

3D Sanal Laboratuvar Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Erişilerine Etkisi

Effect of 3D Virtual Laboratory Applications on Cognitive Access of 8th Grade Students

Halil KARDEŞ¹ ve Cemil AYDOĞDU²

¹ TC Milli Eğitim Bakanlığı, Konya, ORCID No: 0009-0001-7187-6910

² Hacettepe Üniversitesi, Ankara, ORCID No: 0000-0003-1623-965X

Kaynak Gösterimi İçin (For cited in):

Kardeş, H., & Aydoğdu, C. (2024) 3D Sanal Laboratuvar Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Erişilerine Etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 12 (2), 397-420. DOI: <https://doi.org/10.56423/fbod.1477857>

3D Sanal Laboratuvar Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Erişilerine Etkisi**

Halil KARDEŞ¹ ve Cemil AYDOĞDU²

¹ TC Millî Eğitim Bakanlığı, Konya, ORCID No: 0009-0001-7187-6910

² Hacettepe Üniversitesi, Ankara, ORCID No: 0000-0003-1623-965X

Makale Bilgisi	Öz
Gönderilme Tarihi: 08, Mayıs, 2024 Revizyon Tarihi: 30, Ekim, 2024 Kabul Tarihi: 04, Aralık, 2024	<i>Fen bilimleri öğretiminde deney yapma, öğrenmeyi daha anlamlı kılmakta, deney yapmadan öğrenme tam anlamıyla özümsememektedir. Ancak artan maliyetler, zaman sınırlılığı ve uygulama sırasında oluşabilecek riskler el yapımı aktiviteleri zorlaştırmaktadır. Bu çalışma, 3D sanal laboratuvar uygulamasının el yapımı aktiviteler ve geleneksel düz anlatım yöntemi ile yapılan öğretim süreçlerinden farklı olarak öğrenciler üzerine oluşturduğu bilişsel etkiyi incelemek amacıyla planlanmıştır. Çalışma 2021-2022 eğitim-öğretim yılı Konya ili 8. sınıf 79 öğrenci üzerinde "Madde ve Endüstri" ünitesi içeren bir uygulama ile gerçekleştirilmiştir. Grupların uygulama öncesi ve sonrası akademik başarılarını karşılaştırmak için ön test ve son test "Erişi Testi" uygulanmıştır. Sonuçlara göre tüm grupların puanları anlamlı olarak artarken en fazla artış sanal laboratuvar grubunda görülmüştür. Bunun yanı sıra maliyet, zaman ve risk faktörleri göz önünde bulundurulduğunda sanal laboratuvar uygulamaları ile ilgili önerilere gidilmiştir.</i>
Anahtar Kelimeler: <i>El Yapımı Laboratuvar, 3D Sanal Laboratuvar, Bilişsel Erişi Puanı.</i>	

Effect Of 3D Virtual Laboratory Applications On Cognitive Access Of 8th Grade Students

Article Information	Abstract
Received: 08, May, 2024 Revised: 30, October, 2024 Accepted: 04, December, 2024	<i>Experimenting in science education makes learning more meaningful, and learning without experimenting cannot be fully assimilated. However, increasing costs, time constraints, and risks that may occur during the application make handmade activities difficult. This study was planned to examine the cognitive effect of the 3D virtual laboratory application on students, unlike the teaching processes carried out with handmade activities and traditional plain narration method. The study was carried out with an application including the "Matter and Industry" unit on 79 8th grade students in Konya province in the 2021-2022 academic year. The pre-test and post-test "Achievement Test" were applied to compare the academic achievements of the groups before and after the application. According to the results, the scores of all groups increased significantly, while the highest increase was seen in the virtual laboratory group. In addition, considering the cost, time, and risk factors, suggestions were made regarding virtual laboratory applications.</i>
Keywords: <i>Handmade Laboratory, 3D Virtual Laboratory, Cognitive Access Score.</i>	

*Sorumlu Yazar: E-mail: halilkardes42@gmail.com

** Bu çalışma ilk yazarın "3D Sanal Laboratuvar Uygulamalarının 8.Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel ve Duyuşsal Erişilerine Etkisi" konulu doktora tezinden türetilmiştir.

ISSN: 2148-2160 ©2021

Giriş

Fen bilimleri, her bir bireyin kendini, çevresindeki olayları ve dünyayı anlamasını sağlayan temel bilim dalıdır. Bu konuda Sözbilir vd. (2015) fen bilimleri eğitiminin toplumların gelişmesi ve kalkınmasına yardımcı olduğu gibi çağın gerektirdiği bilgi, beceri, tutum ve davranışlara sahip bireylerin yetiştirilmesinde ve bireyin dünyayı anlamlandırmasında önemli bir yere sahip olduğunu söylemektedir. Fen bilimleri alanındaki yeniliklerin toplum hayatına yaptığı katkıları anlayan, gelişmiş ve gelişmekte olan uluslar fen bilimleri eğitimine önem vermektedirler (Polat, 2013). Kıray ve Şimşek (2021) fen eğitiminin temel amacını, fen kavramlarının ve bilimsel süreç becerilerinin öğrencilere kazandırılması olarak tanımlamış, alt amaçlarını; teknolojik yenilikleri takip etmek, bilişsel gelişim sağlamak, bir üst eğitim düzeyi için hazır bulunuşluk sahibi olmak, doğayı ve günlük yaşamı tanımak, fen bilimlerine karşı olumlu tutum geliştirmek, güncel karşılaştığı olayları bilimsel gerçekler ile açıklamak vb. olarak sıralamıştır.

Fen bilimleri içinde günlük yaşamda karşılaşılabilecek konular olduğu gibi öğrencilerin anlaması zor olan soyut konular da bulunmaktadır. Laboratuvar etkinlikleri soyut kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilebilmesi için oldukça önemlidir (Köseoğlu & Bayır, 2012). Öğrencilere verilecek fen eğitimindeki konuları somutlaştırmak adına laboratuvar yöntemlerinden faydalanmak etkili bir yöntemdir. (Aydoğdu & Şener, 2016; Boesdorfer & Livermore, 2018; Chopra vd., 2017; Kılıç vd., 2015; Lawson, 2002). Laboratuvar faaliyetleri, bilimsel çalışmaların gözlem yapabilme, sınıflandırabilme, verileri toplayabilme, problemi açıklayabilme ve deney yapabilme gibi bilimsel süreç becerilerini elde edebilmek için öğrencilere anlamlı deneyimler kazandırmaktadır (Aydoğdu & Kesercioğlu, 2005). Laboratuvar aktiviteleri sırasında öğrenciler fiziksel nesnelere etkileşime girebilir, verilen madde ve malzemeleri manipüle ederek ders kitaplarındaki veya öğretmenlerinin verdiği hipotezleri doğrulayabilir veya yanlışlayabilirler (Agustian & Seery, 2017). Gerçekleştirilen bu deney faaliyetleri sonunda öğrenciler, bilgilerinin doğruluğunu test edebildikleri gibi yeni bilgiler de keşfedebilmektedirler (Hançer, 2019). Fen bilimleri uzmanları laboratuvar faaliyetleri kullanarak öğrenmenin daha anlamlı olacağını hatta deneyler yapmadan fen bilimleri konularının tam anlamıyla özümselemeyeceğini söylemişlerdir (Çepni, 2023).

Laboratuvar ortamında el yapımı aktiviteler ile yapılan öğretim süreçlerini kolaylaştırmanın önünde birtakım engellerin olduğu muhakkaktır. Bu engeller; mevcudu kalabalık sınıflarda yapılan aktivitelerin öğrenciye aktarılmasındaki zorluklar, fiziksel yetersizlikler ve araç-gereçlerin bakım maliyetleri, laboratuvar çalışmalarının öğrencilerin kullanımına sunulmaması, küçük yaş gruplarında sınıf kontrolünün zor olması, materyal ve araç-gereç teminindeki güçlükler, bazı aktivitelerin gerçekleştirilmesindeki yüksek maliyet, uzun süren deneyler için zaman yetersizliği, deneyleri yeteri kadar tekrar edememe, tehlikeli maddeler ve güvenlik sorunları şeklinde sıralanabilir (Altun vd., 2009; Akıllı & Aydoğdu, 2018; Aydoğdu & Şener, 2016; Bretz, 2019; Doiron, 2009; Kaba, 2012; Meral vd., 2014).

Fen Eğitiminde Teknoloji

Günlük yaşamın her basamağında çokça kullanılan iletişim teknolojileri çok süratli, etkili ve durmaksızın gelişmektedir. Bu gelişim her alanda olduğu gibi eğitim ve öğretim hizmetlerinde de görülmektedir (Raja & Nagasubramani, 2018; Telli & Altun, 2020).

Toplumdaki değişken yaş aralıklarındaki öğrenci sayısının artması, eğitimden istenen nitelikli hizmet beklentisinin ve kalitesinin yükselmesi, öğrenci ve velilerinin okula karşı ilgi ve tutumlarındaki çeşitliliğin artması, eğitim ve yönetim kadrosunun gereksinimlerinin değişmesi, eğitim kurumlarının gelişen teknolojiyi eğitim ve öğretim içerisinde etkili bir şekilde kullanmasını zorunlu kılmaktadır (Jafari, 2021). Bu nedenle artık eğitim kurumlarının teknolojiyi (bilgisayar LAN ağı, fiber-optik kablo sistemi, internet, bilgisayar laboratuvarları, simülasyonlar, akıllı eğitim modelleri, uzaktan eğitim programları, videolu konferans sistemleri, eğitim-öğretim yazılımları vb.) kurması, yönetmesi ve bilinçli bir şekilde eğitimle bütünleştirmesi kaçınılmazdır (Helvacı, 2008). Ayrıca kodlama programlarının ortaya çıkışı ve uluslararası internet ağlarının gelişmesi ile de zaman ve konum sınırlamaları kalkmış ve geçmiş dönemlerde mektuplar sayesinde gerçekleşen uzaktan eğitim faaliyetleri bilgisayar tabanlı olarak dünya genelinde yaygınlaşmıştır (Kırık, 2014). Özellikle Covid-19 salgını ile eğitim-öğretim faaliyetlerinde uzaktan eğitim uygulamaları ön plana çıkmıştır. Öğretmenler Zoom, Skype, Google Meet, Google Hangout, Cisco WebEx gibi programlardan derslerini işlemiş, çevrimiçi olarak denemeler ve sınavlar düzenlemişlerdir (Saygı, 2021).

