

## Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Sanal Laboratuvar Kullanımına Yönelik Görüşleri: Van Örneği Science Teachers' Views on the Use of Virtual Laboratories: The Van Example

Ceylan Yavuz<sup>1</sup>  Mustafa Tüysüz<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Öğretmen, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Van, Türkiye

<sup>2</sup> Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Van, Türkiye

### Makale Bilgileri

#### Geliş Tarihi (Received Date)

01.03.2024

#### Kabul Tarihi (Accepted Date)

07.04.2025

#### \*Sorumlu Yazar

Ceylan Yavuz

İhlamurkuyu Mahallesi, Gümüşsuyu  
Caddesi, Ağaoğlu My Town,  
Ümraniye, İstanbul

tt0372421@gmail.com

**Öz:** Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin dersinde sanal laboratuvar kullanımına yönelik görüşlerinin derinlemesine incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma için nitel araştırma desenlerinden durum (case) çalışması kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini Van İli Merkez ilçelerinde yer alan devlet okullarında görev yapan gönüllü 46 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmada veri araçları olarak açık uçlu anket, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve yapılandırılmamış gözlem formu kullanılmıştır. Toplanan veriler içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda; fen bilimleri öğretmenlerinin ve öğrencilerinin sanal laboratuvar uygulamalarını kullanmalarına yönelik kendilerini eksik veya yetersiz olduklarını görüşünde oldukları belirlenmiştir. Çalışmada, öğretmenlerin, dersinde sanal laboratuvar kullanılmasının öğrencilere güvenli bir laboratuvar ortamı sağlayabileceğini ve birden fazla duyu organına hitap ederek anlamlı ve kalıcı öğrenmeler sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Öğretmenler, sanal laboratuvar kullanımının öğrencilere gerçek deneyim sağlamamasını ve okullarda bu uygulamaları kullanmak için yeterli alt yapının olmamasını sanal laboratuvarın dezavantajları olarak belirtmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda: okullarda sanal laboratuvar kullanımına yönelik internet alt yapısının sağlanması, öğretmenlere hizmet içi eğitimlerin verilmesi, öğrencilere sanal laboratuvarın tanıtılmasına ilişkin öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Fen eğitimi, sanal laboratuvar, fen bilgisi öğretmen görüşleri, fenomenoloji

**Abstract:** This study aims to examine the views of science teachers on the use of virtual laboratories in science courses. Case study was used for this study. The sample of the study consisted of 46 volunteer science teachers working in schools located in the central districts of Van Province. Open-ended questionnaire, semi-structured interview and unstructured observation were used as data collection tools. The collected data was analyzed by content analysis. The results showed that science teachers and students were deficient or inadequate in using virtual laboratory applications. In the study, the participants stated that the use of virtual laboratories in science courses can provide students with a safe laboratory environment and provide meaningful and permanent learning by appealing to multiple sensory organs. Teachers identified the disadvantages of virtual laboratories as the fact that the use of virtual laboratories does not provide students with real experience and that there is not enough infrastructure in schools to use these applications. The study suggests providing internet infrastructure that can use the virtual laboratory in schools, providing in-service training for teachers, and introducing the virtual laboratory to students.

**Keywords:** Science education, virtual laboratory, science teacher opinion, phenomenology

Yavuz, C. ve Tüysüz, M., (2025). Fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar kullanımına yönelik görüşleri: Van Örneği. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 165-182. <https://doi.org/10.17556/erziefd.1446036>

### Giriş

Küreselleşen dünyada teknolojiye gerçekleşen değişim ve gelişimler eğitim ortamlarında son yıllarda yoğun bir şekilde görülmektedir (Balakrishnan ve Woods 2013; Korucu ve Kabak, 2020). Özellikle pandemi süresinde ve sonrasında gelişen teknoloji ile eğitimlerin dijital ortamlara aktarılması giderek artmaktadır (Dennis, 2020). Bu kapsamda öğretmenler ve öğrenciler yeni uygulamalara, platformlara, teknik ve yaklaşımlara adapte olmaları gerekmektedir. Eğitimin her alanında olduğu gibi özellikle uygulama gerektiren fen bilimleri eğitiminde gelişen teknolojilerin entegrasyonu önemli hale gelmektedir (Yılmaz, 2021). Pandeminin etkisiyle fen bilimleri eğitiminde özellikle uzaktan laboratuvar uygulamaları için gelişen teknolojilerden birisi olan sanal laboratuvar uygulamalarıdır (Bozkurt ve Sarıkoç, 2008). Eğitim ortamlarında laboratuvar ve laboratuvar malzemelerinin eksikliği, sınıfların kalabalık olması, öğretim programlarının yoğunluğu gibi nedenlerinden dolayı her zaman laboratuvar uygulamaları yapılamamaktadır (Balbağ ve Karaer, 2016; Güneş, vd., 2013). Bununla birlikte, 2020-2021 yılları arasında eğitimin uzaktan gerçekleştirilmesi sonucunda özellikle uygulama temelli derslerde sorunlar yaşanmıştır. Tüm bu argümanlar doğrultusunda öğrencilerin laboratuvar deneyimlerinin artırılmasına yönelik çalışmaların yapılmasına

kuvvetli bir gerekçe oluşturmaktadır. Bu bağlamda teknolojinin sunduğu olanaklar doğrultusunda sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik araştırmalar son yıllarda önemli ölçüde artmaya başlamıştır (Aktamış ve Arıcı, 2013; Tüysüz, 2010; Erbay, Kirişçi ve Şimşek, 2019; Matthew ve Thomas, 2020; Stuckey-Mickell, Stuckey-Danner, 2007; Karagöz-Mırçık ve Saka, 2016; Kardeş ve Aydoğdu, 2024; Özden ve Bozkurt, 2022; Kavlak ve Birhanlı, 2023; Bozoğlu ve Karaer, 2024; Bozkurt, 2022; Önder vd., 2023; Teke ve Çetin, 2024).

Sanal laboratuvar uygulamaları, gerçek laboratuvar ortamlarının her okulda olmaması, laboratuvar bulunduran okullarda ise zaman sınırının olması, deney sırasında tehlikeli durumlar ile karşılaşılması, sınıf mevcudunun kalabalık olması ve bundan kaynaklı sınıf içi kontrolün sağlanamaması gibi nedenlerden dolayı teorik bilginin pratiğe dönüşmediği durumlarda alternatif olarak tercih edilen, simülasyon temelli gerçek laboratuvar ortamlarının bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiş izlenimi yaratarak öğrenciye sunulması olarak tanımlanmaktadır (Martin-Villalba vd., 2008; Alkous vd., 2008). Başka bir deyişle sanal laboratuvar, gerçek laboratuvar ortamlarının simülasyonlar aracılığı ile sanal ortama aktarılıp (Fernández-Cantí, vd., 2012), eğitim ve öğretimde kullanılan üst düzey programlar olarak tanımlanmaktadır (Demirci,

2020). Sanal laboratuvar uygulamaları başlangıçta mühendislik için tercih edilen bir program olsa da (Tannhauser ve Dondi, 2012) zamanla eğitimde ve diğer branşlarda da tercih sebebi olmuştur. Özellikle eğitim alanında sanal laboratuvar uygulamalarının güvenli çalışma ortamı sağlaması, gerçek laboratuvar ortamında yapılması zor ve maliyeti yüksek ya da imkânsız olan deneylerin yapılması, zaman ve mekân sınırlamasının olmaması ve bedensel engeli olan bireylerin kullanımda da kolaylık sağlaması açısından uygulamanın tercih edildiği görülmektedir (Budhu, 2002; Cooper, 2005; Gravier, vd., 2008; Ari-Gur, vd., 2013).

Alan yazınında yapılan çalışmalar incelendiğinde, sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının karşılaştırıldığı görülmektedir (Scheckler, 2003; Evstatiev, vd., 2022; Bozkurt, 2008; Finkelstein, Perkins, Adams, Kohl ve Podolefsky, 2005; Stuckey-Mickell, Stuckey-Danner, 2007). Yapılan çalışmalarda sanal laboratuvar uygulamaları ve gerçek laboratuvar uygulamaları uygulanarak öğrencilerin başarı ve motivasyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Karagöz-Mırçık ve Saka, 2016; Aktamış ve Arıcı, 2013; Tüysüz, 2010; Erbay, Kirişçi ve Şimşek, 2019; Matthew ve Thomas, 2020; Stuckey-Mickell, Stuckey-Danner, 2007). Ayrıca öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda da sanal karşılaştırılması yapılarak sanal laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvar uygulamalarını destek amaçlı kullanılması belirtilmiştir (Scheckler, 2003; Önder ve Erdoğan, 2001; Mırçık ve Saka, 2017; Dalgarno, Bishop ve Bedgood, 2003; Finkelstein, Perkins, Adams, Kohl ve Podolefsky, 2005; Ekici, 2015; Scheckler, 2003). Bununla beraber bazı çalışmalarda sanal araç gereçler ve gerçek araç gereçlerin kullanımının öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır (Finkelstein, vd., 2005; Koç, vd., 2019; Permanasari, vd., 2016). Sanal laboratuvar uygulamaların öğrenci öğrenmeleri üzerindeki etkisi (Matthew ve Thomas, 2020; Jimoyiannis ve Komis 2001) ve sanal laboratuvar uygulamalarının kullanımına yönelik öğrenci algısı (Bozkurt, 2022; Stuckey-Mickell, vd., 2007) bu alanda yapılan diğer çalışmalar arasındadır. Yine fen bilimleri dersine karşı olan tutum ve motivasyonlarına etkisi yapılan çalışmalar arasında yer almaktadır (Pınar ve Dönel Akgün, 2020). Martin-Villalba ve arkadaşları (2008), yapmış oldukları çalışmada yazılım programları ve modellemelerinin sanal laboratuvar uygulamalarına uyarlanması ele almışlardır. Dalgarno ve arkadaşları (2003) ise sanal laboratuvar uygulamaları ile gerçek laboratuvar araç gereçlerinin kullanımı ve gerçek laboratuvar kurallarının tanıtılmasına yönelik olarak çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Sanal laboratuvarlar ile ilgili yapılan araştırmalar değerlendirildiğinde ağırlıklı olarak sanal laboratuvar uygulamaları ile gerçek laboratuvar uygulamalarının karşılaştırıldığı ve sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenci tutumlarına etkisinin araştırıldığı çalışmalar dikkat çekmektedir. Çalışmalardan elden edilen sonuçlar genellikle, sanal laboratuvar, bilgisayar destekli simülasyon ve animasyon uygulamalarının ekonomik olması açısından avantaj sağladığını göstermektedir. Bununla beraber sanal laboratuvar uygulamaları tehlike oluşturabilecek deneylerin sanal ortamda güvenli yapılması, malzeme eksikliklerinin uygulama üzerinden giderilmesi ve zaman-mekân sınırlaması olmaksızın kullanılabilmesi açısından fayda sağlamaktadır. Bunun yanında yapılan araştırmalarda sanal laboratuvar kullanımında, gerçek ortam ve araç gereçlere kıyasla birebir uygulamaların olmaması ve bazı sanal laboratuvar uygulamalarının sadece yabancı dil programlı olması

uygulamanın dezavantaj oluşturan yönleri olarak gösterilmiştir. Araştırılan akademik çalışmaların örneklemini ağırlıklı olarak ortaokul öğrencileri ve öğretmen adayları oluşturmaktadır. Konu bağlam ilişkisi açısından fizik dersi konu ve kavramlarına daha fazla vurgu yapıldığı görülmektedir (Önder ve Erdoğan, 2001; Mırçık ve Saka, 2017; Aktamış ve Arıcı, 2013; Tüysüz, 2010; Karagöz-Mırçık ve Saka, 2016; Finkelstein, Perkins, Adams, Kohl ve Podolefsky, 2005; Kardeş ve Aydoğdu, 2024; Özden ve Bozkurt, 2022).

Bununla birlikte alan yazında öğretmenler üzerine odaklanılan araştırmaların fazla sayıda olmadığı tespit edilmiştir. Ulaşılan çalışmalarda örneğin; Ekici (2015) fen bilimleri, fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerine, Günlü (2019) ise sadece fen bilimleri öğretmenlerine odaklanmıştır. Yine Kavlak ve Birhanlı'nın (2023) yapmış olduğu çalışmada fen bilgisi öğretmenlerinin uzaktan eğitimde sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik görüşleri; öğretmenlerin yaş, mesleki tecrübe, laboratuvar kullanma durumlarına ve laboratuvar bulunma değişkenlerine göre incelenmiş ve bu değişkenlerin öğretmenlerin sanal laboratuvar kullanımı üzerinde anlamlı bir farklılık göstermediği sonucunu elde etmişlerdir. Bostan ve diğerleri (2020) çalışmalarında öğretmenlerin uzaktan eğitimde sanal laboratuvar kullanımını avantajlı görmekle birlikte uygulamada dezavantajlı buldukları sonucuna ulaşmışlardır. Tüm bu sonuçlar ışığında yeni neslin gelişmesinde imzası olan, günümüzde hızla değişen teknolojinin eğitim ortamlarına etkin bir şekilde entegre edilmesinde en önemli faktör olan öğretmenler ile sanal laboratuvar uygulamaları hakkında daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir (Kavlak ve Birhanlı, 2023; Ekici, 2015; Günlü, 2019; Bozoğlu ve Karaer, 2024; Bozkurt, 2008; Matthew ve Thomas, 2020; Stuckey-Mickell, Stuckey-Danner, 2007). Bu çalışmada sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik olarak fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problem cümlesi aşağıda belirtilmiştir.

Fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar uygulamalarının kullanımına yönelik fen öğretmenlerin:

- Farkındalık
- Almış oldukları eğitim
- Kavram (anlam bilgisi)
- Derslerde kullanma durumu
- Kullanmaları durumunda karşılaştıkları zorluklar
- Tercih ettikleri öğretim yöntem ve teknikler
- Tercih ettikleri ölçme değerlendirme yöntemleri
- Olumlu yönleri
- Olumsuz yönleri bakımından görüşleri nelerdir?

