan da poğaçasını yemeye başlar. Esmâ'nın derste çok karnı ağrır ve öğretmenine gider hemen hastaneye kaldırılırlar.

Bir sonraki hafta yine laboratuvarda ders yapılacaktır ve bizim kızlar akıllanmamıştır. Arkadaşları Esmâ hala hastanededir. Emine öğretmen ders başında öğrencileri uyarır:

" pH ölçeceğiz ve asit olarak da HCl kullanacağız dikkat edin "der. Deney başlar. Herkes üç deney tüpüne bir miktar HCl alır ve Emine öğretmen:

"Arkadaşlar lütfen tüplerinizde olan hidroklorik asitleri seyreltirken dikkatli olun. Başka bir tüpe su koyduktan sonra tüplerinizde olan asitleri üzerine dökün."

Bizim kızlar bunları dinlemez hata üstüne hata yaparlar. Meral yanlışlıkla tüpte ki HCl'yi lavaboya döker. Kimseye bir şey demeden giderler ve tekrar HCl alırlar. Bir süre sonra lavabodan kötü kokular gelir ve suyu açtıkları zaman lavabonun altından akar. Korktukları için kimseye söyleyemezler. Deney devam ederler. Serap:

"Kızlar hadi tüplerimizin üzerine su dökelim ve pH'larını ölçelim deney bitsin"

Sevgi HCl dolu tüpün üzerine suyu döktüğü an tüp patlar.

Sevgi'nin eli yanar ve hastaneye gitmek zorunda kalırlar.

Sevgi hastanededir ve arkadaşları deneye devam ederler. Meral tüpleri birbirine karıştırır ve hangilerinin asit hangilerinin su olduğunu bulamaz. Bulmak için tüpleri tek tek koklar. Bir süre geçtikten sonra Meral'in burnu acışır, gözlerinden yaş akmaya başlar. Arkadaşları hemen öğretmene durumu bildirir. Emine öğretmen 112'yi arar ve hastaneye giderler. Emine öğretmen sınıfa gelir:

"Arkadaşlar! Ben size ilk gün laboratuvar kurallarını anlattım aranızda dinlemeyenler olmuş ve başlarına gelen kötü olaylar hepinize ders olsun." der.

Kızlar ve sınıftaki herkes laboratuvar kurallarını artık çok iyi biliyorlardır. Çevrelerinde hata yapan arkadaşlarını uyarıyorlardır. Emine öğretmen öğrencileri için artık endişelenmemektedir. Ve kendi kendine söylenir: " Bir musibet bin nasihatten iyidir."

Diğer haftalarda yapacakları deneyler de çok dikkatli davranmışlardır. Elif bir maddeyi nasıl ısıtacağını bilmediği için tüpü eliyle tutar ve ispirto ocağına yaklaştırır bunu fark eden Meral : "Elif bu şekilde ısıtma işlemi yaparsan eğer elin yanabilir. Tahta maşa ile tüpün üst kısmından tut ve yavaş yavaş ateşin etrafında gezdir. Sakın çevrende bulunan insanlara doğru tutma yoksa tüpten bir şeyler sıçrayabilir. Arkadaşlarımızı yaralayabilirsin." der. Elif, Meral'in dediklerinin hepsini uygular. O gün laboratuvar dersin de hiçbir sorunla karşılaşılmaz.

Kızlar bir sonraki laboratuvar dersini heyecanla beklemektedirler ve nihayet ders saati gelmiştir. Emine öğretmen o gün çok yorulmuştur ve dalgındır. Öğrenciler için malzemeleri hazırlarken balon jöjeyi sadece üstünden tutmuştur. Serap biliyordu ki bu tutuş hiç sağlam bir tutuş değildir. Koşa koşa, kimseye zarar gelmeden, öğretmenin yanına gider ve "Öğretmenim elinizde bulunan balon jöjeyi hem üst taraftan sıkıca kavrayarak hem de alt taraftan destek vererek tutmalısınız yoksa olası bir kazaya sebebiyet verebilirsiniz." der. Emine öğretmen bu duruma çok sevinir çünkü laboratuvar için en önemli husus güvenlidir. Emine öğretmen: "Bugün derstetermometre kullanacağız. Size vereceğim maddeleri sıcak, soğuk, ılık ve buzlu suda bekletip sıcaklıklarını ölçeceksiniz" der.