Eğitim-öğretim süreçlerinde simülasyon uygulamalarına yer verilmesi uzaktan eğitimin daha aktif kullanılmasını sağlamıştır. Bu uygulamalarda herhangi bir güvenlik riski olmaması, öğrenci ve deney kontrolünün kolay olması, sayısız tekrarlatma fırsatı sağlaması ve bilgisayar kurulumunun basit olması bu yöntemin seçilmesinde öncelik göstermektedir (Roblyer, 2003). Ayrıca fen bilimleri eğitiminde geliştirilen diğer teknolojik yazılımlara kıyasla simülasyonların tercihi ön plana çıkmaktadır (Simmons & Lunetta, 1993). Bu amaçla özelleşen yazılımlarla üretilen “ChemLab” adı verilen sanal laboratuvar uygulamaları kullanılmaktadır. Simülasyonlardan çok daha fazlasını sunan özel araç setlerine sahip bu uygulamalar gerçek bir laboratuvardaymışsınız izlenimi vermektedir. Bununla birlikte çevrim içi olarak çalışılabilmesi ve dizüstü bilgisayar, tablet, cep telefonu gibi aletlerdeki kurulumunun kolay olması tercih edilirliğini arttırmıştır. Ayrıca bu uygulamalar her yaş ve seviyedeki öğrenciye göre düzenlenebilmektedir (Aydın, 2018). Yüzlerce simülasyondan oluşan sanal laboratuvarlarda işlenen etkinliklerin üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde; öğrencinin kendi bilgisini bireysel olarak inşa ettiği, yaparak ve yaşayarak öğrendiği, soyut kavramları somutlaştırdığı, konu üzerindeki kavramlara 3D şekillerle ulaşabildiği, öğrenme hızının ve motivasyonun arttığı görülmektedir (Akkağıt & Tekin, 2012). Diğer taraftan etkinliklerin güvenli olması, deneylerde zaman yönetiminin öğrencide olması, günlük yaşamda çok az görülen doğa olaylarını bile öğrenme imkânı sunması, karmakarışık ve uygulaması çok zor sistemleri kolay hale getirmesi, ekonomik ve kullanışlı olması, öğrencinin ilgi ve motivasyonu artırması ve istenen kalıcı öğrenmeyi gerçekleştirebilmesi simülasyonların en göze çarpan faydalarıdır (Dolgopolavas & Dagiene, 2021; Roblyer, 2003; Saygı, 2021).

Laboratuvar aktiviteleri öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırılabilmeleri için uygun bir seçenektir (Yavuz & Akçay, 2017). Ancak fiziksel ve maddi olanaksızlıklar, laboratuvar eksikliği, malzeme yetersizliği ve kalabalık sınıflardan kaynaklanan sorunlar nedeniyle uygulanmasında yetersiz kalınan fen laboratuvarlarında öğretim teknolojilerinden ve internet ile birlikte hızla gelişen sanal laboratuvar uygulamalarından faydalanmak avantaj sağlayacaktır (Özdener, 2005). Özdener & Erdoğan (2002)’a göre, sanal laboratuvarlar, el yapımı deneylerin gerçekleştirildiği geleneksel laboratuvarlardaki fırsatların kısıtlı olduğu durumlarda ya da doğal

ortamlarında inceleme ve gözlem yapma fırsatı zor olan veya hiç olmayan olay ve olguları bir bilgisayar programında sanal olarak canlandırmaktır. Böylece öğrenciler, etkinliklerde farklı değişkenleri kullanıp test ederek öğrenme imkânı elde etmekte ve hiçbir can, mal ya da zaman kaybı ihtimali olmadan istedikleri kadar deney yapma fırsatına sahip olmaktadır (Tatlı & Ayas, 2011).

Laboratuvarlardaki el yapımı aktiviteler ile işlenen öğretim süreçlerinde karşılaşılan sorunlar (kalabalık sınıflar, fiziksel yetersizlikler ve araç-gereçlerin bakım maliyetleri, küçük yaş gruplarında sınıf kontrolünün zor olması, materyal, malzeme ve araç-gereç teminindeki güçlükler, yüksek maliyet, zaman yetersizliği, deneyleri yeteri kadar tekrar edememe, tehlikeli maddeler ve güvenlik vb.) nedeniyle farklı seçenekler düşünölmeye başlanmıştır (Aydoğdu, 1999; Aydoğdu & Pekbay, 2016; Aydoğdu & Yardımcı, 2013). Bu sorunların yaşanması ve teknolojinin gelişmesiyle web tabanlı sanal laboratuvar uygulamaları artmıştır (İnce & Kutlu, 2014). Sanal laboratuvarlar özellikle ortaokul, lise ve üniversite seviyesindeki uygulamalı derslerin (tıp, mühendislik ve fen bilimleri) öğretiminde ön plana çıkmaktadır (Yu vd., 2005). Bilgisayar ile yapılan öğrenme yöntemleri öğrencilerin deneme yanılma yoluyla etkinlikleri defalarca kez tekrarlayarak konuyu öğrenmelerini sağlayacak, böylece öğrencileri karşlarına çıkan problemlere değişik çözüm yollarını bulmaları için cesaretlendirecektir (Shute vd., 2017). Üstelik istedikleri zaman ve yerde etkinlikleri gerçekleştirme, istedikleri zaman yarıda bırakma ve sonra tamamlama fırsatları vardır (Bozkurt & Sarıkoç, 2008). Sanal programlara bilhassa anlaması ve yapılması güç, çok pahalı, zahmetli teknik deneylerde ihtiyaç duyulmaktadır (Scherp, 2002). Örneğin, yerçekimi kuvvetinin farklı olduğu yerlerde (kutuplarda veya farklı bir gezegende) deney yapabilme, zamanı kontrol altında tutarak olayları (Bir iletken maddedeki elektronların hareketlerini gözle görebilecek kadar yavaşlatabilir, canlıların üreme sürecini birkaç saniye içinde bitirebilir.) ayrıntılı olarak izleme olanağı tanımaktadır. Ayrıca hiçbir tarihi esere veya canlıya zarar vermeden inceleme ve deneyler yapabilme imkânı sunmaktadır. Sanal programlar, kullanıcıların seviyesine (yaş, tecrübe veya bilgi) uygun olarak deneylerin zorluğunu ayarlayabilmektedirler. Örneğin, bir cisme etki eden birden fazla kuvveti vektörel çizgiler ve oklar ile göstererek kullanıcının olayı kavramasını ve problemi çözmesine yardım etmektedir (Karagöz, 2006).

Maliyet kıyaslamaları sanal laboratuvar programlarının yaygınlaşmasını destekleyen diğer bir önemli faktördür (Koç, 2019). Bu tür programlar, laboratuvarı olmayan veya fiziki anlamda yetersiz (malzeme, alet, makine vb.) tüm eğitim kurumları için önemlidir. Okullardaki bu yetersizliklerin yanı sıra, kalabalık mevcutlar sebebiyle de deneylerin sadece gösteri yöntemi ile öğretmenler tarafından gerçekleştirilebildiği düşünöldüğünde simülasyon yazılımları ile oluşturulmuş sanal laboratuvarların önemi daha iyi anlaşılmaktadır (Özdener, 2004).

Sanal laboratuvar uygulamalarının yukarıda verilen avantajlarına rağmen pek çok sınırlılığı da bulunmaktadır (Sarı vd., 2019). Bucos vd. (2008), yaptıkları çalışmada sanal laboratuvarların sınırlılıklarını; idealleştirilmiş sonuçlar, işbirliği kısıtlılığı ve laboratuvar araç-gereçleriyle fiziksel etkileşimin olmaması şeklinde belirtmişlerdir. Wang ve Lu'ya (2003) göre sanal laboratuvarlar sadece bazı dersler (fen bilimleri, mühendislik vb.) için uygun olmakta ve diğer derslere uyarlanırsa esneklik boyutunu kaybetmektedir. Doiron'un (2009) çalışmasında belirttiği üzere; öğretmenin yokluğu ve cevaplarda dönüt eksikliği, diğer öğrencilerin sorularını ve öğretmenin cevabını duyamamaları, bilgisayar kullanımında yaşanan eksiklikler ve sorunlar

ve karmaşık simülasyonlar sanal laboratuvarlarda öne çıkan sınırlılıklardır. Ayrıca bilgisayar simülasyonlarında hatanın en aza indirilmesi öğrencilerde fiziksel araştırmaları yürütme yeteneği ve motivasyonu kaybetme riskini de oluşturmaktadır (Chen, 2010).

Literatür incelendiğinde el yapımı aktivitelere göre simülasyonlar ile hazırlanmış sanal laboratuvarların kabul edilen avantajları ve dezavantajları görülmektedir. Bu çalışmaların yapıldığı araştırma grupları incelendiğinde çalışmaların büyük çoğunluğunun lise veya lisans düzeyinde gerçekleştirildiği ve sadece sanal laboratuvarın etkililiğinin ölçüldüğü, el yapımı aktiviteler ile olan karşılaştırılmasının yapılmadığı görülmektedir (Altun vd., 2011; Dönel Akgül vd., 2018; Dyrberg vd., 2016; Eljack vd., 2020; Evstatiev vd., 2022; Heradio vd., 2016; Karagöz-Mırçık & Saka 2016; Kavlak & Birhanlı, 2023; Makransky vd., 2017; Mutlu, 2015; Özdemir, 2019 Potkonjak vd., 2016; Tatlı & Ayas, 2011; Ural, 2016). Çalışmanın problem durumunun ortaya çıkışında özellikle ortaokul seviyesinde gerçekleştirilen araştırmaların sayıca az olması göz önüne alınarak sanal laboratuvarın ortaokul seviyesinde bilişsel etkililiğinin araştırılması amaçlanmıştır. Yapılan araştırmalarda sanal laboratuvarın bilişsel veya duyuşsal etkililiğini belirlemek adına öğrencilere ölçekler uygulanmış ya da aday ve görevdeki öğretmenlerle görüşmeler yapılarak düşünceleri alınmıştır. Ancak bu veriler el yapımı aktiviteler sırasında karşılaşılan sorunlar ve elde edilen kazanımların karşılaştırılmasına yansımamıştır. Bu nedenle çalışma gruplarında sadece sanal laboratuvar ile öğrenim gören öğrenciler ile düz anlatım tekniği ile öğrenim gören öğrenciler alınmamış, el yapımı aktiviteler ile öğrenim gören öğrenciler de kontrol grubu olarak ele alınmıştır.