### Yöntem

Bu bölümde çalışmada yer alan araştırmanın deseni katılımcılar, veri toplama yöntemleri, veri toplama süreci, verilerin analizi, verilerin inandırıcılığı, araştırmanın sayıltıları ve araştırmanın sınırlılıkları açıklanmıştır.

### Araştırma Deseni

Bu araştırma nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması (case study) ile yürütülmüştür. Durum çalışması, bilim insanlarının belirli bir zaman içerisinde günlük yaşamda karşılaşılan ve belirli sınırları olan güncel bir durumu veya çoklu durumları doküman tarama, gözlem ve görüşme yapma gibi veri toplama araçlarıyla detaylı ve derinlemesine irdeleyen bir yaklaşım olarak açıklanmaktadır (Creswell,

2016). Bu açıklama kapsamında araştırmada sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik fen bilimleri öğretmenlerinin sahip oldukları görüşler detaylı olarak incelenmesi durum olarak belirlenmiştir.

### Katılımcılar

Çalışmada uygun örneklem kullanılmıştır. Rahat veya kolay (convenience) örnekleme, araştırma açısından ulaşılabilir ve veri toplaması kolay olan bir çalışma grubunun çalışmaya dahil edilmesidir. Bu noktada maksimum çeşitlilikte katılımcı sağlanarak araştırmada hedeflenen problem durumuna yönelik geniş kapsamda veri toplamasına olanak sağlamasıdır (Creswell, 2009, Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu doğrultuda, araştırmanın çalışma grubunu cinsiyet, yaş, mesleki tecrübe, görev yapmakta oldukları okullarda fen laboratuvarı bulunma durumu, internet kullanma sıklığı ve hangi sınıf düzeyinde ders verildiği gibi çeşitli yönlerle ele alınarak veri çeşitlemesi yapılarak belirlenmiştir. Öğretmenlerin sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik daha önce eğitim alıp almadıkları, derslerinde sanal laboratuvar kullanma sıklıkları bulgular kısmında daha detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Yapılan araştırmada gönüllülük esasına uygun olarak Van ilinin Tuşba, İpekyolu ve Edremit ilçelerinde görev yapmakta olan 22'si kadın, 24'ü erkek öğretmen olmak üzere toplamda 46 fen bilgisi öğretmeni katılım sağlamıştır.

### Verileri Toplama Aracı

Bu araştırmada nitel araştırmalarda yöntemlerinden açık uçlu anket, yarı yapılandırılmış görüşme ve yapılandırılmamış gözlem olmak üzere üç farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Kullanılan açık uçlu anket soruları üç uzman tarafından görüş alınarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Sorular, uzman görüşüne sunulmadan önce araştırmacı tarafından alan yazında ilgili çalışmalarda sorulan sorular ve öneriler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Oluşturulan sorular üç uzmanın incelemesi sonucunda alınan dönütler doğrultusunda gerek dil bilgisi kuralları gerekse kapsamlı olması yönünden tekrar düzenlenerek soru sayısında herhangi bir değişiklik olmadan araştırmacı tarafından son hali verilmiştir. Örneğin “derslerinizde sanal laboratuvar uygulamalarından yararlandığınızda yaşadığınız zorluklar nelerdir?” sorusu uzman görüşlerinden sonra “derslerinizde sanal laboratuvar uygulamalarından yararlandığınızda uygulama aşamasında karşılaştığınız zorluklar var mı? Eğer varsa sık karşılaştığınız zorluklar nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıkla mısınız?”. Fen bilimleri öğretmenlerine yönelik hazırlanan açık uçlu ankette; “Ortaokul, lise veya üniversitede sanal laboratuvar kullanımına yönelik eğitim aldınız mı?”, “Sanal laboratuvarı nasıl tanımlarsınız?”, “Derslerinizde deney veya etkinliklerde sanal laboratuvar ortamından yararlanıyor musunuz?”, “Uyguluyorsanız uygulama aşamasında karşılaştığınız zorluklar var mı? Eğer varsa sık karşılaştığınız zorluklar nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıkla mısınız?”, “Sanal laboratuvar uygulamalarında hangi öğretim yöntem ve tekniği kullanıyorsunuz? Örnekler vererek açıkla mısınız?”, “Sanal laboratuvar uygulamalarında hangi ölçme aracını kullanıyorsunuz? Örnekler vererek açıkla mısınız?”, “Sanal laboratuvar uygulamaları için kendinizin yeterliliğini nasıl tanımlarsınız?”, “Fen eğitimine yönelik sanal laboratuvar ortamlarının sağladığı olumlu yönler nelerdir? Örnekler vererek açıkla mısınız?” ve “Fen eğitimine yönelik sanal laboratuvar ortamlarının sağladığı olumsuz yönler nelerdir? Örnekler vererek açıkla mısınız?” olmak üzere yedi tane demografik, dokuz tane açık uçlu soru yöneltilmiştir.

Ankete katılan fen bilimleri öğretmenlerinden rasgele seçilen sekiz tane öğretmen ile gönüllülük esasına dayalı olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler, yaklaşık olarak 40-50 dakika arasında, rahat ve sessiz bir ortamda Zoom platformu üzerinde kayıt alınarak yapılmıştır. Öğretmenler ile yapılan görüşmelerde açık uçlu anket sorularına vermiş oldukları cevapların güvenilirlik ve geçerliliklerini sağlamak amacı ile cevapları derinlemesine incelenmiştir. Öğretmenlere, araştırmanın amacı ayrıntılı açıklanarak bu sorulara yapılan açıklamalar doğrultusunda yanıtlamaları istenmiştir.

Görüşmeye katılan fen bilimleri öğretmenlerinden yine gönüllülük esasına dayalı olarak iki kadın ve iki erkek öğretmenin ders anlatımları sınıf ortamında gözlemlenmiştir. Fen bilimleri öğretmenlerinin açık uçlu sorulara vermiş oldukları yanıtlar Google form anket üzerinden oluşturulan anket ile yazılı, yarı yapılandırılmış görüşmelerde ise sözel olarak belirttikleri görüş ve fikirlerini destekleyerek detaylandırmak amacıyla yapılandırılmamış ortamda yani Fen Bilimleri öğretmenlerin kendi ders anlatım ortamlarında Zoom platformu üzerinden çevrimiçi olarak gözlemler üç hafta boyunca yapılmıştır. Gözlem esnasında öğretmenlerin Zoom platformu üzerinden işlenen dersleriyle ilgili olarak; *sanal laboratuvar kullanıp kullanmama durumları, sanal laboratuvar kullanımı durumunda karşılaşılan zorluklar, dersin yürütüldüğü öğretim yöntem ve teknikler, ölçme değerlendirme yöntemleri ile öğretmen ve öğrencilerin sanal laboratuvar kullanma yeterlilikleri* hususlarında herhangi bir kayıt alınmaksızın araştırmacı tarafından gözlemler yapılmıştır.

### Verilerin Analizi

Bu çalışmada veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Verilerin detaylı analizinin sağlanmasının amaçlanması bu yöntemin kullanılmasına kuvvetli bir gerekçe oluşturmaktadır. İçerik analizi, yapılan çalışmada birbiriyle paralellik gösteren görüş ve fikirlerin anlamlı bir şekilde derlenerek bir sonraki alan yazı incelemelerinde araştırmacıların daha açık ve net bir şekilde anlamalarına kolaylık sağlaması amaçlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırmada toplanan verilerin okuyucu için açık ve net olması amacıyla araştırmacı ve bir uzman tarafından birbirinden bağımsız olarak şemalar, kategoriler ve kodlar oluşturulmuştur. Açık uçlu anket ve yarı yapılandırılmış görüşme sonuçları derinlemesine incelenerek yapılan araştırma açısından anlamlı bulunan kavramlar dikkate alınmak suretiyle ön kodlamalar gerçekleştirilmiştir. Ön kodlamalardan sonra elde edilen verilerden anlamlı temalar ve anlamlı kategoriler oluşturulmuştur. Yapılan kodlamalar sonrasında araştırmacı ve uzman kodlamaları kendi aralarında tartışarak nihai şekli verilmiş; böylece çalışmanın iç geçerliliğinin sağlanması amaçlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmacı ve uzman tarafından ortak alınan kararlar neticesinde Kappa analizinde yüksek bir sonuç elde edilmiştir. Kappa analizinden elde edilen sonuçlara göre birinci katılımcı için araştırmacılar arasındaki uyum sonucu %77 bulunurken, ikinci katılımcı için elde edilen değer %85 olarak tespit edilmiştir. Örneğin; ikinci katılımcının “sanal laboratuvar uygulamalarının neden olduğu olumsuzluklar” kategorisine vermiş olduğu cevaplardan, uzman “gerçek deneyim yetersizliği” sonucuna ulaşırken, araştırmacı ise “bilgisayar yetersizliği” tespitinde bulunmuştur. Son olarak Tablo 1 ve Tablo 2’de belirtilen kodlamalara göre veriler analiz edilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırmacı ve uzman arasındaki kategori-kod fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar (SL) uygulamalarını kullanmaya yönelik öğretmen görüşlerinin analiz uyumu

|              | Anket Analizi                           | 1. Araştırmacı                                                             | 2. Araştırmacı                                                                          |
|--------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Katılımcı | Öğretmenlerin SL eğitimi alma durumları | Hayır                                                                      | Hayır                                                                                   |
|              | Anlam (Kavramsal) Bilgi                 | Kısmen yeterli                                                             | Kısmen yeterli                                                                          |
|              | Fen eğitiminde SL kullanımının önemi    | Uzaktan eğitimde önemli                                                    | Uzaktan eğitimde önemli                                                                 |
|              | Derste SL kullanma durumu               | Kullanmıyor                                                                | Kullanmıyor                                                                             |
|              | Zorluk                                  | Teknik sorunlar                                                            | Teknik sorunlar                                                                         |
|              | Kullanılan ÖYT                          | Sunuş yoluyla ve soru-cevap                                                | Sunuş yoluyla, buluş yoluyla ve soru-cevap                                              |
|              | Kullanılan ölçme aracı                  | Boşluk doldurma, doğru yanlış                                              | Boşluk doldurma, doğru yanlış, eşleştirme ve soru-cevap                                 |
|              | Alan bilgisi                            | Kısmen yeterli                                                             | Yeterli                                                                                 |
|              | Öğrenci yeterliliği                     | Kısmen yeterli                                                             | Yeterli                                                                                 |
|              | SL olumlu yönleri                       | Laboratuvar olmayan durumlar, Güvenli deneyim, uygulama deneyine odaklanma | Laboratuvar olmayan okullarda, tehlikeli ve zor deneylerde, uygulama deneyine odaklanma |
|              | SL olumsuz yönleri                      | Gerçek deneyim eksikliği                                                   | Gerçek deneyim eksikliği                                                                |
|              | Farkındalık                             | Evet                                                                       | Evet                                                                                    |

**Tablo 2.** Araştırmacılar arasındaki kategori-kod fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar uygulamalarını kullanmaya yönelik öğretmen görüşlerinin analiz uyumu

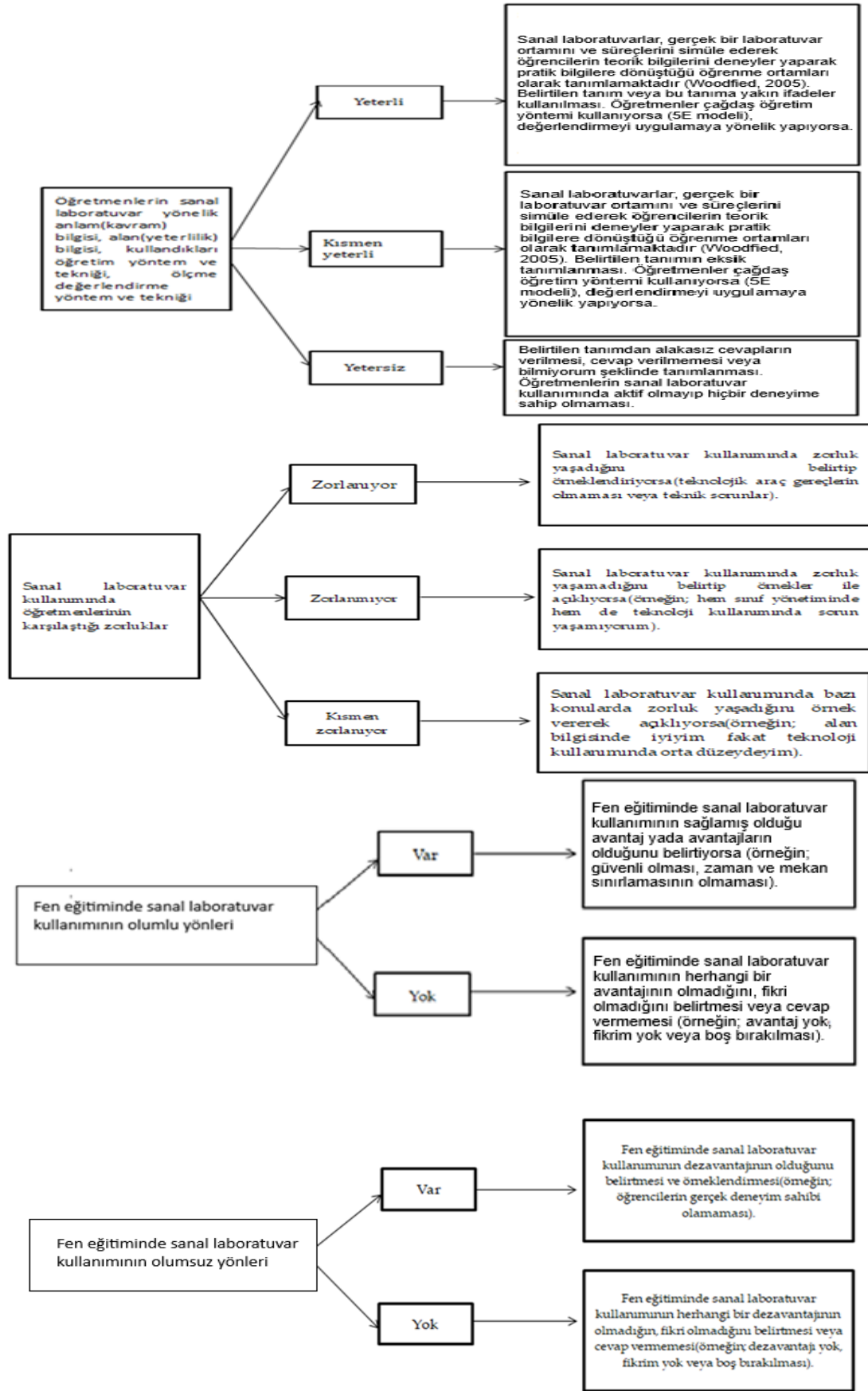
|              | Anket Analizi                           | 1. Araştırmacı                               | 2. Araştırmacı                                            |
|--------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2. Katılımcı | Öğretmenlerin SL eğitimi alma durumları | Hayır                                        | Hayır                                                     |
|              | Anlam (Kavramsal) bilgi                 | Kısmen yeterli                               | Kısmen yeterli                                            |
|              | Derste SL kullanma durumu               | Kullanıyor                                   | Kullanıyor                                                |
|              | Zorluk                                  | Dokümana ulaşamama, içerik sıkıntısı         | Dokümana ulaşamama, bilgisayar eksikliği veya olmaması    |
|              | Kullanılan ÖYT                          | Yaparak yaşayarak öğrenme                    | Yaparak yaşayarak öğrenme                                 |
|              | Kullanılan ölçme aracı                  | Soru cevap                                   | Soru cevap                                                |
|              | Alan bilgisi                            | Kısmen yeterli                               | Kısmen yeterli                                            |
|              | Öğrenci yeterliliği                     | Kısmen yeterli                               | Yetersiz                                                  |
|              | SL olumlu yönleri                       | Güvenli deneyim ve yaparak yaşayarak öğrenme | Güvenli deneyim, mekân ve malzeme sınırlamasının olmaması |
|              | SL olumsuz yönleri                      | Gerçek deneyim yetersizliği                  | Bilgisayar eksikliği                                      |
|              | Farkındalık                             | Var                                          | Var                                                       |