Herkes malzemeleri önüne alır ve termometreyle ölçmeye başlar. Sınıftan birkaç kişi çok sıcak suyun içine termometreyi koyunca termometre çatlar. Öğrenciler öğretmen kızar belki diye söylemezler. Bunu gören Esmâ:

"Arkadaşlar! Lütfen öğretmene durumu anlatın. Termometrenin içinde civa var bu durum zehirlenmelere hatta ölümlere bile yol açabilir. Bu gibi durumlarda hemen laboratuvar görevlisine bildirmelisiniz." der. Öğrenciler hemen öğretmene söyler. Öğretmen termometre parçalarını eldivenle birlikte alır ve görevlilere teslim eder." Öğrencilere döner ve : " Neden termometre parçalarını çöpe atmadım biliyor musunuz? Çünkü çok

zararlı çöpten veya lavabodan suyumuza bulaşabilir. Bu konu da oldukça dikkatli olmalıyız."der. Laboratuvar dersi orada bitmiştir. Öğrencilerin hepsi artık çok dikkatlidir. Ve bir slogan bulmuşlardır: "ÖNCE GÜVENLİK, SONRA DENEY!"

Laboratuvar derslerinden önce hep güvenlik önlemlerini alıp geliyorlardı. Önlüksüz, maskesiz, gözlüksüz olanları derse almıyorlar ve deneyleri yaparken çok dikkatli davranıyorlardı. Emine öğretmen öğrencilerine döndü ve "Hiçbir şey öğrenmemiş bile olsanız laboratuvar kurallarını öğrendiniz. Zararlı olan hiçbir şeyi yapmayacağınızdan eminim. Eee,ne demişler bir musibet, bin nasihatten iyidir. Kendinize çok iyi bakın. ÖNCE GÜVENLİK, SONRA DENEY! UNUTMAYIN! der ve sınıftan çıkar.

ÖRNEK SENARYO 7 [Laboratuvar güvenliği]

Laboratuvar güvenlik konuları:

1-Laboratuvarın ciddi bir çalışma ortamı olduğu hiçbir zaman akıldan çıkarılmamalı ve laboratuvarda düzeni bozacak veya tehlikeye yol açabilecek şekilde hareket edilmemelidir.

2-Deney esnasında beklenmeyen bir durum ortaya çıktığında laboratuvardaki ilgiye/sorumluya haber verilmelidir.

3-Sözlü veya yazılı bütün kurallara dikkatle uyulmalı, anlaşılmayan konular laboratuvar teknik personeline sorulmalı ve laboratuvarda izinsiz çalışılmamalıdır.

4-Hafta içi mesai saatleri dışında ya da hafta sonu çalışılacağı durumda, öğrenci önceden ilgili formları doldurup bölüm başkanına teslim etmelidir.

5-Laboratuvara önlük giyilmeden girilmemelidir. Laboratuvar önlüğünün önü kapalı tutulmalıdır. Önü açık önlükle çalışmak tehlikelidir.

6-Kişisel eşyalar laboratuvar ortamını bozmayacak bir alanda muhafaza edilmelidir.

7-Laboratuvarda çalışıldığı sürece çalışmanın özelliğine göre gözlük, eldiven, yüz maskesi vb. gözü ve cildi koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.

8- Laboratuvarda kontak lens kullanılmamalıdır.

9-Kimyasal madde dökülmesine ve cam kırıklarına tedbir olarak daima kapalı ayakkabılar giyilmelidir.

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

2 öğrenci ve 1 öğretmen.

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Üniversitenin laboratuvarında gündüz çekim yapacağız.

Fakültenin koridorunda da 1 sahne çekeceğiz.

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

Defne ve Selin laboratuvar dersi alan iki arkadaştır. Laboratuvardaki ilk dersleri olduğu için çok heyecanlılardır. Öğretmenleri Zeynep Hanım henüz derse gelmemiştir. Birbirleriyle şakalaşmaya başlarlar. Bankodaki deney tüplerini alarak birbirlerini ıslatmaya çalışırlar. Yere dökülen su yüzünden Defne'nin ayağı kayar ve düşer, o sırada Zeynep Öğretmen gelir. "Çocuklar laboratuvar ciddi çalışma yapılan bir ortamdır. Laboratuvarda düzeni bozacak veya tehlikeye yol açabilecek şekilde hareket edilmemelidir. Ayrıca benden izin almadan laboratuvarda çalışma yapmanız doğru değil. Lütfen laboratuvarın belirlenmiş kurallarına uyun." diyerek onları uyarır.