El yapımı aktiviteler için karşılaşılan sorunlar incelendiğinde maliyet ve güvenlik riskleri en fazla olan ortaokul konularının 8. sınıf düzeyinde “Madde ve Endüstri” ünitesinde yer alan “Asit ve Bazlar” ile “Maddenin Isı ile Etkileşimi” olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle ilgili konular kapsamında sanal laboratuvar oluşturulmuştur. Ayrıca sanal laboratuvar kullanımının özellikle ortaokul seviyesindeki öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisinin incelenmesinin ve el yapımı aktiviteler ile öğrenim gören öğrencilerin akademik başarıları ile karşılaştırılmasının bu alanda sınırlı yürütülmüş olan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Bu araştırmada yarı deneysel modellerinden eşitlenmemiş ön test-son test kontrol gruplu model kullanılarak deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bir araştırma deseni olarak deneysel araştırma ancak gerçek neden-sonuç ilişkisi için uygun araştırma desendir (Cohen vd., 2003). Bu desende asıl olan bir deneme değişkeninin manipüle edilmesidir (Balcı, 2001). Deneysel desenler gerçek ve yarı deneysel desen olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Çepni, 2010). Eğitimde yürütülen birçok araştırma gerçek deneysel desen yerine yarı deneysel desene dayanmaktadır (Creswell & Clark, 2020). Bunun nedeni birbirine benzer ya da eşdeğer grupları oluşturmanın oldukça güç oluşudur (Ekiz, 2003). Yarı deneysel desende rastgele seçilen gruplardan deney ve kontrol grupları oluşturulur (Fraenkel vd., 2018). Grupların hangisinin deney, hangisinin kontrol grubu olacağı da yansız bir seçimle belirlenir (Karasar, 2004; Punch & Etöz, 2020).

Bu desen kapsamında çalışmada her bir bireyi bir havuzda toplama olanağı söz konusu olmadığından modelde grupların, yansız atama yoluyla eşitlenmeleri için özel bir çaba harcanmamış, ancak öğrencilerin benzer nitelikte olmalarına olabildiğince özen gösterilmiştir. Çalışma süreci birbirleri ile etkileşimi olmayan bir deney ve iki kontrol grubu olmak üzere üç ayrı grup üzerinde yürütülmüştür. Grupların denkliklerini karşılaştırmak için “Bilişsel Giriş Davranışları Testi” uygulanmış grupların denkliklerinin birbirine yakın oldukları görülmüştür. Bu süreçte 3D sanal laboratuvar uygulamasına yönelik etkinliklerin tasarlandığı programla öğretim alan öğrenci grubu ile bu tür öğretim almayan öğrenci gruplarının bilişsel düzey gelişimleri incelenmiştir. Bu öğrenci gruplarından 3D sanal laboratuvar etkinliklerinin tasarlandığı program ile ders alan öğrenciler “deney grubu”, böyle bir öğretimle ders almayanlar ise “kontrol grupları”ni oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan yarı deneysel modelinin simgesel görünümü (Tablo 1) aşağıda özetlenmiştir (Wiersma & Jurs, 2005; Creswell & Clark, 2020).

Tablo 1. Araştırma deseni

G ₁	O _{1.1}	X ₁	O _{1.2}
G ₂	O _{2.1}	X ₂	O _{2.2}
G ₃	O _{3.1}		O _{3.2}

G₁: 3D sanal laboratuvar etkinliklerinin yürütüldüğü grup (Deney Grubu-(SG))

G₂: El yapımı aktiviteler ile öğretim süreçlerinin yürütüldüğü grup (Kontrol Grubu I-(DG))

G₃: Laboratuvar yaklaşımlarının uygulanmadığı grup (Kontrol Grubu II –(KG))

O_{1.1}, O_{2.1}, O_{3.1}: Ön test (Bilişsel Giriş Davranışları Testi, Eriş Testi)

O_{1.2}, O_{2.2}, O_{3.2}: Son test (Eriş Testi)

X₁: 3D sanal laboratuvar etkinliklerini içeren laboratuvar yaklaşımı

X₂: El yapımı aktiviteler ile yürütülen öğretim süreçlerinin yaklaşımı

Deneysel uygulama öncesinde hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrencilere Bilişsel Giriş Davranışları Testi (BGDT) ve Eriş Testleri (ET) uygulanmıştır. BGDT öğrencilerin bilişsel düzeydeki hazır bulunuşluk düzeyleri belirlenmiştir. Bunun yanında eriş testini uygulama sonunda öğrencilere tekrar uygulanmış ve uygulamanın başlangıcındaki akademik düzeyleri ile sonundaki akademik düzeyleri arasında anlamlı fark olup olmadığı belirlenmiştir. Araştırma süreci fen bilimleri dersi 8. sınıf “Madde ve Endüstri / Madde ve Doğası” ünitesi konularını kapsayacak biçimde 9 hafta boyunca yürütülmüş ve üç farklı grup için öğretim süreci farklı planlanmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın ulaşılabilen evrenini, 2021-2022 eğitim-öğretim yılı Konya ili Meram ilçesinde bulunan ortaokullarda öğrenim gören 8. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Grupların oluşturulmasında 5 adet fen bilimleri öğretmeniyle görüşmeler yapılmıştır. Bu süreçte okullarının sahip olduğu bilgisayar ve kimya laboratuvarlarının imkânları, araç-gereçler, “Madde ve Endüstri/Madde ve Doğası” ünitesinde bulunan konuları ne şekilde işledikleri, öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri konu ve kavramların neler olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin cevapları doğrultusunda Meram ilçesine bağlı bir devlet ortaokulunda araştırmanın yürütülmesine karar verilmiştir. Çalışma evreninde bulunan ortaokulların 8. sınıflarından sosyo-ekonomik düzeyleri benzerlik gösteren bir deney ve iki kontrol olmak üzere

üç çalışma grubu oluşturulmuştur. Sanal laboratuvar ile öğrenim göreceğ grup oluşturulurken okulda bilgisayar ile sanal laboratuvar uygulamalarını denemek ve evinde bilgisayar ile verilen ödevleri yapmak isteyen öğrenciler seçilmiştir. Gruplara uygulanan BGDТ sonuçları incelenmiş ve akademik açıdan birbirlerine yakın oldukları görülmüştür (Tablo 4). Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin dağılımı (Tablo 2) aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 2. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin dağılımı

	Öğrenci sayısı (f)	Yüzdesi (%)
Kontrol grubu I (KG)	30	38
Kontrol grubu II (DG)	21	27
Deney grubu (SG)	28	35
Toplam	79	100

Çalışma grubunda toplam 79 öğrenci yer almaktadır. Bu öğrencilerin 38'i erkek iken 41'i kız öğrencidir. Kontrol grubu-I de 30, Kontrol grubu-II 21 ve Deney grubunda 28 öğrenci veri toplama sürecinde yer almıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırma sürecinde üç farklı ölçme aracı kullanılmıştır: Bunlar; Kişisel Bilgi Formu (KBF), Bilişsel Giriş Davranışları Testi (BGDT) ve Eriş Testi (ET)'dir.

Kişisel Bilgi Formu (KBF). Bağımlı değişken üzerinde etken olabileceği düşünülen öğrencilerin kişisel bilgilerini (cinsiyet, sosyo-ekonomik durum vb.) belirlemek için kullanılmıştır. KBF'den elde edilen veriler öğrenci gruplarının oluşturulmasında kullanılmıştır.

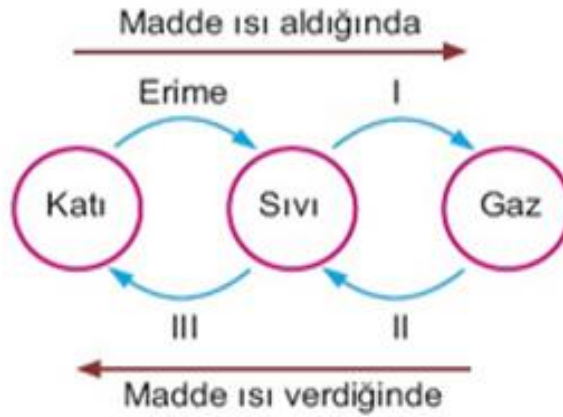
Bilişsel Giriş Davranışları Testi (BGDT). Öğrencilerin "Madde ve Endüstri/Madde ve Doğası" ünitesinde bulunan konuları ile ilgili bilişsel hazır bulunuşluk düzeylerini belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Bilişsel Giriş Davranışları Testi, KBF ile birlikte öğrenci gruplarının denkliği için kullanılmıştır. BGDT'nin geliştirilme sürecinde öncelikle Fen Bilimleri Öğretim Programı (MEB, 2018) incelenmiş ve 5, 6 ve 7. sınıfta "Madde ve Endüstri/Madde ve Doğası" ile benzerlik gösteren üniteler incelenmiştir. 5. sınıfta "Madde ve Değişim", 6. sınıfta "Madde ve Isı" ve 7. sınıfta "Saf Madde ve Karışımlar" ünitelerinde yer alan 13 kazanım belirlenmiştir. Taslak ölçme aracında bu kazanımları kapsayacak şekilde toplam 15 maddelik çoktan seçmeli soru oluşturulmuştur.