Yapılan bu araştırmada, öğretmenlerin fen bilimleri dersinde sanal laboratuvarla ilgili “sanal laboratuvara yönelik eğitim alma durumları, anlam/kavramsal bilgi, derslerde sanal laboratuvar kullanma durumu, zorluk, kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri, kullanılan ölçme ve değerlendirme aracı, alan bilgisi, öğrenci yeterliliği, olumlu yönleri, olumsuz yönleri ve farkındalık” görüşleri alınıp açık uçlu anket soruları okunmak suretiyle kategoriler oluşturularak analiz yapılmıştır. Öğretmenlerden alınan anket cevapları “yeterli”, “kısmen yeterli”, “yetersiz” ve “evet”, “hayır” şeklinde, diğer kategorilerde ise nedenler- maddeler olarak sınıflandırılmıştır. Aşağıda verilen şemalarda bu kodlamaların nasıl yapıldığı belirtilmiştir.

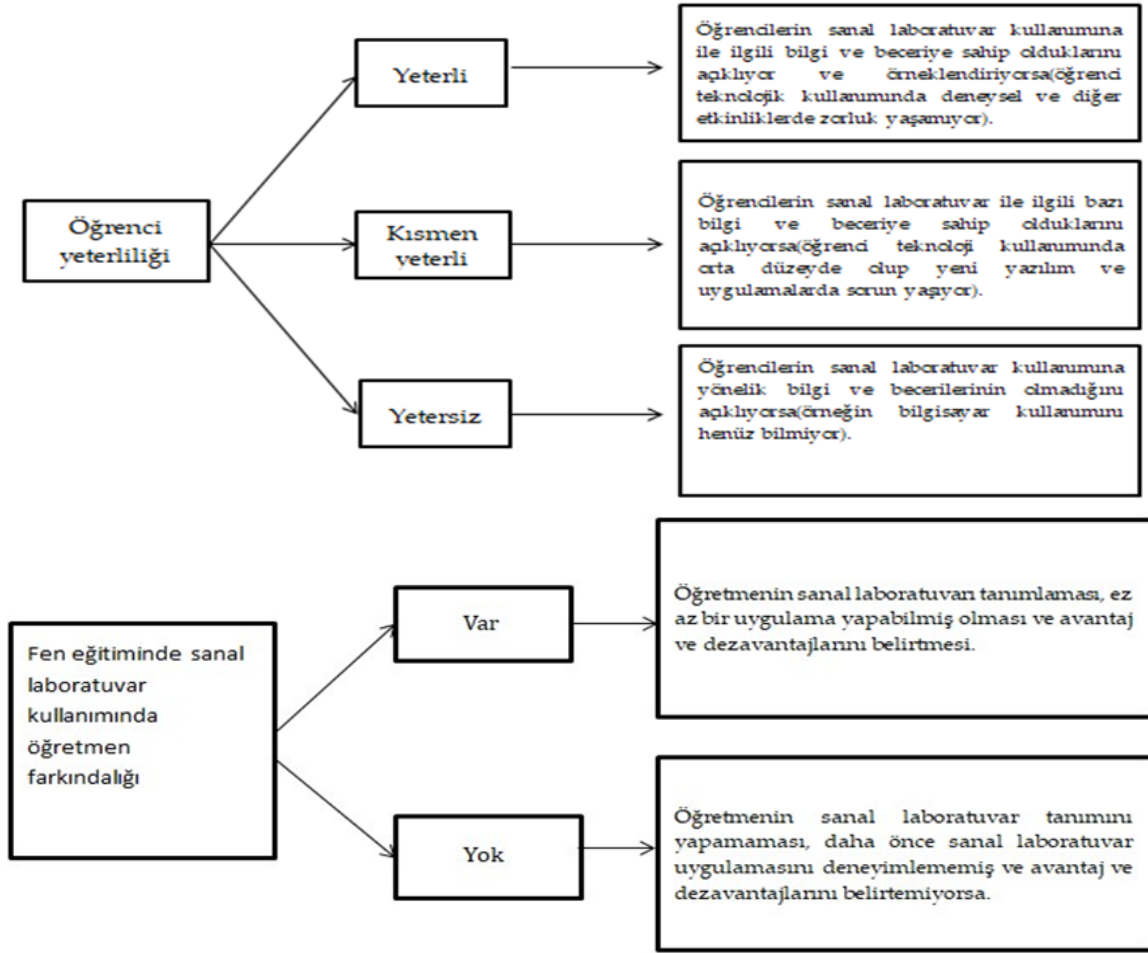
### Verilerin Güvenirliği

Araştırmanın bu bölümünde öncelikli olarak fen bilimleri öğretmenlerinin belirtmiş oldukları görüş ve fikirler doğrudan alıntılar yoluyla verilmiştir. Daha sonra üç farklı veri toplama aracıyla (açık uçlu anket, yarı yapılandırılmış görüşme ve yapılandırılmamış gözlem) veriler toplanarak veri çeşitlenmesi yapılmıştır. Veri çeşitlenmesi, nitel çalışmalar için oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü nitel araştırmalar nicel araştırmalara nazaran güvenilirlik yönünde daha fazla

desteklenmeye gerek duyulan araştırmalar olarak değerlendirilmektedir (Marotzki, 1995). İlk olarak araştırmacı tarafından hazırlanmış olan açık uçlu anket soruları öğretmenlere online olarak gönderilmiştir. Daha sonra anketi doldurmuş olan öğretmenlerden gönüllü katılan sekiz fen bilimleri öğretmeni ile yapılan görüşmeler sonucu elde edilen verilerin yazılı hali görüşme yapılan öğretmenlere gönderilerek onayları alınmıştır. Son olarak görüşmeye katılan öğretmenlerden gönüllü dört öğretmen ile üç haftalık sınıf içi gözlemler Zoom üzerinden online olarak yapılmıştır. Bu gözlemler bir öğretmen dışında diğer üç öğretmenin girdiği tüm sınıf düzeylerinde yapılmıştır. Dış geçerliliği (aktarılabirliği) artırmaya yönelik yapılan çalışmanın her aşamasında derinlemesine analiz yapılmıştır. Bununla birlikte amaçlı örneklem oluşturmak üzere öğretmenler araştırmaya yönelik olarak seçilmiştir. Tutarlılığı (iç geçerlilik) arttırabilmek amacıyla araştırmada kodlar, kategoriler ve temalar oluşturulmuştur. Teyit edilebilirlik (dış geçerliliği) sağlayabilmek için ise araştırmanın giriş, yöntem, bulgular, sonuç tartışma ve öneriler kısımları araştırmacılar tarafından ayrı ayrı kontrol edilmiş ve incelenmiştir.



Şekil 1. Veri analizi için tanımlamalar



Şekil 1. Veri analizi için tanımlamalar (devamı)

## Bulgular

### Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitim Alma Dağılımları

Fen bilimleri öğretmenlerine yönlendirilen açık uçlu anket soruları, yapılan görüşme ile toplanan verilerin analizi sonucunda, öğretmenlerin büyük bir kısmının sanal laboratuvara yönelik daha önce eğitim almadıklarını belirlenmiştir. Öğretmenlerin anketlerde ve görüşmelerde vermiş oldukları yanıtlar analiz edilerek sanal laboratuvara yönelik daha önce eğitim aldıkları kategori adı altında iki düzeyde (evet, hayır) kodlama gerçekleştirilmiştir. Bu gruplandırmaya yönelik vermiş oldukları yanıtların yüzdelik frekansları da Tablo 3'te belirtilmiştir. Görüşmeye katılan öğretmenler tabloda açık uçlu anket sorularına verilen cevaplar bölümünde ayrıca belirtilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, katılımcıların büyük bir kısmının sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik daha önce eğitim almadıkları görülmektedir. Ankete katılan öğretmenlerden beşi sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik daha önce eğitim aldıklarını belirtmişlerdir. Görüşmeye katılım sağlayan öğretmenlerden yedisi ise açık uçlu anket sorularında sanal laboratuvara yönelik daha önce herhangi bir eğitim almadıklarını belirtmişlerdir. Görüşmeye katılmış olan öğretmenlerden FÖ5 "Yani böyle bir eğitim almadık çünkü sanal laboratuvarla ilgili bu şekilde bir eğitim verilmedi. Hani fiziki olarak tabi ki laboratuvarla yapılması gerekenleri, onları biliyorum ama sanal laboratuvarla ilgili herhangi bir

etkinlik görmedik çünkü verilmedi. Yani bu biraz da eğitim sisteminden kaynaklanan bir durum. Sanal laboratuvar yeni bir şey ülkemizde yeni uygulanan bir durum ki bununla ilgili o kadar geliştirilmiş yazılımlar yok gibi duruyor yani ben öyle biliyorum" şeklinde açıklama yapmıştır. Aynı şekilde FÖ12 de "Hani bu teknoloji aslında son yıllarda biraz hız kazandı. Önceki zamanlarda bu kadar imkân yoktu. Akıllı telefonlar bile son yıllarda aktif yani sanal bir şey ekstra bir şey olurdu. Yani bilmiyorum sanırım şu son yıllarda herhalde daha fazla aktif şekilde kullanılıyordur. Ama benim okuduğum süreçte böyle bir şey yoktu. Bu da yine maddi yetersizliklerden ve üniversitelerin kapasitesinden kaynaklanıyor." şeklinde açıklamalarda bulunmuştur.

### Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Sanal Laboratuvara Yönelik Kavram (Anlam) Bilgisi

Anket ve görüşmelerden elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğretmenlerin büyük bir kısmının sanal laboratuvar kavramının tanımlanması açısından yetersiz olduklarını görülmektedir. Öğretmenlerin anket ve görüşmelerde verdikleri yanıtlar analiz edilerek sanal laboratuvarla ilgili kavram (anlam) bilgisi üç düzeyde (yeterli, kısmen yeterli ve yetersiz) kodlamalar gruplandırılmıştır. Bu gruplandırmaya dayalı olarak verilen yanıtların yüzdelik frekansları Tablo 4'te belirtilmiştir. Görüşmeye katılan öğretmenler tabloda açık uçlu anket sorularına verilen cevaplar kısmında ayrıca belirtilmiştir.

**Tablo 3.** Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar eğitimi dağılımları

|                                         | EVET     | %      | HAYIR                                                               | %      |
|-----------------------------------------|----------|--------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Açık uçlu sorulara göre öğretmen sayısı | 4 + FÖ11 | %10,86 | 34<br>+FÖ5<br>+FÖ12<br>+FÖ13<br>+FÖ18<br>+FÖ19<br>+FÖ24<br>+FÖ46    | %89,13 |
| Görüşmeye alınan öğretmen dağılımı      |          |        | +FÖ5<br>+FÖ11<br>+FÖ12<br>+FÖ13<br>+FÖ18<br>+FÖ19<br>+FÖ24<br>+FÖ46 |        |

Not: Tabloda “4+FÖ11” şeklindeki gösterim açık uçlu cevap veren katılımcıların sayısı ile görüşmeye alınan katılımcı öğretmeni ifade etmektedir. Bu durum ilgili kodlamada beş katılımcı olduğunu göstermektedir (Diğer analizler için verilen tablolarda da aynı şekilde gösterimler yapılmıştır).