Zeynep Öğretmen:

-Arkadaşlar bugün asitlerle çalışacağız. Lütfen herkes önlüğünü giysin. Eldivenini, gözlüğünü ve maskesini taksın. Yoksa vücudumuzda tahrişe yol açabilir.

Defne asiti deney tüpüne koyarken üzerine döker önlüğünün önü kapalı olmadığı için üzeri leke olur. Öğretmenini çağırır. Öğretmeni de önlüğünün önünü kapatması konusunda uyarıda bulunur.

Deney tüplerini ispirto ocağında ısıtmaları gerekmektedir. İspirtoyu doldururken Selinin çantasındaki su şişesi düşer ve ispirtoyu doldurmakta olan Defnenin koluna çarpar. Yere ispirto dökülür, alev alır. Defne telaşlanır. Selin "Hemen laboratuvar görevlisine haber vermeliyiz" der. Öğretmen ıslak havluyu ateşin üstüne kapatır. Laboratuvar kuralını söyler.

İspirto yanarken gözünde lens olan Selin ateşe fazla yaklaşır ve lensi erir. Bağır-maya başlar. Zeynep öğretmen laboratuvara girerken lensini çıkartması gerektiğini bir daha bunu yapmamasını söyler.

Defne sandaletiyle laboratuvara gelmiştir. Deney tüpü elinden kayar ve kırılır. Ayağına düşer ve ayağı kesilir. Ağlamaya başlar. Öğretmeni gelir ve sakinleştirir. Bir daha laboratuvara önü açık ayakkabı ile gelmemesi gerektiğini söyler.

Defne ve Selin koridorda konuşurlar:

-Bu haftaki deneyi dersten sonra tekrar yapalım mı Selin? Ben tam anlayamadım.

-Tamam olur o zaman dilekçe yazıp bölüm başkanına verelim.

Bölüm başkanına yazdıkları dilekçeyi götürürler. Laboratuvarda ders saatleri dışında ya da hafta sonu çalışmak için izin alırlar.

ÖRNEK SENARYO 8 [Laboratuvar malzemeleri]

Laboratuvar malzeme konuları:

Tel kafes, toriçelli borusu, tornavida, tümsek ayna, tüp fırçası, tüplük plastik, tüp maşası, turnusol kağıdı, üç ayak, üçgen ege, voltmetre, yaprak kesidi, yarıklı ağırlık, yarıklı ağırlık takımı, yarıklı ağırlık askısı.

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

NİSA- Zeytin'i canlandırır.

SİBEL- Limon'u canlandırır.

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Olay laboratuvarda gündüz saatlerinde geçecektir. Laboratuvar kapalı bir ortamdır. Devamında yemekhanede çekilecek sahne vardır. Gündüz, kapalı bir ortamdır.

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

Öğrencilerin laboratuvar malzemeler hakkında konuşmaları, Limon'un soruları ve Zeytin'in onun sorularını gidermek için tek tek malzemeleri tanıtmasıyla olay örgüsü gelişir.

ÖRNEK SENARYO 9 [Laboratuvar malzemeleri]

Laboratuvar malzeme konuları:

Cam balon, cam borular, cam levha, çekiç, çekül, çelik şerit, çiçek kesiti, çinko elektrod, çinko parçaları, cıva çanağı, cıva damlalığı, aynalar (çukur, tümsek vb.), yıkama şişesi, etanol.

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

Senaryoda altı kişi oynayacaktır. Bu altı kişiden beş tanesi öğrencidir. Öğrenci1, öğrenci2, öğrenci3, öğrenci4, öğrenci5 laboratuvar malzemelerini öğrenir ve tanıtır, kullanım alanlarını anlatır. Altıncı kişi ise öğretmendir ve öğrencilerin malzemeleri kullanarak deney yapmalarına yardımcı olur.