Ardından taslak ölçme aracında yer alan her bir sorunun içerik ve nitelik olarak amaca yönelik kazanımları ölçmede yeterli ya da uygun bir soru olup olmadığının belirlenebilmesi amacıyla üç fen bilimleri alan uzmanı, bir rehber öğretmen, bir dil uzmanı ve iki akademisyen tarafından kontrol edilmiştir. Yapılan önerilere göre dil hataları giderilmiş, görsellerde öğrenci seviyesi göz önüne alınmış ve sorularda bilimsel hata olmaması için gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu süreçte ölçme aracının kapsam geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Bunun yanında BGDT'nin geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında çalışma grubunda yer almayan bir ortaokulda öğrenim gören toplam 168 sekizinci sınıf öğrencisine pilot uygulama yapılarak her bir maddenin güçlük ve ayırt edicilik indisleri belirlenmiş, hatalı ve eksik sorular çıkartılarak KR-20 (Kuder-Richardson 20) güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. Taslak BGDT yer alan 15 maddenin pilot uygulama sonrasında 11 tanesinin oldukça iyi olduğu, 2 maddenin ise düzeltilerek dâhil edilebileceği belirlenmiştir. Maddelerin soru köklerinin anlaşılması kolaylaştıran ifadeler eklenmiş ve şıkların çeldiricileri kolaylaştırılmıştır. İki maddenin ise ayırt

edicilik indisleri ve güçlük indisleri kapsamında ölçme aracından çıkarılmasına karar verilmiştir. En son haliyle nihai Bilişsel Giriş Davranışları Testi 13 sorudan oluşacak şekilde yapılandırılmıştır.

Aşağıda 5. sınıf 4. ünitesinde (Madde ve Değişim) yer alan “Maddenin Ayırt Edici Özellikleri” isimli konudaki “F.5.4.2.1. Yaptığı deneyler sonucunda saf maddelerin erime, donma, kaynama noktalarını belirler.” kazanımına uygun olarak hazırlanmış örnek soru verilmiştir (Şekil 1). Soru 8. sınıfta 4. ünitesinde yer alan “Madde ve Endüstri” ünitesinde yer alan “Maddenin Isı ile Etkileşimi” isimli konuya ön hazırlık olarak düşünülmüştür. 2018 fen bilimleri öğretim programının doğası gereği sarmal yapıda olan konu 8. sınıf öğrencilerinin bilmesi gereken bir konu olarak düşünülmüştür.

1. Aşağıdaki şekilde ısı etkisi sonucu maddelerde meydana gelen hâl değişimleri gösterilmiştir.



Buna göre numaralı yerlere yazılacak hâl değişimleri hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A)	Kaynama	Yoğunlaşma	Buharlaşma
B)	Buharlaşma	Yoğunlaşma	Donma
C)	Buharlaşma	Donma	Yoğunlaşma
D)	Yoğunlaşma	Buharlaşma	Donma

Şekil 1. BGDT soru örneği

Testin güvenilirliği için elde edilen KR-20 güvenilirlik katsayısı, testin ortalama güçlüğü, aritmetik ortalaması, medyanı, modu ve standart sapma değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. BGDT KR 20 değeri ve test analiz sonuçları

N	\bar{X}	SS	Medyan	Mod	Çarpıklık	Basıklık	Ort.Güçlük (P_{ort})	KR-20
168	8.6	2.8	9	10	-0.21	-0.84	0.57	0.73

Tablo 3'te, 168 kişilik grup üzerinde pilot uygulama yapılan BGDT incelendiğinde ortalama, mod ve medyanın birbirine yakın olması, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1.5 ile

+1.5 aralığında olması testin normal dağılım gösterdiğini şeklinde yorumlanabilir (Kalaycı, 2010; Micheels & Karnes, 1950). Ayrıca uygulama sonucunda yapılan madde ve test analizleri sonucunda elde edilen puanlardan yararlanılarak KR 20 güvenilirlik katsayısı 0.73, testin ortalama gücü 0.57, testin standart sapması 2.8 olarak hesaplanmıştır. Testin ortalama gücününün 0.50 civarında olması, KR-20 değerinin 1'e yakın olması ölçme aracının araştırma kapsamında güvenilir sonuçlar vereceğini ve BGDТ yer alan maddelerin aynı yeterliği ölçtüğünü göstermektedir (Turgut & Baykul, 2010). BGDТ'nin son hâli araştırmanın yapılacağı tüm gruplara çalışma öncesi uygulanmış ve elde edilen verilere Tablo 4'te yer verilmiştir.

Tablo 4. BGDТ ile ilgili bulgular

	Deney Grubu (n=28)		Kontrol Grubu I (n=21)		Kontrol Grubu II (n=30)		Gruplar Arası Analiz	
	\bar{x}	SS	\bar{x}	SS	\bar{x}	SS	F	p
BGDТ-ön test	9.82	2.48	9.95	2.10	9.83	1.85	0.026	0.973

Uygulama öncesinde çalışma gruplarına uygulanan BGDТ ile ilgili veriler karşılaştırıldığında ortalamalar arası farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($F=0.026$, $p>.05$). Bu bulgu “Madde ve Endüstri/Madde ve Doğası” ünitesinde bulunan konular ile ilgili deney ve kontrol gruplarının bilişsel hazır bulunuşluk düzeylerinin birbirlerine denk olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2023).

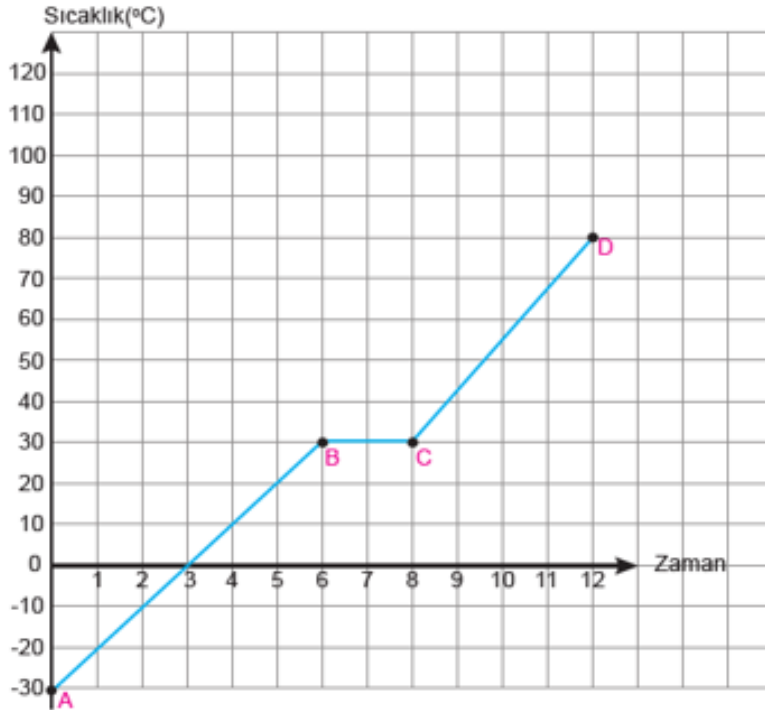
Eriş Testi (ET). Çalışma gruplarının uygulama öncesi ve sonrasında “Madde ve Endüstri” ünitesi akademik başarı düzeylerini karşılaştırmak için araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Eriş testinin; bilgi ve kavramayı ölçme, uygulama ve değerlendirme seviyelerini belirlemeye yönelik olması gerekir (Creswell, 2021). Bu kapsamda ölçme aracı 4 farklı konu başlığında (Fiziksel ve Kimyasal Değişimler, Kimyasal Tepkimeler, Asitler ve Bazlar ve Maddenin Isı ile Etkileşimi) 9 farklı kazanımı içerecek biçimde 27 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Hazırlanan taslak ET üç fen bilimleri alan uzmanı, bir rehber öğretmen, bir dil uzmanı ve iki akademisyen tarafından kontrol edilmiştir. Yapılan önerilere göre dil hataları giderilmiş, görsellerde öğrenci seviyesi göz önüne alınmış ve sorularda bilimsel hata olmaması için gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Testin pilot çalışması Konya ilindeki çalışma grubunda yer almayan dört farklı lisede öğrenim gören 282 dokuzuncu sınıf öğrencisi üzerinde yürütülmüştür. ET'de yer alan konular sekizinci sınıf konuları olduğu için daha önce bu konuları görmüş dokuzuncu sınıf öğrencilerinden seçilmiştir. Bu süreçte her bir maddenin güçlük ve ayırt edicilik indisleri belirlenerek hatalı ve eksik sorular ET'den çıkarılmıştır. Bunun yanında ölçme aracının KR-20 güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Taslak ET'de yer alan 27 maddenin pilot uygulama sonrasında 26 tanesinin oldukça iyi madde sınıfında olduğu bir maddenin ise düzeltilerek dâhil edilebileceği gerekli görülmüştür. Bu sebeple 15. maddenin şıklarında yer alan çeldiricinin kolaylaştırılmasına ve uzman öğretmenlere tekrar gösterilerek teste eklenmesine karar verilmiştir. Geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları sonucunda ET'de toplam 27 soru yer almaktadır.

Aşağıda 8. sınıf 4. üniteye yer alan “F.8.4.5.3. Maddelerin hâl değişimi ve ısınma grafiğini çizerek yorumlar.” kazanımına uygun olarak hazırlanmış örnek verilmiştir (Şekil 2). Soru 5. sınıf 4. ünitesinde (Madde ve Değişim) yer alan “Maddenin Ayırt Edici Özellikleri”

isimli konudaki “F.5.4.2.1. Yaptığı deneyler sonucunda saf maddelerin erime, donma, kaynama noktalarını belirler.” kazanımının devamı olarak düşünülmektedir.

1. Aşağıda bir maddenin sıcaklık-zaman grafiği verilmiştir.



Grafiği çizilen bu madde ile ilgili aşağıdaki yorumlardan hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) B ile C noktaları arası madde erimektedir.
- B) A ile B noktaları arası madde ısı almaktadır.
- C) Maddenin kütlesi zamanla azalmıştır.
- D) Maddenin B'deki enerjisi ile C'deki enerjisi eşittir.