**Tablo 4.** Araştırmaya katılan öğretmenlerin anlam (kavram) bilgileri dağılımları

|                                         | Yeterli | %     | Kısmen yeterli       | %      | Yetersiz                                        | %      |
|-----------------------------------------|---------|-------|----------------------|--------|-------------------------------------------------|--------|
| Açık uçlu sorulara göre öğretmen sayısı | FÖ5     | %2,17 | 12<br>+FÖ12<br>+FÖ24 | %30,43 | 25<br>+FÖ11<br>+FÖ13<br>+FÖ18<br>+FÖ19<br>+FÖ46 | %65,21 |
| Görüşmeye alınan öğretmen dağılımı      | FÖ13    |       | FÖ11                 |        | FÖ5<br>FÖ12<br>FÖ18<br>FÖ19<br>FÖ24<br>FÖ46     |        |

Tablo 4 incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğunun sanal laboratuvarı kavramsal açıdan yetersiz olarak belirtilen düzeyde tanımladıkları görülmektedir. Açık-uçlu anket sorularında FÖ5 sanal laboratuvarı kavramsal olarak yeterli düzeyde tanımlamıştır. Örneğin FÖ5 “Normal laboratuvar şartlarının ve kullanılabilen malzemelerin sanal ortamlara uyarlanması internet üzerinde kullanıma sunulması” olarak açıklamıştır. FÖ11 “Tehlikeli veya fiziki alanda yapamayacağımız deneyleri soyut ortamda yapılmasıdır” şeklinde cevaplarken; FÖ13 “Internet üzerinden cevrim içi laboratuvar uygulamaları (simülasyondan farklı olacağını düşünüyorum)”; FÖ18 “Sanal laboratuvar hakkında bilgi sahibi değilim”; FÖ19 “Simülasyon laboratuvarı diyebilirim”; FÖ24 “Üst düzey simülasyonlardır” açıklamalarında sanal laboratuvarın temel alınan anlamın dışında ve yeterince açık ifade edilmediği gerekçesiyle “yetersiz” koduna dahil edilmişlerdir. FÖ2 “Öğrencilere simülasyon araştırma imkânı sunulması” ve FÖ14 “Oldukça güvenli” şeklinde yaptığı açıklamada sanal laboratuvar tanımını yeterince açıklayamadığından dolayı “yetersiz” koduna dâhil edilmiştir. Aynı şekilde FÖ3 “Bilmiyorum” cevabıyla sanal laboratuvar tanımında “yetersiz” koduna dâhil edilmiştir.

Görüşmeye katılan FÖ13 “Yani simülasyon dediğimiz mesela biz Morpa Kampüste çok görüyorduk iki seneye önceye kadar işte deney tüpünü orada kenara veriyor biz oraya çekip ortaya masaya koyuyoruz içine de olması gerekeni malzemeyi dolduruyorduk bunları seçerek yapıyorduk. Sanal laboratuvar benim gözümde sizin çalışmayla şöyle anlamda bundan daha kapsamlı hani bir odaya giriyorsun işte fareyi oynatarak farklı

açılardan laboratuvarı seyrede biliyorsun falan gibi geldi hani simülasyon tek deney odaklı oluyor. Sanal laboratuvar daha kapsamlı diye düşündüm gözümde öyle canlandı konuya da çok hâkim değilim.” şeklinde görüş belirterek sanal laboratuvar uygulamalarının daha kapsamlı ve üst düzey olduğunu ifade etmiş; sanal laboratuvarı gerçek laboratuvar ortamının bilgisayar tabanlı ortamda sanala aktarılması” olarak belirtmiştir. FÖ5 “Şimdi dediğimiz sanal laboratuvar sistemi tabi ki sanal ortamda yani bir yazılım olarak gerçekleşen bir durumdur. İçerik olarak, bütün konuları kapsayacak şekilde. Şu an mesela bizler kullanıyoruz tabi ki. EBA ve Morpa Kampüs platformu üzerinden çok nadir olsa bile sanal laboratuvarları kullanabiliyoruz çok az da olsa. İçerik olarak da zengin değil. Buna eğitim sisteminde biraz daha önem gösterilmesi gerekiyor. Yazılım olarak daha iyi getirilmesi gerekiyor yani mümkün olduğunca konuların zenginliğini oluşturmamız lazım diye düşünüyorum” şeklindeki açıklaması açık uçlu ankete vermiş olduğu cevabı desteklemektedir. Görüşmede vermiş olduğu cevapta sanal laboratuvarı, sanal laboratuvar olmayan simülasyonlar olarak belirtmesinden dolayı “yetersiz” koduna dahil edilmiştir.

FÖ6 “Füilen laboratuvarı olmadan simülasyon ile uygulama yapmak” ve FÖ9 “Web tabanlı laboratuvar” cevapları eksik bilgi içermesi ve örneklerle desteklenmemesi gerekçesiyle “kısmen yeterli” koduna dâhil edilmişlerdir. FÖ11 ise “Tehlikeli veya fiziki alanda yapamayacağımız deneyleri soyut ortamda yapılması. Yani maddesel bir ortamına gerek kalmadan sanalda tehlikeli deneyler yapılabilir.” ifadesi eksik tanımlamalar içerdiği için “kısmen yeterli” koduna dahil edilmiştir.

### Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Sanal Laboratuvarı Derslerinde Kullanma Durumlarına Verdikleri Yanıtların Dağılımları

Bu başlık altında elde edilen verilere göre fen bilimleri öğretmenlerinin büyük bir kısmının sanal laboratuvarı derslerinde kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Görüşmeye katılan öğretmenleri tabloda açık uçlu anket sorularına verilen cevaplar kısmında ayrıca belirtilmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde, 24 fen bilimleri öğretmenin dersinde sanal laboratuvar uygulamalarını kullanmadığını belirtmişlerdir. Öğretmenlerden 18'i ise derslerinde sanal laboratuvar uygulamalarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Diğer dört öğretmen ise verilen sorulara cevap vermeyip bu kategorideki soruyu boş bırakmışlardır. Görüşmeye katılan sekiz fen bilimleri öğretmeni açık uçlu anket sorularına verdikleri cevaplar ile görüşmede de vermiş oldukları cevapları desteklemektedir. Ancak kullandıklarını belirttikleri uygulamalarının sanal laboratuvar uygulamaları olmayıp animasyon, video ve çalışma yapılarının olduğu EBA ve Morpa Kampüs platformları olduğu gözlenmiştir.

### Araştırmaya Katılan Öğretmenlerin Derslerinde Sanal Laboratuvar Kullanmaları Durumunda Karşılaştıkları Zorluklara Verdikleri Yanıtların Dağılımları

Öğretmenlere yönlendirilen açık uçlu anket soruları ve yapılan görüşme ve gözlemlerden toplanan verilere göre fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğunun sanal laboratuvar uygulamalarını derslerinde kullanmadıklarını, diğer bir çoğunluğun ise konuya dair en çok karşılaşılan zorluğun internet alt yapısının yetersizliğini belirtmişlerdir. Tabloda katılımcılar birden fazla karşılaştıkları zorluklara yönelik ifadelerde yer almıştır. Örneğin, FÖ19, sanal laboratuvar kullanımında karşılaştıkları zorluklara; internet sıkıntısı, elektrik kesintisi ve gerçeklik algısının oluşmaması gibi durumları belirtmiştir. Bu nedenle bu kodların her birinde yer almaktadır.

Tablo 6 incelendiğinde, fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğu sanal laboratuvar uygulamalarını derslerinde kullanmadıkları görülmektedir. Örneğin, bu koda yönelik cevap veren öğretmenler “kullanmıyorum” (FÖ11) veya “uygulamıyorum” (FÖ24) şeklinde cevap vermişlerdir. Yine katılımcıların büyük bir kısmı ise internet sıkıntısı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Açık uçlu anket sorularında FÖ2 “Okulda internet imkânının olmamasıdır” şeklinde yanıt vermiştir. Yine, FÖ46 “İnternet sıkıntısının olmasından dolayı (internetin bazen öğrencide de yetersiz olması) etkinliklerin sonuna kadar tamamlanamaması” olarak karşılaştığı zorluğu belirtmiştir. Yapılan görüşmede de FÖ46 “Uzaktan eğitimde interneti olmayan öğrencilerin katılamaması, örneğin uygulamayı başlatıyorum ama internette dolaylı mıdır bilemiyorum ama etkinlik sonuna kadar öğrenciler devam edemiyor” şeklinde açıklama yaparak açık uçlu sorularda bu kategoride vermiş olduğu cevabı desteklediği saptanmıştır. FÖ24 ise “...bilgisayarlarımız olmadığı için maalesef derslerimde yararlanamıyorum” şeklinde cevap vermiştir. Katılımcı öğretmenlerden FÖ24 ile yapılan görüşmede ise normal etkinlikleri de tek bir bilgisayar üzerinden EBA veya Morpa Kampüs gibi platformlardan gösteri şeklinde yaptığını belirtmiştir.

Yapılan çalışmanın pandemi dönemine denk gelmesinden dolayı yapılan gözlem ve görüşmeler Zoom üzerinden online olarak yapılmıştır. Dersinde gözlem yapılan katılımcı öğretmenlerin derslerinde sanal laboratuvar kullanmadıkları gözlenmiştir. Ayrıca normal ders işlenişinde de internet kesintilerinin sıklıkla olduğu gözlenmiştir.

### Katılımcıların Derslerinde Sanal Laboratuvar Kullanmaları Durumunda Tercih Ettikleri Öğretim Yöntem ve Tekniklerine Verdikleri Yanıtların Dağılımları

Bu kategori altında elde edilen verilere göre fen bilimleri öğretmenlerinin büyük çoğunluğu sanal laboratuvar uygulamalarını derslerinde kullanmadıklarını ve sanal laboratuvar uygulamalarını kullandığını belirtenler ise daha çok soru cevap öğretim tekniğini tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

**Tablo 5.** Araştırmaya katılan öğretmenlerin derslerinde sanal laboratuvar kullanma dağılımları

|                                         | Cinsiyet | Evet           | Hayır                      |
|-----------------------------------------|----------|----------------|----------------------------|
| Açık uçlu sorulara göre öğretmen sayısı | Kadın    | 5 + FÖ19, FÖ46 | 7 + FÖ11, FÖ13, FÖ18, FÖ24 |
|                                         | Erkek    | 9 + FÖ5, FÖ12  | 13                         |
| Görüşmeye alınan öğretmen dağılımı      | Kadın    | FÖ19, FÖ46     | FÖ11, FÖ13, FÖ18, FÖ24     |
|                                         | Erkek    | FÖ5, FÖ12      |                            |

**Tablo 6.** Araştırmaya katılan öğretmenlerin karşılaştıkları zorluk durumlarına vermiş oldukları yanıt dağılımları

|                                                 | Açık uçlu sorulara göre öğretmen sayısı | Görüşmeye alınan öğretmen dağılımı |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| Öğretmenlerin kullanımda sorun yaşaması         | 1                                       |                                    |
| Akıllı tahtaların her uygulamaya uygun olmaması | 1                                       |                                    |
| İçerik eksikliği                                | 1 + FÖ5                                 | FÖ5                                |
| İnternet sıkıntısı                              | 7+ FÖ46, FÖ24, FÖ19                     | FÖ12, FÖ19, FÖ46, FÖ24             |
| Teknik sorunlar                                 | 1                                       | FÖ12, FÖ46, FÖ13                   |
| İmkân eksikliği                                 | 4                                       |                                    |
| Öğrencide dikkat dağınıklığı                    | 1                                       |                                    |
| Ders süresinin kısıtlı olması                   | FÖ11                                    | FÖ11                               |
| Kazanımların çokluğu                            | 1                                       |                                    |
| Yazılımların gelişmemiş olması                  | 1                                       | FÖ19                               |
| Gerçeklik algısının oluşmaması                  | FÖ19                                    | FÖ19                               |
| Elektrik kesintisi                              | 1                                       | FÖ19                               |
| Ortamin olmaması                                | 1                                       |                                    |
| Teknolojik araç ve gereçlerin eksikliği         | 1, FÖ24                                 | FÖ5, FÖ46                          |
| Her derste uygulanamaması                       | 1                                       |                                    |
| SL uygulamalarına ve programlarına sahip olmama | 1                                       |                                    |
| Uygulamıyorum/Fikrim yok                        | 20 + FÖ11, FÖ13, FÖ18, FÖ24             | FÖ18                               |
| Zorlanmıyorum                                   | 5 + FÖ12                                |                                    |

**Tablo 7.** Araştırmaya katılan öğretmenlerin tercih ettikleri öğretim yöntem ve tekniklerin dağılımı

|                   | Açık uçlu sorulara göre öğretmen sayısı | Görüşmeye alınan öğretmen dağılımı |
|-------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| Soru-cevap        | 7                                       |                                    |
| Beyin fırtınası   | 3                                       |                                    |
| Deney             | 5                                       |                                    |
| Yaparak yaşayarak | FÖ5                                     | FÖ5                                |
| Anlatım           | FÖ19                                    |                                    |
| Gözlem            | 1                                       |                                    |
| Problem çözme     | FÖ12, FÖ46                              | FÖ12                               |
| Proje tabanlı     | FÖ46                                    | FÖ46                               |
| TGA               | 1                                       |                                    |
| TDB               | 1                                       |                                    |
| Argümantasyon     | 1                                       |                                    |
| Bireysel çalışma  | FÖ46                                    |                                    |
| Modüller öğretim  | FÖ46                                    |                                    |
| Simülasyon        | FÖ19                                    |                                    |
| Buluş             |                                         | FÖ19                               |
| Sunuş             |                                         | FÖ19                               |
| Uygulamıyorum     | 20 +FÖ11, FÖ13, FÖ24, FÖ18              | FÖ11, FÖ13, FÖ24, FÖ18             |

**Not:** TGA: Tahmin gözlem açıklama; TDB: Takım destekli bireyselleştirme

**Tablo 8.** Araştırmaya katılan öğretmenlerin dersinde sanal laboratuvar uygulama yaparken tercih ettikleri ölçme ve değerlendirme dağılımları

|                     | Açık uçlu sorulara göre öğretmen sayısı | Görüşmeye alınan öğretmen dağılımı |
|---------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| Soru- cevap         | 2 +FÖ5, FÖ19                            | FÖ5, FÖ19                          |
| Çoktan seçmeli test | 1+FÖ12                                  | FÖ12                               |
| Boşluk doldurma     | 2                                       |                                    |
| Eşleştirme          | 1                                       |                                    |
| Başarı testi        | 1                                       |                                    |
| Portfolyo           | 1                                       |                                    |
| Deney/Gözlem        | 3                                       |                                    |
| Açık uçlu testler   | 2                                       |                                    |
| Problem çözme       | FÖ46                                    | FÖ46                               |
| Doğru-yanlış        | 1                                       |                                    |
| Uygulamıyorum       | 24 + FÖ11, FÖ13, FÖ18, FÖ24             | FÖ11, FÖ13, FÖ18, FÖ24             |

**Not:** Görüşmeye katılan öğretmenleri tabloda açık uçlu anket sorularına verilen cevaplar kısmında ayrıca belirtilmiştir.