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi bünyesinde bulunan fizik, kimya ve biyoloji laboratuvarlarında gündüz yapılacaktır.

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

Beş öğrencinin laboratuvar malzemelerini tanıması ve tanıtması üzerine olaylar serisidir.

Öğrenci1 (Serap):

Serap cam balonu elinde tutar ve gösterir. Cam balon elindeyken şu sözleri söyler:

Cam Balon; içinde bazı kimyasal reaksiyonların gerçekleştirildiği, çözelti hazırlamada, ısıtma ve kaynatma işlemlerinde ve geri soğutucuya takılarak çeşitli deney düzeneklerinin hazırlanmasında kullanılan cam malzemelerdir. İki veya üç ağızlı olanları da vardır. (Serap cam boruyu eline alır kameraya gösterir ve aşağıdaki tanımları söyler.)

Cam boru; farklı çap, uzunluk ve açılarda bulunan ince cam borulardır. U şeklindeki cam boru tepkime ortamları arasındaki bağlantıyı kurmada kullanılır. Bir kaptaki reaksiyon ortamından başka bir kaptaki reaksiyon ortamına sıvı, gaz vb. aktarmaya yarayan, içi boş, uçları açık, silindir.

ÖRNEK SENARYO 10 [Laboratuvar güvenliği]

Laboratuvar güvenlik konuları:

Gaz kokusu, elektrik kaçağı

Roller (karakterler, kaç kişi, hangi rolde, ne amaçla vb.):

Öğretmen, öğrenciler

Mekânın detaylı tanıtımı (Yer, ortam, hava şartları, arka plan, gündüz / gece vb.):

Laboratuvar da ders zamanı, perdeler kapalı karanlık bir ortam

Senaryo akışı (sahneler, içerik, akış vb.):

Laboratuvar da ders esnasında öğrencilerden birisi farklı bir koku duyar.

Öğrenci (1) : Farklı bir şey kokuyor siz de duyuyor musunuz?

Öğrenci (2) : Evet, gaz kokusu alıyorum. Gaz kaçağı olabilir.

Öğrenci (3) : Işığı yakıp kokunun nereden geldiğini bulalım.

Öğrenci (1) : Hayır, gaz kaçağı varsa tehlikeli olur perdeleri ve camları açalım.

Öğrenci (4) : Ben de vanaları kontrol edeyim.

Öğrenci (2) : Bölüm başkanlığını aramalıyız.

-Kapalı bir ortamda gaz kokusu alıyorsanız, elektrikle ilgili hiçbir şeye dokunmayınız. Açıkça kapatmayınız, kapalıysa açmayınız.

-Pencere ve kapıları açarak bulunduğumuz ortamı havalandırınız. Çakmak ve kibrit yakmayınız.

-Doğalgaz vanalarını kapatınız.

-İlgili kişilere haber veriniz.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı SOYADI : Ahmet Faruk KAYMAK
Doğum Yeri* : SAKARYA
Doğum Tarihi* : 06.09.1993

Eğitim Durumu

Lise	Tavşanlı Anadolu Öğretmen Lisesi	2011
Lisans	Boğaziçi Üniversitesi	2017
Yüksek Lisans	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	2021

Yabancı Dil

İngilizce: Okuma (Çok iyi), Yazma (Çok İyi), Konuşma (İyi)

Mesleki Geçmiş

Görev	Kurum	Çalışma Tarihleri
Araştırma Görevlisi	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	2018-2019
Araştırma Görevlisi	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	2020-(Devam ediyor)

Akademik Çalışmalar

Yayımlar

Balbağ, M. Z. ve Kaymak, A. F. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramlarına ilişkin bilişsel yapılarının ve kavram yanılgılarının kelime ilişkilendirme testi (kit) ile belirlenmesi. *JRET Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 132-141.
Karademir, E ve Kaymak, A. F. (2019). Fen bilimleri öğretmen adaylarının fen bilimleri laboratuvarlarının dijitalleştirilmesine yönelik görüşleri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 4(1) , 54-66.

Seminer ve Çalıştaylar

FEGEP AÖS, 2019, Düzenleme Kurulu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Astronomi Öğretmen Seminerleri, 2018, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Sertifikalar

İletişim

E-posta adresi: a.farukkaymak@gmail.com

İnternet sayfası (varsa):