Şekil 2. Erişi Testi soru örneği

Testin güvenilirliği için elde edilen KR-20 güvenilirlik katsayısı, testin ortalama güçlüğü, aritmetik ortalaması, medyanı, modu ve standart sapma değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

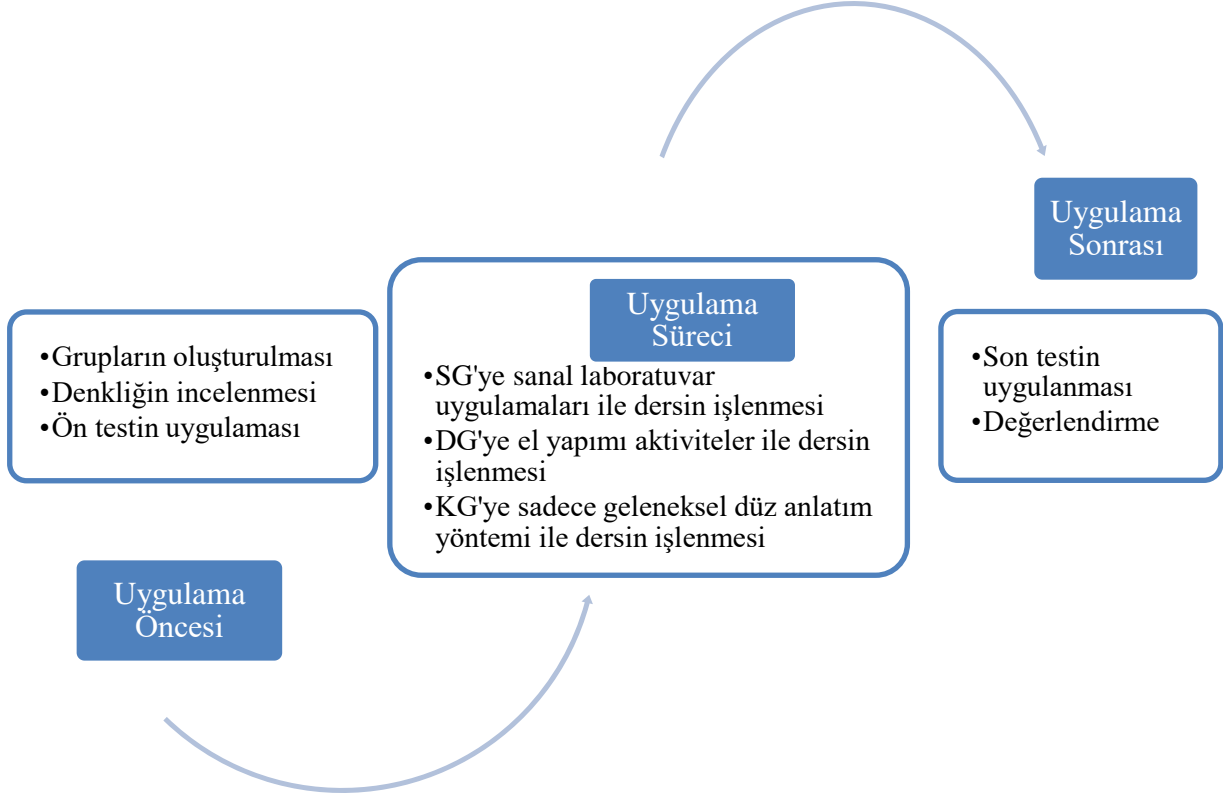
Tablo 5. Erişi testi KR 20 değeri ve test analiz sonuçları

N	\bar{X}	SS	Medyan	Mod	Çarpıklık	Basıklık	Ort.Güçlük (P _{ort})	KR-20
282	14.37	7.89	15	24	-0.36	-0.97	0.50	0.93

Tablo 5'de, 282 kişilik grup üzerinde pilot uygulama yapılan ET incelendiğinde ortalama, mod ve medyanın birbirine yakın olması, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1.5 ile +1.5 aralığında olduğu görülmektedir. Bu bulgu ET'nin normal dağılım gösterdiğini şeklinde yorumlanabilir (Kalaycı, 2010). Ayrıca uygulama sonucunda yapılan madde ve test analizleri sonucunda KR 20 güvenilirlik katsayısı 0.93, testin ortalama güçlüğü 0.50, testin standart sapması 7.89 olarak hesaplanmıştır. Testin ortalama güçlüğü 0.50 civarında olması ve KR-20 değerinin 1'e yakın olması ölçme aracının araştırma kapsamında güvenilir sonuçlar vereceğini göstermektedir (Turgut & Baykul, 2010).

Veri Toplama Süreçleri

Çalışmanın uygulama süreci üç aşamalı olarak yürütülmüştür. Bunlar; (i) uygulama öncesi, (ii) uygulama süreci, (iii) uygulama sonrası yapılanların yer aldığı aşamalardır. Tüm bu süreçlere ilişkin iş akışı aşağıdaki görselde (Şekil 3) özetlenmiştir.



Şekil 3. Çalışmanın ilerleme süreci

(i) *Uygulama öncesi hazırlıklar.* Araştırma öncesi öncelikle deneysel uygulamaya yönelik Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulundan (14.03.2022 Tarih, E-35853172-399-00002085094 Sayı) ve Konya İl Milli Eğitim Müdürlüğünden (24.12.2021 Tarih, E-83688308-605.99-39786665 Sayı) gerekli izinler alınmıştır. Bunun yanında 2021-2022 eğitim öğretim yılı güz dönemi başladığında veli onam formları ile öğrenci gönüllü katılım formları toplanarak gönüllülük esasında veri toplama sürecine başlanılmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan ölçme araçlarının (BGDT ve ET) pilot uygulamaları yapılmış ve ölçme araçlarına uygulamada veri toplamak için son hâli verilmiştir. Çalışma grubu belirlendikten sonra deneysel uygulama süreci başlamadan BGDT ve diğer ölçeklerin ön test uygulamaları deney ve kontrol gruplarına aynı anda uygulanmıştır. Bunun yanında uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarına uygulanan öğretim süreçlerinin tasarlanması ve haftalık ders planları/içeriği (Şekil 4) oluşturulmuştur.

	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
SG	Günlük yaşamdan maddelerin pH'larının ölçülmesi ile ilgili simülasyon çalışması	Asit ve bazların etkilerinin gözlemlenmesi ile ilgili simülasyon çalışması	İlk sıcaklıkları eşit özdeş katıların farklı süreler ısıtılması ile ilgili simülasyon çalışması	İlk sıcaklıkları eşit farklı cins katıların eşit süre ısıtılması ile ilgili simülasyon çalışması	İlk sıcaklıkları eşit özdeş sıvıların farklı süreler ısıtılması ile ilgili simülasyon çalışması	İlk sıcaklıkları eşit farklı cins sıvıların eşit süre ısıtılması ile ilgili simülasyon çalışması
DG	Günlük yaşamdan maddelerin pH'larının ölçülmesi ile ilgili el yapımı çalışması	Asit ve bazların etkilerinin gözlemlenmesi ile ilgili el yapımı çalışması	İlk sıcaklıkları eşit özdeş katıların farklı süreler ısıtılması ile ilgili el yapımı simülasyon çalışması	İlk sıcaklıkları eşit farklı cins katıların eşit süre ısıtılması ile ilgili el yapımı çalışması	İlk sıcaklıkları eşit özdeş sıvıların farklı süreler ısıtılması ile ilgili el yapımı çalışması	İlk sıcaklıkları eşit farklı cins sıvıların eşit süre ısıtılması ile ilgili el yapımı çalışması
KG	Günlük yaşamdan maddelerin pH'larının ölçülmesi ile ilgili konu anlatımı	Asit ve bazların etkilerinin gözlemlenmesi ile ilgili konu anlatımı	İlk sıcaklıkları eşit özdeş katıların farklı süreler ısıtılması ile ilgili konu anlatımı	İlk sıcaklıkları eşit farklı cins katıların eşit süre ısıtılması ile ilgili konu anlatımı	İlk sıcaklıkları eşit özdeş sıvıların farklı süreler ısıtılması ile ilgili konu anlatımı	İlk sıcaklıkları eşit farklı cins sıvıların eşit süre ısıtılması ile ilgili konu anlatımı

Şekil 4. Haftalık ders planı

(ii) *Uygulama süreci yapılanlar.* “Madde ve Endüstri/Madde ve Doğası” ünitesinde yer alan konu içeriğine uygun olarak hazırlanan plan dâhilinde deney ve kontrol gruplarındaki ders anlatımı 6 hafta sürmüştür. Sanal grupta yer alan öğrenciler deneyleri sanal laboratuvar ortamında işlerken, kontrol grubu-I fiziksel ortamda el yapımı aktiviteler ile gerçekleştirmiştir. Kontrol grubu-II ise geleneksel düz anlatım yöntemi ile öğretim süreçlerini tamamlamış, herhangi bir laboratuvar yöntemi ile etkinlik yapmadan direkt son teste geçilmiştir. Deney grubunda haftada ikişer saat olacak şekilde araştırmacı tarafından hazırlanmış olan etkinlikler yapılmıştır. Kontrol grubunda ise öğrenciler var olan öğretim sürecine devam ederek laboratuvar uygulamaları veya geleneksel düz anlatım ve soru-cevap yöntemleri ile öğretim süreçleri ünite sonuna kadar yürütülmüştür.



Resim 1. Kontrol grubu -I (el yapımı laboratuvar) uygulamalarından örnekler



Resim 2. Deney grubu (sanal laboratuvar) uygulamalarından örnekler

Araştırma için Unity programı kullanılarak 3D sanal laboratuvar etkinlikleri hazırlanmıştır (Resim 3).



Resim 3. Sanal laboratuvar deneyleri

(iii) *Uygulama sonrası yapılanlar.* Deneysel uygulamanın ardından deney ve kontrol gruplarına aynı anda ölçekler son test olarak yeniden uygulanmıştır. Elde edilen veriler bilgisayar programına aktarılarak veri analiz sürecine hazır hale getirilmiştir. Araştırmanın veri toplama ve uygulama süreci toplamda 9 hafta sürmüştür. İlk hafta pilot çalışmaların gerçekleştirilmesi, ikinci hafta ön testlerin uygulanması, 6 hafta deney grubu ile etkinliklerin yürütülmesi ve son hafta da son testlerin uygulanması ile süreç sonra ermiştir.