Tablo 7 değerlendirildiğinde, anket sorularında bu kategoriye yönelik cevap veren FÖ2 “Çok az kullanabilme imkânım olduğu için soru cevap tekniği kullanmıştım” şeklinde cevap vermiştir. FÖ6 “Genellikle soru-cevap ve beyin fırtınası tekniklerini kullanıyorum. Deneye başlamadan önce öğrencilere öncelikle ne yapmamız gerektiğini sorarak beyin fırtınası yapıyoruz. Daha sonra neden sonuç ilişkisi ile soru cevap uyguluyorum” şeklinde yanıt vererek hem beyin fırtınası hem de soru cevap öğretim tekniğini kullandığını belirtmiştir. Aynı şekilde FÖ22 ise “Sınıfların kalabalık olması ve ders sürelerinin kısaltılmasından kaynaklı soru-cevap tekniği...” olarak cevaplamıştır. Görüşmeye alınan FÖ46 ise “Fen bilgisi proje tabanlı sonuçta. Bu yüzden sanal laboratuvar da proje tabanlıdır. Gerçek laboratuvar ile sanal laboratuvar arasında şöyle bir fark olabilir, gerek ortamda ekleyebiliyor, hissedebiliyor ama sanal ortamda hissetme duygusunu alamayabilir” şeklinde açıklama yaparak açık uçlu anket sorusuna verdiği cevabı desteklemiştir. Fakat yapılan Zoom gözlemlerinde, gözleme katılan dört öğretmenin de dersinde sanal laboratuvar kullanmadıkları gözlenmiştir. FÖ46’nın derste düz anlatım ve yazı yazdırırken diğer üç öğretmenin ise Morpa Kampüs ve EBA’dan ders işledikleri gözlenmiştir.

#### Araştırmaya Katılan Öğretmenlerin Derslerinde Sanal Laboratuvar Kullanmaları Durumunda Tercih Ettikleri Ölçme ve Değerlendirmeye Verdikleri Yanıtların Dağılımları

Bu kategori altında elde edilen verilere göre, katılımcı öğretmenlerin sanal laboratuvar uygulamalarını derslerinde kullanmadıklarını, dersinde sanal laboratuvar uygulamalarından faydalanan öğretmenlerin en çok tercih ettikleri ölçme ve

değerlendirme ise soru cevap ve onu takiben deney/gözlem olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 8’e göre katılımcıların büyük çoğunluğu sanal laboratuvar uygulamalarını derslerinde kullanmadıklarını, dersinde sanal laboratuvar uygulamalarını kullanan öğretmenlerin çoğunluğu ise tercih ettikleri ölçme ve değerlendirme ise soru cevap ve onu takiben deney/gözlem olduğu nu belirtmişlerdir. FÖ5 “Soru cevap” olarak yanıtlamıştır. FÖ12 “Test aracı” şeklinde açıklama yaparken, yapılan görüşmede ise “Tahtaya kaldırıp uygulama yaptırarak, uygulamaların her aşamasında soru-cevap tekniği kullanırım” şeklinde açıklama yaparak verdiği cevabı desteklemiştir. FÖ19 “Ölçek kullanmıyorum. Sadece soru cevap” şeklinde açıklama yapmıştır. FÖ6 ise “Süreç ve ürün odaklı olacak şekilde soru cevap” şeklinde açıklama yapmıştır. Yapılan gözlemlerde, gözleme katılan dört öğretmenin de dersinde sanal laboratuvar kullanmadıkları gözlenmiştir. FÖ46’nın derste soru cevap yapıp, yazı yazdırırken diğer üç öğretmenin ise Morpa Kampüs ve EBA’dan soru çözümü ve etkinlikler yaptıkları gözlenmiştir.

#### Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Dersinde Sanal Laboratuvar Uygulamalarına Yönelik Alan Bilgisi Dağılımları

Fen bilimleri öğretmenlerinin katıldıkları açık uçlu ankette ve yarı yapılandırılmış görüşmede elde edilen verilerin analiz edilmesi neticesinde, fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğunun sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik alan bilgisinde kendilerini yeterli hissetmediklerini düşündüklerini belirtmişlerdir.

**Tablo 9.**Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerin sanal laboratuvar kullanımına alan bilgisi dağılımları

|                                         | Yeterli | %     | Kısmen<br>yeterli | %     | Yetersiz                                                | %      |
|-----------------------------------------|---------|-------|-------------------|-------|---------------------------------------------------------|--------|
| Açık uçlu sorulara göre öğretmen sayısı |         |       |                   |       | 38<br>+FÖ5<br>+FÖ11<br>+FÖ12<br>+FÖ18<br>+FÖ19<br>+FÖ24 |        |
|                                         | 1+FÖ13  | %4,34 | 1                 | %2,17 |                                                         | %93,47 |
| Görüşmeye alınan öğretmen dağılımı      |         |       | FÖ5<br>FÖ13       |       | FÖ11<br>FÖ12<br>FÖ18<br>FÖ19<br>FÖ24<br>FÖ46            |        |

**Not:** Görüşmeye katılan öğretmenleri tabloda açık uçlu anket sorularına verilen cevaplar kısmında ayrıca belirtilmiştir.

**Tablo 10.**Araştırmaya katılan öğretmenlerin öğrencilerin yeterliliği hakkında vermiş oldukları yanıtların dağılımları

|                                         | Yeterli             | %      | Kısmen<br>yeterli    | %      | Yetersiz                               | %      |
|-----------------------------------------|---------------------|--------|----------------------|--------|----------------------------------------|--------|
| Açık uçlu sorulara göre öğretmen sayısı |                     |        |                      |        | 28<br>+FÖ11<br>+FÖ18<br>+FÖ19<br>+FÖ24 |        |
|                                         | 4<br>+FÖ12<br>+FÖ13 | %13,04 | 6<br>+FÖ5<br>+FÖ46   | %17,39 |                                        | %69,56 |
| Görüşmeye alınan öğretmen dağılımı      |                     |        | FÖ12<br>FÖ13<br>FÖ46 |        | FÖ5<br>FÖ11<br>FÖ18<br>FÖ19<br>FÖ24    |        |

**Not:** Görüşmeye katılan öğretmenleri tabloda açık uçlu anket sorularına verilen cevaplar kısmında ayrıca belirtilmiştir.

Tablo 9 incelendiğinde, Açık uçlu anket sorularında bir katılımcı kendini kısmen yeterli olduğunu; katılım sağlayan öğretmenlerden 43'ü ise kendinin yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Görüşmeye katılan fen bilimleri öğretmenlerinden FÖ5 ve FÖ13 kısmen yeterli olduklarını belirtirken görüşmeye alınan diğer öğretmenler ise kendilerinin yeterli olmadıklarını belirtmişlerdir. Örneğin FÖ5 "Normal" şeklinde yanıt vermiştir. FÖ13 "İnteraktif uygulamalara yoğun bir ilgim var. Derslerimde keyif alarak kullanıyorum. Bu yüzden de başarılı olduğumu düşünüyorum" vermiş olduğu cevapla sanal laboratuvarı kullandığını ve kullanımda yeterli olduğunu belirtmiştir. Bu yüzden "yeterli" koduna dahil edilmiştir. Diğer öğretmenler sanal laboratuvarı kullanmadıklarını, soruyu boş bıraktıkları ve gerekli açıklamada bulunmadıkları için "yetersiz" koduna dahil edilmiştir. Örneğin, FÖ11 "Orta seviyede" belirtmesine rağmen önceki sorularda verdiği cevaplarda bu eğitimi almadığını ve derste de kullanmadığını belirtmesinden dolayı "yetersiz" koduna dahil edilmiştir. FÖ18 "Yetersizim" şeklinde cevaplayarak sanal laboratuvar kullanımında yetersiz olduğunu belirtmiştir. Görüşmeye alınan FÖ5 "kullanılan mevcut durumlar ele alındığında kendimi orta düzeyde görüyorum. Teknoloji kullana bilirliğimi ele alarak böyle dedim" şeklinde görüşlerini belirtmiştir. Bu açıklamasında FÖ5 derslerinde kullanmış olduğu Morpa Kampüs ve EBA vb. platformlarda yeterli olduğunu ve teknolojiyi iyi kullandığından dolayı sanal laboratuvar kullanımında da kısmen yeterli olacağını belirtmiştir. FÖ13 ise "Orta düzeydeyim. Kendimi geliştirmeye çalışmaya çalışıyorum" şeklinde açıklama yaparak ve önceki açıklamalarında da sanal laboratuvarı kullandığını belirtmiştir. FÖ19 "Sanal laboratuvar içeriğini çok bilmiyorum. O yüzden ben de var olan uygulamalar üzerinde yeterliliğimden bahsettim. Sanal laboratuvar uygulamaları uygulandıktan sonra fen öğretmenlerine sanal

laboratuvar için eğitim verilebilir" açıklaması ile sanal laboratuvar da yeterli olmadığını belirtmektedir.

#### Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Dersinde Öğrenci Yeterliliğine Yönelik Görüşlerinin Dağılımları

Fen bilimleri öğretmenlerinin anket soruları ve görüşmede verdikleri yanıtların derinlemesine analiz edilmesi sonucunda, fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar uygulamalarını kullanımına yönelik öğrencileri yeterli görmediklerini belirtmişlerdir.

Tablo 10'da görüldüğü gibi, fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğu sanal laboratuvar uygulamalarını kullanımına yönelik öğrencilerin yeterli olmadıklarını belirttikleri saptanmıştır. Açık uçlu ankette fen bilimleri öğretmenlerinden altısının öğrencilerin yeterli olduğunu belirtirken yarı yapılandırılmış görüşmeye katılan öğretmenlerin öğrencilerin sanal laboratuvar kullanımına yönelik yeterli olmadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, sekiz katılımcı, öğrencilerin kısmen yeterli olduğunu ve 32 katılımcı ise öğrencilerin yeterli olmadıklarını belirtmiştir. Görüşme yapılan fen bilimleri öğretmenlerinden FÖ12, FÖ13 ve FÖ46 sanal laboratuvar kullanımına yönelik öğrencilerin kısmen yeterli olduklarını belirtirken görüşmeye katılan diğer öğretmenlerden beşi ise sanal laboratuvara yönelik yeterli olmadıklarını belirtmişlerdir. Örneğin FÖ13 "Uzaktan eğitimden önce daha kötüydü ancak bu süreçte ciddi bir ilerleme kaydedildi diyebilirim. Teknoloji çağında dünyaya gelmiş çocukların interaktif etkinliklerde şanslı olduklarını bu yüzden de başarılı olduklarını düşünüyorum" şeklinde dile getirdikleri görüşlerinde öğrencilerin sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik yeterli olduğunu belirtmiştir. Fakat FÖ13 ile yapılan görüşme ele alındığı

zaman sanal laboratuvar uygulamalarını, uzaktan eğitimde çevrim içi şekilde yapılan dersler olarak belirtmesi sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik kavram yanlışlığı yaşadığını göstermektedir.

### Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Sanal Laboratuvarına Yönelik Olumlu Görüşleri

Bu kategori altında elde edilen veriler değerlendirildiğinde, fen bilimleri öğretmenlerinin çoğu sanal laboratuvar uygulamalarını dersinde kullanılmasının güvenlik açısından avantaj sağladığını belirtmişlerdir. Katılımcılar sanal laboratuvarın fen bilimleri dersine sağladığı avantajlar birden fazla görüş bildirdiklerinden farklı kodlarda da yer almışlardır. Örneğin, FÖ46 fen bilgisi dersinde, sanal laboratuvar kullanımının; güvenli olması, ekonomik olması, fırsat ve imkân eşitliği sağlaması, malzeme yetersizliğinde kullanılması, zaman ve mekân sınırının olmaması gibi avantajlar sağladığını belirtmiştir. Bu nedenle bu kodların her birinde yer almaktadır.