Verilerin Analizi

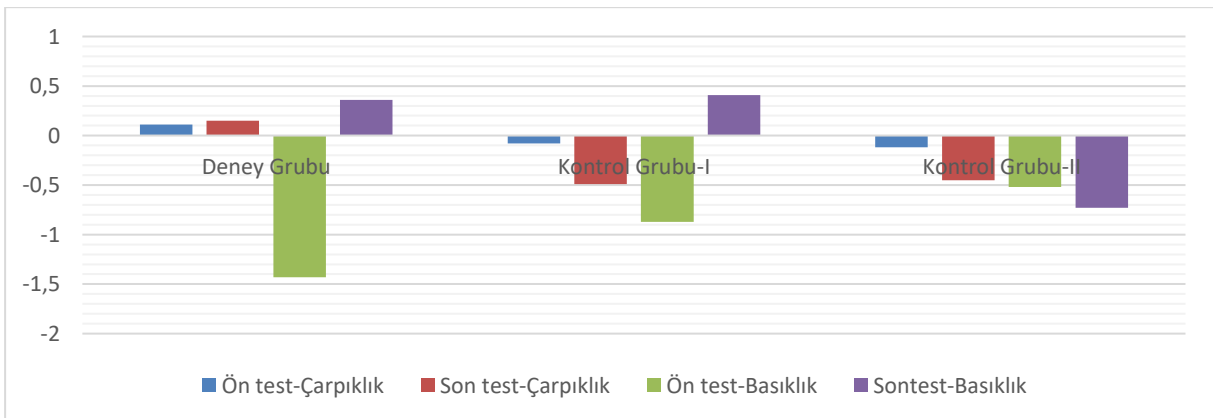
Araştırmada elde edilen verilerin analizinde betimsel ve ilişkisel analizler birlikte kullanılmıştır. Öğrencilerin erişim puanlarının incelenmesinde aritmetik ortalama (\bar{x}) ve standart sapma (SS) değerleri kullanılırken, ilişkisel analiz süreci öncesinde verilerin normallik varsayımlarının sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir. Normallik varsayımları ile ilgili bulgulara Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 6. Normallik dağılımı ile varsayımlar

Gruplar	Ölçme araçları	N	\bar{x}	Medyan	Mod	SS	Çarpıklık	Basıklık
Deney grubu	ET ön test	28	10.14	10	13	3.32	.11	-1.43
	ET son test	28	22.86	24	25	1.82	.15	.36
Kontrol grubu-I	ET ön test	21	10.10	11	11	2.55	-.08	-.87
	ET son test	21	20.76	21	20	2.79	-.49	.41
Kontrol grubu-II	ET ön test	30	9.93	10	11	2.84	-.12	-.52
	ET son test	30	18.13	19.5	21	3.87	-.45	-.73

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön-son test ortalamaları incelendiğinde her bir test için ortalama, mod ve medyan değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Normal dağılım sürekli bir dağılımdır ve aritmetik ortalama, modu ve medyanı eşittir (Kalaycı, 2010). Çalışma kapsamında da değerlerin birbirine yakın olması verilerin normal dağılım gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Bunun yanında her bir test için çarpıklık-basıklık değerleri .36 ile -1.43 arasında değişmektedir (Tablo 7). Bu değerler ile ilgili Tabachnick vd. (2007) +1.5 ile -1.5 aralığını, George ve Mallery (2019) ise +2.0 ile -2.0 aralığının normal dağılım için yeterli olduğunu ifade etmektedir. Bu araştırmada basıklık-çarpıklık değerleri bu aralıklar arasındadır.

Tablo 7. Çarpıklık ve basıklık değerleri



Tüm bu bulgular doğrultusunda araştırma verilerinin normal dağılım gösterdiği yorumu yapılabilir. Bu kapsamda grup içi karşılaştırmada bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır. Bunun yanında gruplar arası ortalamaların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi kullanılmıştır. ANOVA testi sonucunun anlamlı çıkması hâlinde grupları ikili

karşılaştırmak için homojen dağılım gösterenlerde Tukey testi, homojen dağılım göstermeyenlerde ise Tamhane T2 testi kullanılmıştır.

Bulgular

Çalışmada yer alan öğrenci gruplarının ön test ve son test erişim testinden aldıkları puanlar ile ilgili bulgulara Tablo 8 ve 9'da yer verilmiştir.

Tablo 8. Çalışma grupları ile ilgili grup içi karşılaştırılması

Ölçüm	Deney Grubu (n=28, SG)		Kontrol Grubu I (n=21, DG)		Kontrol Grubu II (n=30, KG)	
	\bar{x}	SS	\bar{x}	SS	\bar{x}	SS
1. Ön Test	10.14	3.32	10.10	2.55	9.93	2.84
2. Son Test	22.86	1.82	20.76	2.79	18.13	3.87
t*	18.86		20.78		17.33	
p	<.001		<.001		<.001	

*Bağımlı gruplar t-testi

Tablo 9. Çalışma grupları ile ilgili gruplar arası karşılaştırılması

Test Türü	Grup	N	\bar{x}	SS	F*	p	Anlamlı Fark
1. Ön Test	Deney Grubu (SG)	28	10.14	3.32	.040	.961	-
	Kontrol Grubu I (DG)	21	10.10	2.55			
	Kontrol Grubu II (KG)	30	9.93	2.84			
2. Son Test	Deney Grubu (SG)	28	22.86	1.82	18.145	<.001	SG-DG SG-KG DG-KG
	Kontrol Grubu I (DG)	21	20.76	2.79			
	Kontrol Grubu II (KG)	30	18.13	3.87			

*Tek yönlü ANOVA testi

Analiz sonucunda erişim puanlarının tüm gruplarda anlamlı olarak farklılaştığı bulunmuştur ($t_{SG}=18.86$, $t_{DG}=20.78$, $t_{KG}=17.33$, $p<.001$). Bu sonuca göre tüm grubun son test erişim puanları ön teste göre anlamlı olarak artmıştır. Bu bulgular, araştırmada kullanılan öğretim yöntemlerinin erişim puanlarını artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ön test uygulamasında SG'nin aritmetik ortalamasının en fazla olduğu görülürken ($\bar{x}=10.14$) DG'nin ikinci ($\bar{x}=10.10$), KG'nin ise ($\bar{x}=9.93$) sonuncu olduğu görülmektedir. Ancak gruplar arasında çok yüksek bir fark oluşmamıştır ($F=.040$, $p>.05$). Son test uygulamasında ise sıralama yine değişmemiştir ($\bar{x}_{SG}=22.86$, $\bar{x}_{DG}=20.76$, $\bar{x}_{KG}=18.13$).

Öğretim yöntemlerinden hangisinin daha etkili olduğunu belirlemek içinse ön test sonuçları gruplara göre farklılaşmadığından dolayı son test erişim puanlarının gruplara göre farklılaşp farklılaşmadığının tespit edilmesi amacıyla yapılan tek yönlü ANOVA testi sonucunda son test erişim puanlarının en az bir grupta farklılaştığı ($F=18.145$, $p<.001$), farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için yapılan Tamhane T2 testi sonucuna göre yüksekte düşüğe doğru sırasıyla 3D sanal laboratuvar uygulaması, el yapımı aktiviteler ile

yapılan öğretim süreçleri ve geleneksel düz anlatım yöntemidir. Buna göre öğretim yöntemlerinin etkisi sırasıyla 3D sanal laboratuvar uygulaması, el yapımı aktiviteler ile yapılan öğretim süreçleri ve geleneksel düz anlatım yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada fen bilimleri dersi 8. sınıf “Madde ve Endüstri/Madde ve Doğası” ünitesinde bulunan konulara yönelik hazırlanan 3D sanal laboratuvar uygulamasının el yapımı aktiviteler ve geleneksel düz anlatım yöntemi ile yapılan öğretim süreçlerinden farklı olarak öğrencilerin akademik başarılarına etkisi eriş testi ile araştırılmıştır. Sonuçlara göre tüm grupların eriş testinden aldıkları puanlar istatistiki olarak anlamlı bir şekilde artarken en fazla artışın sanal laboratuvar ile öğretimini yapılan deney grubunun içinde görülmüştür. El yapımı aktiviteler ile yapılan öğretim ile geleneksel düz anlatım yönteminin kullanıldığı gruplar karşılaştırıldığında ise el yapımı aktivitelerden faydalanan yöntemin daha başarılı olduğu görülmüştür. Çinici vd. (2013) öğrenci başarılarını karşılaştırdığı çalışmasında sanal laboratuvar etkinliklerinin daha etkili olduğu belirtmiştir. Duman ve Avcı (2016) yaptıkları çalışma sonucunda sanal laboratuvar uygulamalarının öğretmen merkezli öğretim yöntemine göre öğrenci başarısında ve öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında daha etkili olduğunu iddia etmişlerdir. Sanal laboratuvarın ile ilgili elde edilen sonuçlar bilgisayar destekli eğitimin önemini kanıtlayan literatürde karşılaşılan çalışmalar ile uyum içerisindedir (Çinici vd., 2013; Duman & Avcı, 2016; Korkmaz, 2018; Meral, 2018; Rutten vd., 2012; Sarıçam, 2019; Ünal & Şeker, 2020).

Öğrencilerin laboratuvar uygulamaları ile yaratıcılıklarını geliştirdikleri, merak duygularını kullandıkları, edindiği bilgileri ürüne dönüştürdükleri veya teorik bilgilerini pratiğe döktüklerini söyleyen Aydoğdu ve Şener’in (2016) çalışması ile laboratuvar uygulamalarının soyut kavramları somut hâle getirerek akademik açıdan daha faydalı olduğunu söyleyen bu çalışmanın uyumlu olduğu söylenebilir. Kaynar ve Kurnaz (2024) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin öğrenme deneyimi farklılaştıkça yaratıcı fikirlerin açığa çıktığını vurgulamıştır. Ayrıca Aydoğdu ve Şener (2016) ve İdin ve Aydoğdu’nun (2016) çalışmalarında bahsettikleri laboratuvar kullanımı sırasında karşılaşılan güvenlik sorunlarına bu çalışma sırasında karşılaşılmamıştır. Bu noktada simülasyonlar ile hazırlanmış sanal laboratuvarın güvenlik açısından çok kullanışlı olduğu söylenebilir. Bu durum da Tepe ve Tekbıyık’ın (2019) araştırmasında bahsettiği güvenlik kaygılarının sanal laboratuvar kullanılarak ortadan kaldırılabileceğini göstermektedir.

Bunun yanı sıra maliyet ve zaman faktörleri göz önünde bulundurulduğunda sanal laboratuvar uygulamalarının tercih edilebileceği düşünülmektedir. Araştırma sırasında el yapımı aktivitelerin yapıldığı grupta gerçekleştirilen deneylerde kullanılan malzemeler ve araç-gereçlere sanal laboratuvarda ihtiyaç duyulmadığı için sanal laboratuvar uygulamalarının ekonomik açıdan daha kullanışlı olduğu söylenebilir. Karşılaşılan bu durum literatürdeki çalışmalarla uyum içinde olduğu söylenebilir (Bretz, 2019; Chen, 2010; Perienen, 2020). Ayrıca deneylerin SG’de daha kısa süre içerisinde bitirildiği ve öğrencilerin birden fazla deney gerçekleştirebildikleri gözlenmiştir. Bu konuda yapılmış diğer araştırmalarda (Blake & Scanlon, 2007; de Jong vd., 2013; Raja & Nagasubramani, 2018; Tatlı & Ayas, 2011) bahsedilen bu faktörler bu araştırmada da karşımıza çıkmıştır. Araştırma sonuçlarına göre sanal

laboratuvar uygulamaları ve simülasyonların el yapımı aktivitelerle işlenen öğretim sürecine ya da geleneksel düz anlatım öğretim sürecine göre akademik olarak daha etkili olduğu görülmekle birlikte sanal laboratuvarın güvenlik, zaman ve maliyet yönünden daha faydalı olduğu söylenebilir.

Öneriler

Bu çalışmada sanal laboratuvar etkinlikleri ile gerçekleştirilen etkinliklerin el yapımı etkinliklere ve düz anlatım yöntemine göre bilişsel olarak daha etkili olduğu söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan hareketle, öğrencilere fen eğitimi verilirken mümkünse sanal laboratuvar uygulamaları ile yoksa el yapımı aktiviteler ile etkinliklerin kullanımının yaygınlaştırılması gerektiği söylenebilir. Bu nedenle mevcut öğretmenlerin etkileşimli akıllı tahta uygulamaları ve bilgisayar ile gerçekleştirilen 3D uygulamalarını derslerinde kullanmaları teşvik edilmelidir. Ayrıca lisans programlarında öğretmen adaylarına bilgisayar ile hazırlanabilen basit düzeyde uygulamaların (Canva, Construct, Articulate Storyline vb.) kullanımı ile ilgili dersler verilmesi önerilir. Uygulama öncesinde bilgisayar oyunları ile karşılaşmamış öğrencilerin bulunması ihtimaline karşı fareyi ve klavyeyi nasıl kullanmaları gerektiği konusunda bir öğretimin yapılması uygulamaların kullanımını kolaylaştıracaktır.

2D dijital uygulamaların öğrencilerin ilgisini çekse de gelişen teknoloji ile birlikte artık 3D dijital uygulamaların ağırlık kazanması gerektiği önerilir. Yeni neslin çözünürlüğü çok yüksek, grafik tasarımı güzel, daha gerçekçi oyunlarla vaktini geçirdiği düşünüldüğünde öğretmenlerin de 3D sanal laboratuvarlar ile derslerdeki istenilen bilişsel erişilere ulaşma düzeyinin artacağı düşünülmektedir.

Yapılan çalışma kapsamında hazırlanan uygulamalar bilgisayar ortamında öğrenciler ile buluşturulsa da öğrencilerin konuyu defalarca tekrar edebilmeleri için uygulamaların internet ortamına göre hazırlanması önerilir. Bu sonuçla öğrencilerin istedikleri yerde istedikleri zamanda konu tekrarını yapabilmelerinin sağlanması ile anlamlı öğrenme gerçekleştirecekleri düşünülmektedir. Fen bilimleri ve diğer branş öğretmenlerinin derslerinde dijital içeriklerden daha çok faydalanmalarını teşvik etmeye ve kendi içeriklerini geliştirmeye yönelik çalışmaların yürütülmesi tavsiye edilmektedir. Kılıç vd.'lerinin (2015) çalışmasında bahsettiği el yapımı aktivitelerin simülasyonlar ile birlikte kullanılması önerisi bu çalışma da önerilmektedir.

Çıkar Beyanı

Bu çalışmanın yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Destek Beyanı

Çalışma hiçbir kurum veya kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Teşekkür

Bu makalenin yazımında yardımcı olan ve desteğini hiç eksik etmeyen Prof. Dr. Seyit Ahmet Kıray hocama çok teşekkür ederim.

Etik ile İlgili Hususlar

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen

eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Öğrencilerin çalışmalara gönüllük esasına dayanarak katılımları sağlanmıştır. Öğrencilerden ve velilerinden ayrı ayrı onay formu, Hacettepe Üniversitesi (Tablo 10) ve Konya İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden (Tablo 11) çalışma için izin alınmıştır.

Tablo 10. Etik kurul bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı	: Hacettepe Üniversitesi Rektörlüğü Senatosu Etik Komisyonu
Etik değerlendirme kararının tarihi	: 14.03.2022
Etik değerlendirme belgesi sayı numarası	: E-35853172-399-00002085094

Tablo 11. Araştırma izni bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı	: Konya Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzinleri Değerlendirme Komisyonu
Etik değerlendirme kararının tarihi	: 24.12.2021
Etik değerlendirme belgesi sayı numarası	: E-83688308-605.99-39786665

Kaynakça

Agustian, H. Y., & Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: A proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518-532.

Akıllı, H. İ., & Aydoğdu, C. (2018). Planlanmış davranış teorisine göre “Güvenli Laboratuvar Kullanımını Gerçekleştirme Ölçeği” geliştirme çalışması. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 23, 172-197.

Akkağıt, İ. F., & Tekin, A. (2012). Simülasyon tabanlı öğrenmenin ortaöğretim öğrencilerinin temel elektronik ve ölçme dersindeki başarılarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 13(2), 1-12.

Altun, E., Demirdağ, B., Feyzioğlu, B., Ateş, A., & Çobanoğlu, Ş. (2009). Developing an interactive virtual chemistry laboratory enriched with constructivist learning activities for secondary schools. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, (1), 1895-1898.

Aydın, Ş. Z. N. (2018). *Fen bilgisi dersi öğretiminde sanal laboratuvar uygulamasının kullanılması ve değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi.

Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(15), 30-35

Aydoğdu, C., & Pekbay, C. (2016). Sınıf öğretmen adaylarının laboratuvarlarda yaşanan kazaların nedenlerine yönelik görüşleri. *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 103-112.

Aydoğdu, C., & Şener, F. (2016). Fen eğitiminde laboratuvar kullanım tekniğinin ve güvenliğin önemi ve CLP tüzüğüne getirileri üzerine bir araştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 1(1), 39-54.

Aydoğdu, C., & Yardımcı, E. (2013). İlköğretim fen laboratuvarlarında meydana gelen kazalar ve öğretmenlerin geliştirebilecekleri davranış tarzları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(44), 52-60.

Aydoğdu, M., & Kesercioğlu, T. (2005). *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Blake, C., & Scanlon, E. (2007). Reconsidering simulations in science education at a distance: Features of effective use. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(6), 491-502.

Boesdorfer, S. B., & Livermore, R. A. (2018). Secondary school chemistry teacher's current use of laboratory activities and the impact of expense on their laboratory choices. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 135-148.

Bozkurt, E., & Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.

Bretz, S. L. (2019). Evidence for the importance of laboratory courses. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 193-195.

Bucos, M. C., Dragulescu, B., & Ternauciuc, A. (2008). Developing virtual labs at "Politehnica". *Interactive Conference on Computer Aided Learning*. University of Timisoara.

Büyüköztürk, Ş. (2023). *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: PegemA Yayıncılık.

Chen, S. (2010). The view of scientific inquiry conveyed by simulation-based virtual laboratories. *Computers & Education*, 55(3), 1123-1130.

Chopra, I., O'Connor, J., Pancho, R., Chrzanowski, M., & Sandi-Urena, S. (2017). Reform in a general chemistry laboratory: How do students experience change in the instructional approach? *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 113-126.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2003). *Research methods in education*. New York: Routledge Falmer.

Creswell, J. W. (2021). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE publications

Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2020). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Çepni, S. (2010). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (5. Baskı). Trabzon: Yazarın Kendi Yayını

Çepni, S. (Eds.). (2023). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi* (15. Baskı), Pegem Akademi Yayıncılık.

Çinici, A., Özden, M., Akgün, A., Ekici, M., & Yalçın, H. (2013). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin ışık ve ses ünitesiyle ilgili başarıları üzerine etkisinin karşılaştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 92-106.

De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308.

Doiron, J. B. (2009). *Labs not in a lab: A case study of instructor and student perceptions of an online biology lab class*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Capella University, Michigan, USA.

Dolgopolas, V., & Dagienė, V. (2021). Computational thinking: Enhancing STEAM and engineering education, from theory to practice. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 5-11.

Duman, M. Ş., & Avcı, G. (2016). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 13-33.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. & Hyun, H. H. (2018). *How to design and evaluate research in education* (10th Ed.). USA: McGraw-Hill.

George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS Statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.

Hançer, M. G. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının temel laboratuvar fen bilgilerinin ölçülmesine yönelik başarı testi geliştirilmesi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Helvacı, M.A. (2008). A study on examining school administrators' attitudes towards technology (Uşak case). *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 41(1), 115-134.

İdin, Ş., & Aydoğdu, C. (2016). Asit ve bazın tahribatları etkinliğinin laboratuvar kullanım teknikleri açısından incelenmesi üzerine bir uygulama çalışması. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 606-635.

İnce, E.Y. & Kutlu, A. (2014). *Web tabanlı laboratuvarlar. XVI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri. 5 - 7 Şubat 2014*. Mersin Üniversitesi, Isparta.

Jafari, K. K. (2021). *Erken çocukluk dönemindeki çocukların zekâ düzeyleri ve sosyal becerileri ile ailelerin ebeveynlik ve dijital ebeveynlik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi*. [Doktora Tezi]. Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Kaba, A. U. (2012). *Uzaktan fen eğitiminde destek materyal olarak sanal laboratuvar uygulamalarının etkililiği*. [Yüksek lisans tezi]. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

Karagöz, Ö. (2006). *Fizik derslerinde kullanılan farklı sanal laboratuvar programlarının tasarım ve kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesi ve farklı öğretim yöntemleriyle kullanılmaları durumunda öğrenci başarısı üzerindeki etkilerinin incelenmesi*. [Doktora tezi]. Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Kaynar, H. & Kurnaz, A. (2024). The effect of interdisciplinary teaching approach on the creative and critical thinking skills of gifted pupils. *Thinking Skills and Creativity*, 54, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101637>

Kılıç, M. D., Keleş, Ö., & Uzun, N. (2015). Fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar kullanımına yönelik özyeterlik inançları: Laboratuvar uygulamaları programının etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 218-236.