Tablo 11'e göre fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğu sanal laboratuvar uygulamalarının dersinde kullanılmasında güvenli olduğunu belirttikleri saptanmıştır. Anket sorularına verilen cevaplar ele alındığında FÖ5 *"Öğrencinin öğrenmiş olduğu konularda tehlikeli bir durum oluşturmadan problemlerin çözümünü noktasında farklı deneyimler elde etmesinde katkı sunduğunu düşünüyorum. Bence en önemli öğrenme tekniği olan yaparak yaşayarak öğrenmede faydalı bir araç"* ile yaptığı açıklamada sanal laboratuvar kullanımının tehlikeli durumları engelleyeceğine ve öğrencilerin deney ve etkinlikleri yapma fırsatı sunarak öğrencilerin deney ve etkinliklerde aktif olmasını sağlamanın avantajlı olarak belirtmiştir. FÖ5 yapılan görüşmelerde *"Sanal laboratuvar ortamlarının artısı dediğim gibi gerçek laboratuvar ortamları tabi ki tehlikeli malzemeler de barındırabiliyor. Mesela farklı asitler, bazlar... Benim ilk öğretmenlik yaptığım okulda tabi ki laboratuvar ortamı vardı. Birçok malzemeler de vardı. Mesela yeri gelince tabi ki tehlikeli malzemeler de olabiliyordu şimdi bunu gerçek ortamda yapmamız öğrenci açısından tabi ki risk de barındırıyor. Çünkü yanlış yapacağınız bir asitte ya da bazda bir mg'lık bile fazla olması onun farklı bir tepkimeye girip patlamasına bile sebep olabiliyor veya farklı karışımları yaptığınızda çıkan gaz kişileri zehirleye biliyor. Bu tehlikeli ortam oluşabilir tabi ki. Bir anlık dikkatsizlik bile yeri gelince bazı haberler duyabiliyoruz mesela laboratuvarlarda patlama olabiliyor. Şimdi bu tehlikenin önüne sanal laboratuvar ile ancak geçilebilir. Bence en büyük artısı bu tehlikeli durumların ortaya çıkmasının engellenmesini sanal laboratuvar tabi ki daha avantajlı olduğunu görüyorum ben. En büyük artısı budur. İkinci büyük artısı da nedir? Malzeme yönünden eğer iyi hazırlanmış bir yazılımsa iyi hazırlanmış bir simülasyonla her şeye ulaşma durumunuz var tabi ki. Benim şu an görev yaptığım okul merkezde bulunmasına rağmen dediğim gibi malzeme bulamıyoruz yani talepte sürekli bulunmamıza rağmen milli eğitim herhangi bir şekilde göndermiyor. Sadece hani böyle her yerde bulunan çocuklardan istediğimiz malzemelerle bir şeyler yapmaya çalışıyoruz, bu da ne kadar fayda sağlayabilir zor. Ama sanal laboratuvar da her malzemeye ulaşma durumunuz var çünkü simülasyon üzerinde hazırlanıyor. Bu da bence büyük bir ikinci artısıdır"* şeklinde açıklamada bulunarak açık uçlu sorulara verdiği cevapları desteklemiştir. Yine Tablo 12 incelendiğinde, fen bilimleri öğretmenleri sanal laboratuvarın fen bilimleri dersinde kullanımının derse görsellik kattığını belirtmişlerdir. Araştırmaya katılan öğretmenlerden FÖ2

*"Elbette. Öğrencilerin görselle ders içi katılımına ve anlamayı kolaylaştırıyor olması güzel bir fırsat"* şeklinde cevaplamıştır. Aynı şekilde FÖ5 *"...konuya görsellik katmakta..."*; Diğer bir katılımcı olan FÖ23 *"Evet. Üç boyutlu olarak gerçek öğrenme gerçekleşiyor"* şeklinde açıklama yapmıştır. FÖ4 *"Konuları somutlaştırması açısından"*; FÖ9 ise *"Öğrencilerde fen öğretiminde somutlaştırmaya yardımcı olur"* şeklinde ifade etmiştir.

### Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Sanal Laboratuvarı Uygulamalarına Yönelik Olumsuz Görüşleri

Bu kategori altında elde edilen veriler değerlendirildiğinde, fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğu sanal laboratuvarın dersinde neden olduğu dezavantaj olarak gerçekçi olmaması olarak belirttikleri saptanmıştır. Katılımcılar sanal laboratuvarın fen bilimleri dersine neden olduğu dezavantajlar birden olduğundan farklı kodlarda da yer almışlardır. Örneğin, FÖ46 internet sıklığını ve maddi durumu iyi olmayan öğrencilerin kullanamaması gibi durumları sanal laboratuvarın dezavantajları olarak belirtmiştir. Bu nedenle bu kodların her birinde yer almaktadır.

Tablo 12 incelendiğinde, katılımcıların çoğunluğu sanal laboratuvarın fen bilimleri dersinde neden olduğu dezavantajın sanal laboratuvar uygulamalarının gerçekçi olmaması olarak belirttikleri saptanmıştır. Örneğin FÖ1 *"Gerçeğin yaratacağı etkiyi yaratmayacağını düşünüyorum"*; FÖ5 *"Öğrencilerin birebir olayın içinde olmaması sanırım"*; FÖ12 *"Görsel yönden faydalı olduğu gibi birebir dokunarak yapmak gibi olamaz"* şeklinde vermiş olduğu yanıtta avantajlı olmasına nazaran gerçek deneyim sağlayamamasının dezavantaj olarak gördüğünü belirtmiştir. Görüşmeye katılan FÖ12 *"Dezavantaj olarak da normal laboratuvarlarda dediğim gibi yani dokunamama, direk çocuk hem görsel anlamda hem dokunarak, psiko-motor olarak ne yapıyor daha iyi öğrenebilir. Belki sanal laboratuvar da bunu tam olarak kavrayamayabilir. Genel anlam da bunu söyleyebiliriz"* şeklinde nedeniyle birlikte açıklamıştır.

### Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Sanal Laboratuvar ile İlgili Farkındalıkları

Fen bilimleri öğretmenlerinin anket sorularında ve görüşmelerde vermiş oldukları yanıtlar analizi sonucunda, fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğunun sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik farkındalığa sahip olmadıklarını, farkındalığa sahip olan öğretmenlerin ise bu farkındalıkları dile getirirken bağlantı kuramadıkları, vermiş oldukları yanıtları örneklerle yeterince destekleyemedikleri saptanmıştır. Görüşmelerden elde edilen verilere göre görüşmeye katılan fen bilgisi öğretmenlerinin altısının farkındalık sahibi oldukları sonucuna elde edilmiştir.

Tablo 13'te görüldüğü gibi fen bilimleri öğretmenlerinin anket sorularından elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğretmenlerin çoğunluğunun sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik farkındalıklarının olmadığı, farkındalığa sahip olan öğretmenlerin, farkındalıkları dile getirirken bağlantı kuramadıkları, vermiş oldukları yanıtları örneklerle yeterince destekleyemedikleri görülmektedir. Görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre görüşmeye katılan öğretmenlerin üçünün farkındalık sahibi oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Açık uçlu anket sorularında fen bilimleri öğretmenlerinin 38'zinin ve görüşmeye katılan üçü sanal laboratuvara yönelik farkındalıklarının olduğu görülmektedir.

**Tablo 11.** Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin dersinde sanal laboratuvar kullanımının sağladığı olumlu yönleri için verdikleri yanıt dağılımları

|                                                  | Açık uçlu Sorulara göre<br>Öğretmen Sayısı | Görüşmeye Alınan<br>Öğretmen      |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| Güvenli olması                                   | 12 +FÖ5, FÖ13, FÖ19, FÖ46, FÖ11            | FÖ5, FÖ11, FÖ12, FÖ19, FÖ24       |
| Derse görsellik katması                          | 6 +FÖ5                                     | FÖ18                              |
| Ekonomik olması                                  | 4+FÖ46                                     | FÖ12, FÖ46                        |
| Uygulamanın kolay olması                         | 1                                          | FÖ5                               |
| Gerçeğe yakın olması                             | 2                                          |                                   |
| Farklı deneyimler kazanmak                       | 2 +FÖ5                                     | FÖ46                              |
| Uzaktan Eğitimde uygulama imkânı sağlaması       | 1+ FÖ13, FÖ12                              | FÖ13, FÖ46                        |
| Kalabalık sınıflarda kullanılabilir olması       | 3 +FÖ19                                    | FÖ12                              |
| Kalıcı öğrenme sağlar/ Akademik başarıyı artırır | 4                                          | FÖ12, FÖ24                        |
| Dikkat dağınıklığını önler                       | 5 +FÖ13                                    | FÖ13                              |
| Tekrarlanabilir olması                           | 2 +FÖ19                                    | FÖ19, FÖ46                        |
| Fırsat ve imkân eşitliği sağlar.                 | 4 +FÖ46                                    | FÖ13, FÖ19                        |
| Öğrencinin özgüvenini artırır.                   | FÖ11                                       | FÖ11                              |
| Problem çözme becerisini artırır.                | FÖ12                                       |                                   |
| Laboratuvar olmayan okullarda kullanılması       | 1+FÖ13                                     | FÖ19, FÖ46, FÖ11, FÖ5, FÖ12       |
| Zengin içeriğe sahip olması                      | 1                                          | FÖ24                              |
| Malzeme yetersizliğinde kullanılması             | 2 +FÖ24, FÖ46                              | FÖ5, FÖ11, FÖ12, FÖ13, FÖ24, FÖ46 |
| Teorik bilginin somutlaştırılması                | 4                                          |                                   |
| Mekân sınırlamasının olmaması                    | 1 +FÖ46                                    | FÖ5, FÖ12                         |
| Yaparak yaşayarak öğrenme sağlaması              | 2 +FÖ5                                     | FÖ13                              |
| Aktif katılım sağlar                             | 3 +FÖ11                                    | FÖ18, FÖ11                        |
| Anında dönüt almayı sağlar                       | 1                                          |                                   |
| Zamandan tasarruf sağlar                         | 4 +FÖ24, FÖ46                              | FÖ12, FÖ13, FÖ24, FÖ46            |
| Üst düzey becerileri kazandırır                  | 2                                          |                                   |
| Yaratıcılığı geliştirir                          | 1                                          |                                   |
| Teknoloji okuryazarlığını geliştirir             | 1                                          |                                   |
| Soyut kavramları somutlaştırma                   | 3                                          |                                   |
| Birden fazla duyu organını aktifleştirmesi       | 2                                          |                                   |
| Gelişen dünya için                               | FÖ12                                       | FÖ12                              |
| Kavram öğrenimi                                  | FÖ24                                       | FÖ24                              |
| Zorlu deneylerde                                 | 2+FÖ19                                     |                                   |
| Ulaşılabilirlik                                  | 2+FÖ46                                     | FÖ46                              |
| Olumlu bakış açısı geliştirir                    | 1                                          |                                   |
| Bilimin doğasını kavratılabilmesi                | 1                                          | FÖ13                              |
| Neden sonuç ilişkisini kavratır.                 | FÖ5                                        |                                   |
| İlgi çekici/eglençli                             | 2 +FÖ24                                    | FÖ24                              |
| Merak ve istek uyandırması                       | 3                                          |                                   |
| Her deneyi yapma imkânı sağlar.                  | 1                                          |                                   |
| Öğretmenlere kolaylık sağlar.                    |                                            | FÖ46                              |
| Bilmiyorum                                       | 3                                          |                                   |
| Avantajı yok                                     | 2                                          |                                   |
| Yeterli avantajı yok                             | 1                                          |                                   |

**Tablo 12.** Araştırmada fen bilimleri öğretmenlerinin dersinde sanal laboratuvar kullanımının olumsuz yönlerine yönelik verdikleri yanıt dağılımları

|                                       | Açık uçlu sorulara göre<br>öğretmen sayısı | Görüşmeye alınan öğretmen<br>dağılımı |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| Gerçek deneyim sağlayamaması          | 14 +FÖ5, FÖ12, FÖ13                        | FÖ12, FÖ13, FÖ18                      |
| İmkânlar varken hazır alışıma         | 2                                          |                                       |
| Yaratıcılığı azaltabilir              | 3                                          |                                       |
| Maliyetli olması                      | 2                                          |                                       |
| İş birlikli öğrenmeyi azaltır         | 1                                          |                                       |
| Zaman ve imkân istemesi               | FÖ11                                       |                                       |
| Okullarda teknik alt yapı eksikliği   | 1                                          |                                       |
| İçeriğin sınırlı olması               | 3                                          |                                       |
| Dikkat dağınıklığı                    | 1 +FÖ24                                    | FÖ24                                  |
| Her yerde olmaması                    | 1                                          |                                       |
| Özel donanım ve beceri gerektirmesi   | 2 +FÖ19                                    |                                       |
| Maddi durumu iyi olmayan öğrencilerin | FÖ46                                       |                                       |
| Kullanamaması                         |                                            |                                       |
| Kullanmıyorum/ Bilmiyorum             | 7                                          |                                       |
| Teknolojik araçların yetersizliği     |                                            | FÖ5, FÖ11, FÖ24, FÖ46                 |
| Sürekli kullanılması durumunda        |                                            | FÖ12                                  |
| Göz sağlığını bozması                 |                                            |                                       |
| Boş                                   | 1+FÖ18                                     |                                       |

**Tablo 13.**Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik farkındalıkları

|                                         | VAR   | %      | YOK   | %      |
|-----------------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| Açık uçlu sorulara göre öğretmen sayısı | 5     |        | 33    |        |
|                                         | +FÖ5  | %17,39 | +FÖ11 | %82,60 |
|                                         | +FÖ12 |        | +FÖ19 |        |
|                                         | +FÖ13 |        | +FÖ24 |        |
|                                         |       |        | +FÖ18 |        |
|                                         |       |        | +FÖ46 |        |
| Görüşmeye alınan öğretmen dağılımı      | FÖ5   |        | FÖ12  |        |
|                                         | FÖ11  |        | FÖ18  |        |
|                                         | FÖ13  |        | FÖ19  |        |
|                                         |       |        | FÖ24  |        |
|                                         |       |        | FÖ46  |        |

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin dersinde sanal laboratuvar kullanımına yönelik görüşleri incelenmiştir. Çalışma Van sınırları içerisindeki devlet okullarında görev yapan 46 fen bilimleri öğretmeni ile gerçekleştirilmesi ve katılımcıların sanal laboratuvar kullanımına yönelik kavram bilgileri, derslerinde sanal laboratuvar kullanma durumları, sanal laboratuvarın fen dersinde kullanılmasındaki olumlu ve olumsuz yönleri öğretmen ve öğrencilerin sanal laboratuvar kullanımında yeterlilik durumları ve farkındalıkları üzerine görüşlerinin alınması sınırlılıkları olarak belirlenmiştir.