Kıray, S. A., & Şimşek, S. (2021). Determination and evaluation of the science teacher candidates' misconceptions about density by using four-tier diagnostic test. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 935-955.

Kırık, A. (2014). Uzaktan eğitimin tarihsel gelişimi ve Türkiye'de ki durumu. *Marmara İletişim Dergisi*, (21), 73-94.

Koç, Ü. İ. (2019). *Sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının, 5. sınıf fen dersi elektrik ünitesi öğretiminde öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi*. [Yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Korkmaz, S. (2018). *Eğitsel oyun geliştirerek desteklenen fen bilimleri öğretiminin öğrenci tutum ve başarısına etkisi*. [Yüksek lisans tezi]. Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Köseoğlu, F., & Bayır, E. (2012). Sorgulayıcı-Araştırmaya dayalı analitik kimya laboratuvarlarının kimya öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerine, bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamalarına etkileri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(3), 604-626.

Lawson, A. E. (2002). *Science teaching and the development of thinking*. Thomson Learning, CA: Wadsworth.

MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*, Ankara.

Meral, A. (2018). *Web tabanlı sanal fen ve teknoloji laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin başarısına ve motivasyonuna etkisi*. [Yüksek lisans tezi]. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Meral, A., Aktaş, S., Akyüz, H., & Yerlikaya, Z. (2014). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin ders kitabında bulunan etkinlikleri gerçekleştirebilme durumları. *International Computer & Instructional Technologies Symposium (ICITS 2014) Özet Kitabı*. Edirne.

Micheels, W. J., & Karnes, M. R. (1950). *Measuring educational achievement*. Michigan Üniversitesi.

Özdener, N. (2004). Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetişim (simülasyon) kullanımı. *IV. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Sempozyumu: 24-26 Kasım 2004 – Sakarya: Bildiriler* (s.239-343) Sakarya.

Özdener, N. (2005). Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetişim (simulation) kullanımı. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4).

Özdener, N. & Erdoğan, B. (2002). Fen öğretimi amaçlı sanal laboratuvarlarda kullanılmak üzere geliştirilmiş bir simülasyon. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (3), 323-330.

Perienen, A. (2020). Frameworks for ICT integration in mathematics education-A teacher's perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(6), em1845.

Polat, M. (2013). Fen bilimleri eğitimi alanında tamamlanmış yüksek lisans tezleri üzerine bir araştırma: Celal Bayar Üniversitesi Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (35), 46-58.

Punch, K. F., & Etöz, Z. (2020). *Sosyal araştırmalara giriş: Nicel ve nitel yaklaşımlar*. Ankara: Siyasal Kitabevi.

Raja R., & Nagasubramani P. C. (2018). Impact of modern technology in education. *Journal of Applied and Advanced Research*, 2018: 3(Suppl.1), S33-S35.

Roblyer, M. D. (2003). *Integrating educational technology in to teaching*, Pearson Education, 74-98, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.

Sarı, U., Pektaş, H. M., Çelik, H., & Kirindi, T. (2019). The effects of virtual and computer based real laboratory applications on the attitude, motivation and graphic interpretation skills of university students. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 27(1), 1-17.

Sarıçam, S. (2019). *Fen bilimleri dersinde sanal gerçeklik uygulamalarının dolaşım sistemi kavramlarının öğretimi üzerine etkisinin incelenmesi*. [Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi, Türkiye.

Saygı, H. (2021). Covid-19 pandemi uzaktan eğitim sürecinde sınıf öğretmenlerinin karşılaştığı sorunlar. *Açık Öğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 109-129.

Scherp, A. (2002). Software development process model and methodology for virtual laboratories. *Proceedings of the 20th IASTED International Multi-Conference 'Applied Informatics' (AI 2002)*, Innsbruck, Austria.

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational research review*, 22, 142-158.

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

Sözbilir, M., Gül, Ş., Okçu, B., Yazıcı, F., Kızılaslan, A., Zorluoğlu, S. L., & Atila, G. (2015). Görme yetersizliği olan öğrencilere yönelik fen eğitimi araştırmalarında eğilimler. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 218-241.

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics*. Boston, MA: Pearson.

Tatlı, Z., & Ayas, A. (2011). Sanal kimya laboratuvarı geliştirilme süreci. *In 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, s.22-24.

Telli, S. G., & Altun, D. (2020). Coronavirüs ve çevrimiçi (online) eğitimin önlenemeyen yükselişi. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-34.

Tepe, M., & Tekbıyık, A. (2019). Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarının deney ve etkinlik güvenliği bakımından değerlendirilmesi. *Millî Eğitim*, 48(1), 223-240.

Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi.

Ünal, İ. K., & Şeker, R. (2020). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi: Elektrik ünitesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 504-543.

Wang, J., & Lu, W. (2003). A web-based environment for virtual laboratory with Corba technology. *International Journal of Computer Processing of Oriental Languages*, 16 (4), 261-274.

Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2005) *Research methods in education* (8th edn.) Boston, MA: Pearson

Yavuz, S., & Akçay, M. (2017). Bilgisayar destekli öğretim ile laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin ders başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 39-48.

Yu, J. Q., Brown, D. J., & Billet, E. E. (2005). Development of a virtual laboratory experiment for biology. *European Journal of Open, Distance and e-learning* (2).1-14.

EXTENDED SUMMARY

Science is a basic branch of science that enables each individual to understand themselves, the events around them, and the world. In science, there are subjects that can be encountered in daily life, as well as abstract subjects that are difficult for students to understand. Laboratory activities are very important for students to learn abstract concepts in a meaningful way by concretizing them. However, it is certain that there are some obstacles to facilitating the teaching processes carried out with handmade activities in a laboratory environment. These obstacles can be listed as crowded classes, physical inadequacies and maintenance costs of tools and equipment, laboratory studies not being made available to students, difficulty in class control in young age groups, difficulties in obtaining materials and equipment, high costs, lack of time, inability to repeat experiments sufficiently, hazardous substances and security problems. Some of these obstacles can be overcome with virtual laboratory applications. In these applications; the absence of any security risk, easy control of students and experiments, and the provision of numerous repetition opportunities are the priorities in choosing this method. With this method, students have the opportunity to repeat the activities many times through trial and error, to perform the activities whenever and wherever they want, to leave them halfway and complete them later. Virtual programs can adjust the difficulty of the experiments according to the level of the users (age, experience or knowledge).

In this study, an experimental study was conducted with 8th grade students using the unequalized pretest-posttest control group model, which is one of the quasi-experimental models. Within the scope of this design, no special effort was made to equalize the groups through unbiased assignment, but care was taken to ensure that the students were of similar quality. The study process was carried out on three separate groups, one experimental (SG) and two control groups (DG-KG) that did not interact with each other. In order to compare the equivalences of the groups, the Cognitive Entry Behavior Test (CIBST) was applied and it was seen that the equivalences of the groups were close to each other. The students who took the course with the program in which 3D virtual laboratory activities were designed constituted the “experimental group”, and those who did not take the course with such an education constituted the “control groups”. Before the experimental application, Access Tests (ET) were applied to both the experimental and control groups. CIBST consisted of 15 multiple-choice questions covering units similar to “Matter and Industry” in the 5th, 6th and 7th grades. ET consists of 27 multiple choice questions covering 9 different outcomes under 4 different topics (Physical and Chemical Changes, Chemical Reactions, Acids and Bases, and Interaction of Matter with Heat).

According to the analysis of the findings related to the pre-test and post-test achievement test scores of the student groups in the study, it was found that achievement scores

differed significantly in all groups ($t_{SG}=18.86$, $t_{DG}=20.78$, $t_{KG}=17.33$, $p<.001$). These findings show that the teaching methods used in the study have a significant effect on increasing achievement scores. While it was seen that the arithmetic mean of SG was the highest in the pre-test application ($\bar{x}=10.14$), DG was second ($\bar{x}=10.10$), and KG was last ($\bar{x}=9.93$). However, there was no significant difference between the groups ($F=.040$, $p>.05$). In the post-test application, the ranking did not change again ($\bar{x}_{SG}=22.86$, $\bar{x}_{DG}=20.76$, $\bar{x}_{KG}=18.13$). In order to determine which of the teaching methods is more effective, since the pre-test results did not differ according to the groups, the one-way ANOVA test was conducted to determine whether the post-test achievement scores differed according to the groups. As a result of the Tamhane T2 test, which was conducted to determine which group caused the difference, it was found that the post-test achievement scores differed in at least one group ($F=18.145$, $p<.001$). Accordingly, from high to low, 3D virtual laboratory application, teaching processes with handmade activities and traditional plain narration method. Accordingly, the effectiveness of the teaching methods was determined to be 3D virtual laboratory application, teaching processes with handmade activities and traditional plain narration method, respectively.

Çinici et al. (2013) stated that virtual laboratory activities were more effective in their study comparing student success. Duman and Avcı (2016) claimed that virtual laboratory applications were more effective in terms of retention as a result of their study. It can be said that the study of Aydoğdu and Şener (2016), who stated that students developed their creativity, used their sense of curiosity, converted the information they acquired into a product or put their theoretical knowledge into practice with laboratory applications, and this study, which stated that abstract concepts were made concrete and were more beneficial in academic terms, are compatible. In addition, the security problems encountered during laboratory use mentioned in the studies of Aydoğdu and Şener (2016) and İdin and Aydoğdu (2016), were not encountered during this study. In this case, it shows that the security concerns mentioned in the study of Tepe and Tekbıyık (2019) can be eliminated by using a virtual laboratory. During the research, the materials and tools used in the experiments carried out in the group where handmade activities were done were not needed in the virtual laboratory and it can be said that it was more economically useful (Bretz, 2019; Chen, 2010; Perienen, 2020).

According to these results, teachers should be encouraged to use interactive smart board applications and 3D applications performed with computers. It is also recommended that teacher candidates be given lessons on the use of simple level applications that can be prepared with computers (Canva, Construct, Articulate Storyline, etc.). Before the application, teaching students how to use the mouse and keyboard will make the use of the applications easier. Considering that the new generation spends their time with very high resolution, beautiful graphic design, and more realistic games, it is thought that teachers will increase their level of reaching the desired cognitive achievements in classes with 3D virtual laboratories.