Yapılan araştırmada elde edilen veriler doğrultusunda fen bilimleri öğretmenlerinin çoğu derslerinde sanal laboratuvar uygulamalarını kullanmadıkları, daha önceki eğitim hayatlarında sanal laboratuvar uygulamaları ile ilgili herhangi bir eğitim almadıkları, kendilerinin ve öğrencilerinin sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik bilgi ve uygulamada yetersiz oldukları sonucuna varılmıştır. Alan yazında yapılan araştırmalar bu çalışmada elde edilen bulguları desteklemektedir. Örneğin, Doiron (2009) yaptığı araştırma öğretmenlerin sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik yazılımların, teknolojik araç gereçlerin yetersiz olması ve sınıf mevcudunun fazla olması gibi durumlardan dolayı sanal laboratuvar uygulamalarının kullanmadıklarını sonucu ortaya koymuştur. Yine, Ekici'nin (2015) yapmış olduğu çalışmada, öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun sanal laboratuvar kullandıklarını söylemelerine rağmen bunların sanal laboratuvar uygulamaları olmadığı belirlenmiştir. Derslerinde sanal laboratuvar kullanmayan fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğu buna neden olarak internet alt yapısı yetersiz olmasını ve içeriklerin sınırlı ve yetersiz olmasını göstermişlerdir. Derslerinde sanal laboratuvar kullanan öğretmenlerin büyük bir kısmı internet sıkıntısından dolayı zorlandıklarını belirtmişlerdir. Elde edilen bulguların olası nedenleri olarak öğretmenlerin sanal laboratuvar eğitimine yönelik yeterli eğitim ve deneyime sahip olmamaları gösterilebilir. Ayrıca yenilikçi eğitim teknolojilerinin öğretim ortamlarına entegre edilmesinin tam olarak sağlanamaması üniversiteler dahil eğitimin tüm seviyelerinde bu teknolojilere yönelik yeterli alan ve pedagojik alan bilgilerine sahip olmamaları gösterilebilir. Bununla birlikte, yenilikçi eğitim teknolojilerinin okul ortamlarında yeterince yaygınlaşmadığından yeterli düzeyde alt yapı olanaklarının kısıtlı olduğu düşünülebilir.

Çalışmanın başka bir sonucu olarak, derslerinde sanal laboratuvar uygulamalarından yararlandığını belirten öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu hem yöntem/teknik hem de ölçme ve değerlendirme için soru cevap tekniğini kullandıklarını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalar da

okullardaki eğitimlerin daha çok sınav sistemine yönelik olduğu için soru cevap ve test tekniği tercih edildiği belirtilmektedirler (Ormancı, vd., 2018). Bu sonucun olası nedeni katılımcı öğretmenlerin sanal laboratuvar eğitimine yönelik yeterli pedagojik alan bilgisine sahip olmamaları gösterilebilir. Ayrıca katılımcılar sanal laboratuvar uygulamalarını EBA, Morpa Kampüs uygulamaları gibi algılamaları onların yardımcı bir eğitim platformu olarak düşünerek görerek farklı öğretim yaklaşımlarını kullanma yönünde bir görüş belirtmemiş olabilirler. Çalışmadan elde edilen başka bir sonuç ise, sanal laboratuvar kullanımı; laboratuvar bulunmayan okullarda, gerçek laboratuvar araç gereçlerinin eksikliğinde, gerçek laboratuvar ortamında tehlikeli, zor ve yapılması imkânsız deneylerde, uzak eğitimin olduğu durumlarda önemli olduğu ve avantaj sağladığı sonucuna varılmıştır. Yapılan birçok çalışmada, geleneksel laboratuvar ortamlarında kullanılan kimyasal maddelerin, araç gereçlerin tehlikeli olmasından dolayı derslerde laboratuvar uygulamalarına yer verilmediği belirtilerek elde edilen bu sonuçları desteklemektedir (Ekici, 2015; Bozkurt, 2008; Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Doiron, 2009; Günlü, 2019; Dalgarno, Bisho ve Bedgood Jr, 2003). Fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar kullanımının öğrencilere güvenli bir ortamda deney yapma fırsat sunması, öğrenmelerin daha anlamlı ve kalıcı olmasında, konu ve kavramlara görsellik katma, birden fazla duyu organına hitap etme gibi noktalarda katkı sağladığına yönelik görüşler elde edilmiştir. Ayrıca dikkat dağınıklığının olabildiğince azaltması, anlamlı öğrenmeler sağlama ve deney ve etkinliklerin tekrar tekrar yapılarak öğrencilere deneme yanılma imkânı vermesi öğretmenler tarafından belirtilen diğer sanal laboratuvar avantajlarıdır. Yapılan çalışmalar da elde edilen bu sonuçları desteklemektedir (Ekici, 2015; Bozkurt, 2008; Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Günlü, 2019; Doiron, 2009; Dalgarno vd. 2003; Alkous vd. 2008). Fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğunun sanal laboratuvarı tam olarak tanımlayamadıklarını görülmüştür. Fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar uygulamalarının kullanımının meydana getirdiği dezavantaj ise öğrenciye deney ve etkinlikleri tekrar yapma imkânı verse de gerçek deneyim sağlayamadığı için el becerilerinin gelişmesi için fırsat sunamamasıdır. Elde edilen bu sonucu yapılan birçok akademik çalışma da desteklemektedir (Carnevale, 2003; Doiron, 2009; Ekici, 2015; Merchant, 2014; Stuckey-Mickell vd. 2007). Öğretmenlerin çoğunluğunun her ne kadar sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik eğitim almayıp pratikte yeterli olmasalar da bu tarz uygulamaları araştırmış ve teorik bilgi edinmişlerdir. Çalışmaya katılım sağlayan öğretmenlerin büyük bir kısmı daha önceki eğitim hayatlarında sanal

laboratuvar eğitimi almadıklarını ve sanal laboratuvar uygulamalarını derste kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Görüşmeye katılan öğretmenler, anket sorularına sanal laboratuvarı kullandıklarını belirtmiş olsalar da yapılan görüşme ve gözlemlerde sanal laboratuvar kullanmadıkları görülmektedir. Sanal laboratuvar uygulamalarını EBA, Morpa Kampüs gibi platformlarda yapılan etkileşimli animasyon ve uygulamalar olarak düşündükleri belirlenmiştir.

Yapılan çalışmaların incelenmesi ve çalışmaya katılan öğretmenlerin belirtmiş oldukları görüşler doğrultusunda; öğretmenlerin daha önceki eğitim hayatlarında ve görev aldıkları süre zarfında sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik hizmet içi eğitimlerin verilmemesinden dolayı sanal laboratuvara yönelik yeterli alan ve pedagojik alan bilgilerinin yeterli düzeyde olmadıkları görülmektedir. Bu nedenle sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik öğretmen ve öğretmen adaylarına eğitim verilmesinin bu konuda daha donanımlı öğretmenler yetiştirilmesinde önemli olacaktır. Çalışmaya katılan öğretmenlerin çoğunluğu derslerinde sanal laboratuvar uygulamalarını kullanmadıkları ve okullarda teknolojik araç gereçlerin yetersiz olmasından dolayı öğrencilerin de sanal laboratuvar uygulamalarında yeterli olmadıklarını belirtmişlerdir. Bu durum öğretmenlere verilen sanal laboratuvar eğitimi kadar öğrencilere verilecek sanal laboratuvara yönelik tanıtım ve seminerlerin yapılması, okullardaki bilgisayar ve tablet gibi teknolojik araç gereç eksikliklerinin giderilmesi, okullardaki internet ve alt yapısının düzeltilmesi ve güçlendirilmesi, Milli Eğitim müfredatına sanal laboratuvar uygulamalarının dâhil edilmesi ve buna göre de ek zaman verilmesi önem taşımaktadır. Öğretmenlerin sanal laboratuvar uygulamalarının dezavantajlarında her konuya ve kazanıma uygun olmadığını bu noktada eksik kaldığını belirtmektedirler. Bu nedenle her konu ve kazanım için sanal laboratuvar uygulamalarının tasarlanması ve var olan uygulamalarında yeni müfredata göre güncellenmesinin eğitime daha çok fayda sağlayacaktır. Çalışmaya katılım sağlayan öğretmenlerin görev aldıkları okulların çoğunda gerçek laboratuvarın olmadığını, olan okullarda da malzeme eksikliğinden dolayı fen bilgisi derslerinde deneyim konusunda öğrencilerin yetersiz olduklarını belirtmektedirler. Sadece fen bilimleri dersleri olmayıp laboratuvar gerektiren her ders için öncelikle gerçek laboratuvar ortamlarının oluşturulması, eksik laboratuvar malzemelerinin tedarik edilmesi ve sanal laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvar uygulamalarını desteklemek amacıyla kullanılması önerilmektedir. Bununla birlikte, bu çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik mevcut görüşlerine yönelik veriler elde edilmiştir. İleride gerçekleştirilecek çalışmalarda sanal laboratuvar yeterliliğine sahip öğretmenlerin katılımcı olarak yer aldığı nitel araştırmalar gerçekleştirilmesi sanal laboratuvar uygulamalarının etkililiğine yönelik detaylı bulgular elde edilmesi bakımından önemli görülmektedir.

#### Yazar Katkı Oranı

Çalışmanın alan yazın çalışması süresini birinci yazar gerçekleştirmiştir. Diğer tüm bölümlerde yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır. Tüm yazarlar çalışmanın son halini okuyup onaylamışlardır.

#### Etik Kurul Beyanı

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimleri Yayın Etik Kurulunda (Protokol No. 2021/08-10)

21/06/2021 tarihli saat 14.00'da Zoom üzerinden online yapılmış olan toplantıda alınan karar ile yürütülmüştür.

#### Çalışma Beyanı

Yazarlar çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmiştir.

#### Kaynakça

- Aktamış, H. ve Arıcı, V. (2013). Sanal gerçeklik programlarının astronomi konularının öğretiminde kullanılmasının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9 (2) 58-70.
- Alkan, C., Çilenti, K., & Özçelik, D. (1991). *Kimya öğretimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Alkouz, A., Al-Zoubi, A. Y., & Otair, M. (2008). J2ME-based mobile virtual laboratory for engineering education. *International Journal of Interactive Technologies*, 2(2), 5-10.
- Ari-Gur, P., Ikonov, P., Rabiej, R., Thannhauser, P. Hassan, M. M., Litynski, D. M., & Schwartz, R. (2013, June). *Transforming undergraduate engineering education with 3D virtual laboratory*. The 120th ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, USA.
- Ateş, F. M., Ömeroğlu, G., & Albayrak, M. Bildiri ID: 168: Laboratuvar Ortamlarında Malzeme Güvenlik Bilgi Formunun Sanal Uygulanabilirliği. *Bildiri Kitabı. Proceedings Book*, 24.
- Balakrishnan B., & Woods P. C. (2013) A comparative study on real lab and simulation lab in communication engineering from students' perspectives, *European Journal of Engineering Education*, 38(2), 159-171, <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.755499>
- Balbaş, M. Z., & Karaer, G. (2016). Fen bilgisi öğretmenlerinin fen öğretiminde karşılaştıkları sorunlara yönelik öğretmen görüşleri. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5(3), Makale No: 01.
- Bostan Sarioğlu, A., Altaş R., Şen R. (2020). Uzaktan Eğitim Sürecinde Fen Bilimleri Dersinde Deney Yapmaya İlişkin Öğretmen Görüşlerinin Araştırılması, *Milli Eğitim Dergisi, Salgın Sürecinde Türkiye'de ve Dünyada Eğitim*, 49(1), 371-394).
- Bozkurt E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi*. Selçuk Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Bozkurt, E., & Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.
- Bozkurt, M. (2022). *Ortaokul Fen Bilimleri dersinde sanal müze kullanımının öğrencilerin laboratuvar malzemelerini öğrenmeleri üzerine etkisi*. Necmettin Erbakan Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Bozoğlu, B., & Karaer, H. (2024). Hastanede yatarak tedavi gören ortaokul öğrencilerinin sanal laboratuvarında deney yapmaya yönelik görüşleri. *Asya Studies*, 8(30), 157-178. <https://doi.org/10.31455/asya.1573769>
- Budhu, M. (2002, August). Virtual laboratories for engineering education. International Conference on Engineering Education, 18-21, Manchester, UK.
- Carnevale, D. (2003). The virtual lab experiments. *The Chronicle of Higher Education*, 21(49), A.30.
- Cooper, M. (2005). Remote laboratories in teaching and learning—issues impinging on widespread adoption in

- science and engineering education. *International Journal of Online Engineering*, 1(1), 1-7.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design, qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. California: SAGE Publications.
- Creswell, J. W. (2016). *Nitel araştırma yöntemleri*. M. Bütün & S. B. Demir (Çev. Ed.). Ankara: Siyasal.
- Dalgarno, B., Bishop, A., G., Bedgood J., & D., R. (2003). *The potential of VL for distance education science teaching: reflections from the development and evaluation of a virtual chemistry laboratory*. Uniserve Science Improving Learning Outcomes Symposium, Sydney, 90-95.
- Demirci, A. G. F. (2020). Mühendislik eğitiminde sanal ve uzak laboratuvarlar. *Eğitim Bilimleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi E-Bülten*, 2, 17.
- Dennis, M. (2020). *How will higher education have changed after www COVID-19?* The University World News. Retrieved <https://universityworldnews.com/post.phpstory=20200324065639773>
- Doiron, J. B. (2009). *Labs not in a lab: a case study of instructor and student perceptions of an online biology lab class*. Capella University: Unpublished doctoral thesis.
- Ekici, M. (2015). *Fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar hakkında görüşleri ve bu yöntemden faydalanma düzeyleri*. Adıyaman Üniversitesi: Yayımlanmamış yüksek lisans tezi,
- Erbay, H. N., Şimşek, İ. ve Kirişçi, M. (2019). Teaching fractions in 5th grade with a three-dimensional virtual learning environment: an example using second life. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 1(20), 155-170. <https://www.doi.org/10.29299/kefad.2018.20.01.005>
- Evstatiev, B., Hristova, T., & Gabrovska-Evstatieva, K. (2022). Investigation of engineering students' attitude towards virtual labs during the COVID-19 distance education. *International Journal of Electrical and Electronic Engineering & Telecommunications* 11(59). <https://www.doi.org/10.18178/ijeetc.11.5.373-384>
- Fernández-Cantí, R. M., Lazaro, J. A., Zarza-Sánchez, S., & Villar-Zafra, A. (2012). An opensource multiplatform virtual laboratory for engineering education. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 12(1), 50-55. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v8iS3.2267>
- Finkelstein, N. D., Perkins, K. K., Adams, W., Kohl, P., & Podolefsky, N. (2005). *Can computer simulations replace real equipment in undergraduate laboratories?* AIP Conference Proceedings 790, 101.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2000). *How to design and evaluate research in education*. New York: Mc Grawhill, Inc.
- Gravier, C., Fayolle, J., Bayard, B., Ates, M., & Lardon, J. (2008). State of the art about remote laboratories paradigms-foundations of ongoing mutations. *International Journal of Online Engineering*, 4(1), 1-9.
- Güneş, M. H., Şener, N., Germi, N. T., & Can, N. (2013). Teacher and student assessments regarding to use of science and technology laboratory. *Dicle University Journal of Ziya Gökalp Faculty of Education*, 20, 1-11.
- Günlü, E. (2019). *Ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar kullanımının fen öğreniminde uygulanabilirliği hakkındaki görüşleri*. Mersin Üniversitesi: Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.
- Helsper, E. J., & Eynon, R. (2010). Digital natives: Where is the evidence? *British Educational Research Journal*, 36(3), 503-520. <https://www.jstor.org/stable/27823621>
- Hubers, M. D., Endedijk M. D., & Van Veen K. (2022). Effective characteristics of professional development programs for science and technology education. *Professional Development in Education*. 48(5), 827-846. <https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1752289>
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36(2), 183-204. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(00\)00059-2](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(00)00059-2)
- Karagöz-Mırçık, Ö. ve Saka, A. Z. (2016). Fizik öğretiminde sanal laboratuvar destekli uygulamaların değerlendirilmesi. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5, 388-395.
- Kardeş, H., & Aydoğdu, C. (2024). 3D Sanal laboratuvar uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin bilişsel erişilerine etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 12(2), 397-420. <https://doi.org/10.56423/fbod.1477857>
- Kavlak, E. E., & Birhanlı, A. (2023). Fen bilimleri öğretmenlerinin COVID-19 uzaktan eğitim sürecinde sanal laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, 9(2), 26-36.
- Kavlak, E. E., & Birhanlı, A. (2023). Fen öğretiminde yenilikçi bir yöntem olarak sanal laboratuvarların kullanımı. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, 9(2), 38-51.
- Koç Ünal, İ., & Şeker, R. (2020). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi: Elektrik ünitesi. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 21(1), 504-543.
- Korucu, A. T., & Kabak, K. (2020). Türkiye’de hibrit öğrenme uygulamaları ve etkileri: Bir Meta Analiz Çalışması. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 2(2), 88-112.
- Martin-Villalba, C., Urquia, A., & Dormido, S. (2008). Object-oriented modelling of virtual-labs for education in chemical process control. *Computers & Chemical Engineering*, 32(12), 3176-3186.
- Marotzki, W. (1995). Qualitative bildungsforschung (eds. E. König and P. Zedler). *Bilanz Qualitativer Forschung. Band I: Grundlagen Qualitativer Forschung*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag, 99-134.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Ormancı, Ü., Çepni, S., & Ülger, B. B. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin ortaöğretime geçiş ortak sınavları hakkındaki görüşleri. *Academy Journal of Educational Sciences*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.31805/acjes.422031>
- Önder, E. B., Tane, Z., & Tanel, R. (2023). Fizik öğretmen adaylarının gerçek ve sanal laboratuvar deneylerine ilişkin görüşleri. *Buca Faculty of Education Journal*, 55, 168-193. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1212278>
- Özden, S. & Bozkurt, E. (2022). Ses konularının sanal laboratuvar yoluyla öğretilmesinin öğrenci başarıları üzerine etkisi. *Journal of Social, Humanities and Administrative*

- Sciences*, 8(51), 555-562. <http://dx.doi.org/10.29228/JOSHAS.61967>
- Permanasari, A., İsmail, I., & Setiawan, W. (2016). Stem virtual lab: an alternative practical media to enhance student's scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 239-246. <https://www.doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5492>
- Pınar, M. A., & Akgül, G. D. (2020). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesiyle ilgili ders tutum ve motivasyonlarına etkisinin karşılaştırılması. *Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 13-25.
- Scheckler, R. K. (2003). Sanal laboratuvarlar: geleneksel laboratuvarların yerini alıyor mu? *Uluslararası Gelişim Biyolojisi Dergisi*, 47(2-3), 231-236.
- Stuckey-Mickell, T. A., & Stuckey-Danner, B. D. (2007). *Virtual labs in the online biology course: student perceptions and implications for policy and practice*. Technology, Colleges & Community Worldwide Online Conference, 97-105.
- Tannhäuser, A.-C., & Dondi, C. (2012). *It's lab time connecting schools to universities remote laboratories*. <https://docplayer.net/4940407-Its-lab-time-connecting-schools-to-universities-remote-laboratories.html> adresinden 30.
- Teke, H., & Çetin, D. (2024). Fen bilimleri eğitiminde laboratuvar güvenliğiyle ilgili araştırmaların incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 62, 2883-2903.
- 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.
- Uluçınar, Ş., Cansaran A., & Karaca, A. (2004). Fen bilimleri laboratuvar uygulamalarının değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 465- 475.
- Van Manen, M. (2007). Phenomenology of practice. *Phenomenology & Practice*, 1(1), 11-30.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, A. (2021). Fen bilimleri eğitim kapsamında uzaktan eğitimde kalite standartları ve paydaş görüşleri. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 26-50. <https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.850063>

## Extended Abstract

### Introduction

Being able to look at the information learned from different perspectives, being open to criticism, thinking critically, structuring, and using information by associating old data with new information are among the basic skills necessary of our age. The vision understanding in education aims to train and develop competent individuals with these skills. One of the first thing to reach these goals is to transform the taught skills into experience and practice by the student. For this reason, it is important to transfer the knowledge learned in science courses, which are intertwined with life, into practice with laboratory applications. For example, in the case of distance education during COVID-19 global pandemic, the inability to perform laboratory applications was a problem for fields that require application, such as science. To solve this problem, virtual environments allow students to make laboratory applications in the courses that require practice. However, this requires new responsibilities imposed on the teacher. This study aims to investigate science teachers' views about using virtual laboratory applications in science teaching. In this way, it will play an important role in increasing the efficiency obtained in education and training, developing competent individuals who keep up with the future, and developing education aligned with technological innovations. This study aims to investigate teachers' opinions on using virtual laboratory applications in science education by working with science teachers in science education where laboratory applications are actively involved. In line with this purpose, the problem statement of the research is stated below.

Regarding the implementation of virtual laboratories in science education, what are the views of science teachers in terms of

- i. Awareness
- ii. The education they received
- iii. Concept (semantics)
- iv. vi. Usage status in classes
- v. viii. Difficulties they face when using
- vi. Preferred teaching methods and techniques
- vii. Preferred measurement and evaluation methods
- viii. Positive aspects
- ix. Negative aspects?

### Method

This study employed case study as the qualitative research design. The study group was formed with the voluntary participation of 46 science teachers working in schools in the central districts of Van Province (Tuşba, İpekyolu, Edremit). Open-ended questionnaires, semi-structured interviews, and observation techniques were used to collect the data. Science teachers were asked open-ended survey questions:

"Have you received training on using virtual laboratories in secondary school, high school, or university?" "How would you define a virtual laboratory?" "Do you use the virtual laboratory environment in experiments or activities in your classes?" "If not, can you explain the reasons?" "If so, are there any difficulties you encounter during the implementation phase? What are the challenges you commonly encounter, if any? Can you explain with the reasons?" "Which teaching method and technique do you use in virtual laboratory applications? Can you explain with examples?" "Which measurement tool do you use in virtual laboratory applications? Could you explain with examples?" "How would

you define your competence for virtual laboratory applications?" "What are the positive aspects of virtual laboratory environments for science education? Can you explain it with examples?" "What are the negative aspects of virtual laboratory environments for science education? Can you explain it with examples?". Seven demographic and nine open-ended survey questions were asked.

The randomly chosen participating instructors who responded to the open-ended survey were informed that they would like to participate in an interview that would run concurrently with the study. Semi-structured interviews were conducted with eight of these science teachers voluntarily. Among the science teachers who participated in the interview, two female and two male teachers were observed in the classroom environment, again voluntarily. During the observation, it was made by paying attention to whether the teacher used a virtual laboratory in their lessons, the difficulties encountered in case of use, the teaching methods and techniques used, the measurement and evaluation method they used, and the adequacy of the teachers and students in using the virtual laboratory, and only notes were taken by the researcher without any recording on the Zoom platform.

In this study, the participating teachers' questions about virtual laboratories in science education are "the status of receiving training on virtual laboratories", "meaning/conceptual knowledge", "the status of using virtual laboratories in classes", "difficulty", "teaching methods and techniques used", "measurement and evaluation tool used", "field knowledge", "student proficiency", "positive/negative aspects", and "awareness" opinions were taken. The open-ended survey question answers received from teachers are divided into categories such as "adequate", "partially sufficient", "insufficient" and "yes", "no" and reasons in other categories. For example, importance, contribution, reasons for not using virtual laboratories, difficulty, and use. Examples of categories, such as teaching methods and techniques, measurement, and evaluation, are given.

Content analysis was selected for data analysis. Each finding was coded under the determined categories.

### Results and Discussion

In the findings, most science teachers stated that they did not use virtual laboratory applications in their lessons, had not received any training or in-service training on virtual laboratory applications before. They stated that both them and their students were deficient or inadequate. In a thesis study by Ekici (2015), he stated that although most teachers said that they did not use laboratories and used technology in their lessons, these were not virtual laboratory applications. This situation shows that teachers must be more competent in laboratory and virtual laboratory applications. Most teachers who do not use virtual laboratories in their lessons stated that the reasons for this are internet problems and limited and insufficient content. Teachers stated that they could not use virtual laboratory applications due to inadequate software and technological equipment for virtual laboratory applications and large class sizes (Doiron, 2009). Most teachers who use virtual laboratories in their lessons stated they had difficulties due to internet problems. Again, most teachers who use virtual laboratories in their courses stated that they use the question-and-answer technique for both method/technique and measurement and evaluation. It is stated in the studies that question-answer and test techniques are preferred in schools because they are based more on the exam system (Ormancı et

al., 2018). In addition, virtual laboratory applications are preferred in schools without laboratories, in cases where there is a lack of materials, in dangerous, difficult, and impossible experiments, in distance education situations, etc. It has been concluded that it is important and advantageous in such situations. In many studies, it is stated that laboratory applications are not included in courses because the materials and equipment used in traditional laboratory environments are dangerous (Ekici, 2015; Bozkurt, 2008; Bozkurt & Sarıkoç, 2008; Doiron, 2009; Günlü, 2019; Dalgarno et al., 2003). It has been concluded that virtual laboratory applications provide students with a safer laboratory environment and meaningful, permanent learning in science teaching. They contribute to points such as adding visuality to theoretical lessons and appealing to more than one sense organ. In addition, minimizing distraction, providing meaningful learning, and providing the opportunity for trial and error are other advantages of virtual laboratories stated by teachers. Studies also support these results (Ekici, 2015; Bozkurt, 2008; Bozkurt & Sarıkoç, 2008; Günlü, 2019; Doiron, 2009; Dalgarno et al., 2003; Alkous et al., 2008). It was observed that teachers generally could not fully explain the definition of virtual laboratory and were incomplete. The disadvantage of virtual laboratory applications is that although they allow the student to repeat, they do not provide the opportunity to develop manual skills as they do not provide real experience. This result is in congruent with previous studies (Carnevale, 2003; Doiron, 2009; Ekici, 2015; Merchant, 2014; Stuckey-Mickell et al., 2007). Although most teachers did not receive training on virtual laboratory applications and were not competent in practice, they researched such applications and acquired theoretical knowledge.

Most of the teachers who participated in the study did not receive virtual laboratory training and did not use virtual laboratory applications in classes. Although the teachers who participated in the interview stated that they used virtual laboratories in the survey questions, it was seen in the interviews and observations that they did not use virtual laboratories. They think of virtual laboratory applications as interactive animations and applications made on platforms such as EBA and Morpa Campus.

### **Suggestions**

1. Providing in-service training to teachers on virtual laboratory applications,
2. Providing promotions and seminars to students about virtual laboratory applications,
3. Eliminating the lack of technological equipment, such as computers and tablets in schools,
4. Improving and strengthening the internet and infrastructure in schools,
5. Including virtual laboratory applications in the National Education Curriculum and giving additional time accordingly.
6. Eliminating the need for more real laboratories and materials in every school and creating virtual laboratories.

### **Author Contributions**

The first author carried out fieldwork period of the study. The authors contributed equally to all other sections. All authors read and approved the final version of the study.

### **Ethical Declaration**

This study was carried out with the decision taken by the Van Yüzüncü Yıl University Social and Human Science Publication Ethics Committee (Protocol No.2021/08-10) meeting held online via Zoom on 21/06/2021 at 14.00.

### **Conflict of Interest**

The authors declare that they have no conflict of interest with any institution or person within the scope of the study.