



**SANAL, UYGULAMALI VE KARMA LABORATUVAR
UYGULAMALARININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN
KAVRAMSAL ANLAMA VE BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE
ETKİSİ**

Kübra Akdoğan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2024

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren yirmi dört (24) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Kübra
Soyadı : Akdoğan
Bölümü : Fen Bilgisi Eğitimi
İmza :
Teslim tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Sanal, Uygulamalı ve Karma Laboratuvar Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi
İngilizce Adı : The Effect of Virtual Hands On and Hybrid Laboratory Environments On The Conceptual Understanding and Science Process Skills Of Middle School Students

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazarın Adı Soyadı : Kübra Akdoğan

İmza :

JÜRİ ONAY SAYFASI

Kübra Akdoğan tarafından hazırlanan “Sanal, Uygulamalı ve Karma Laboratuvar Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Meltem Irmak

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Başkan : Doç. Dr. Elvan İnce Aka

(Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye : Doç. Dr. Hasan Özgür Kapıcı

(Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı, Boğaziçi Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 23/10/2024

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban ÇETİN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında bana rehberlik eden, her aşamada desteklerini esirgemeyen, sabır ve özverisiyle beni yüreklendiren kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Meltem Irmak’a en derin teşekkürlerimi sunmak istiyorum. Kendisi, akademik bilgi birikimi ve titiz yaklaşımıyla bu çalışmaya yeni bir bakış açısı kazandırırken, aynı zamanda beni kendi sınırlarımı zorlamam için teşvik etti. Onun güveni, önerileri ve içten ilgisi sayesinde, bu zorlu süreci daha anlamlı ve değerli kıldım.

Bu çalışmayı değerlendirerek, kıymetli görüş ve önerileriyle bana yol gösteren değerli jüri üyelerim Doç. Dr. Elvan İnce Aka ve Doç. Dr. Hasan Özgür Kapıcı ’ya gönülden teşekkür ederim. Çalışmamın gelişmesine katkı sağlayan, bana farklı perspektifler kazandıran değerli katkıları benim için çok kıymetliydi.

Bu çalışmada yer alarak katkı sunan sevgili öğrencilerime de içten teşekkürlerimi sunuyorum. Araştırma katılımcısı olarak gösterdikleri ilgi ve sabır, bu çalışmanın temel taşlarını oluşturdu. Her birinin desteği, araştırma sürecime güç kattı ve bu yolculuğu daha anlamlı hale getirdi.

Ve son olarak, buralara gelmemde büyük emekleri olan, her zaman yanımda olarak bana inanan ve her adımda desteklerini esirgemeyen canım anneme, babama, kardeşlerime ve yeğenime sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Onların sabrı, sevgisi ve bana verdikleri güven, bu süreçte karşılaştığım zorlukları aşmamda bana güç verdi.

Bu yolculukta yanımda olan herkese en içten teşekkürlerimle...

**SANAL, UYGULAMALI VE KARMA LABORATUVAR
UYGULAMALARININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN
KAVRAMSAL ANLAMA VE BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE
ETKİSİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Kübra Akdoğan

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2024

ÖZ

Bu çalışmanın amacı sanal, uygulamalı ve karma laboratuvar ortamlarının ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin ışığın kırılması konusundaki kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini belirlemektir. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel araştırma modeli kullanılmıştır. Çalışma 2022-2023 yılında MEB'e bağlı bir ortaokuldan gönüllü katılım sağlayan 3 şubeye ayrılmış 54 kişilik 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Her bir sınıf yalnızca uygulamalı laboratuvarı kullanan grup, yalnızca sanal laboratuvarı kullanan grup ve uygulamalı ile sanal laboratuvarı birlikte kullanan gruplardan birine atanmıştır. Veri toplama aracı olarak Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Ölçeği ve Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 26 paket programı kullanılmıştır. Verilerin analizinde parametrik testlerden ANCOVA,

parametrik olmayan testlerden non parametrik ANCOVA ve Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılmıştır. Araştırma sonucuna göre üç farklı laboratuvar (sanal, uygulamalı ve karma) ortamında yapılan öğretim, öğrencilerin kavramsal anlamaları ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkilidir. Ayrıca karma laboratuvarın kullanıldığı grubun bilimsel süreç becerileri, sanal laboratuvarın kullanıldığı gruba göre daha fazla gelişmiştir. Buna karşın öğrencilerin kavramsal anlamalarında gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır.



Anahtar Kelimeler : Sanal Laboratuvar, Uygulamalı Laboratuvar, Karma Laboratuvar,
Kavramsal Anlama, Bilimsel Süreç Becerileri

Sayfa Adedi : xvi+121

Danışman : Dr. Öğretim Üyesi Meltem Irmak

**THE EFFECT OF VIRTUAL, HANDS ON AND HYBRID
LABORATORY ENVIRONMENTS ON THE CONCEPTUAL
UNDERSTANDING AND SCIENCE PROCESS SKILLS
OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS**

(M. S. Thesis)

Kübra Akdoğan

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

November 2024

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the effects of virtual, applied and hybrid laboratory environments on the conceptual understanding and science process skills of 7th grade secondary school students on the refraction of light. Quasi-experimental research model, one of the quantitative research methods, was used in the study. The study was carried out in 2022-2023 with 54 7th grade students from a secondary school affiliated to the Ministry of National Education (MoNE) who voluntarily participated in the study, divided into 3 classes. Each class was assigned to one of the groups, which are using only the hands-on laboratory, the group using only the virtual laboratory, and the group using both the hands-on and virtual laboratories. Refraction of Light Conceptual Understanding Scale and Scientific Process Skills Scale were used as data collection tools. SPSS 26 package programme was used to

analyse the data. ANCOVA from parametric tests, non-parametric ANCOVA and Wilcoxon Signed Ranks test from non-parametric tests were used to analyse the data. According to the results of the study, teaching in three different laboratory environments (virtual, applied and hybrid) is effective in developing students' conceptual understanding and science process skills. In addition, the science process skills of the group in which hybrid laboratory was used developed more than the group in which virtual laboratory was used. However, no significant difference was found between the groups in students' conceptual understanding.



Key Words : Virtual Laboratory, Hands On Laboratory, Hybrid Laboratory, Conceptual Understanding, Science Process Skills

Page Number : xvi+121

Supervisor : Assist Prof. Meltem Irmak

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvi
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	4
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	6
1.3. Sayıtlar.....	7
1.4. Sınırlılıklar.....	7
1.5. Tanımlar	8
BÖLÜM II.....	9
KURAMSAL ÇERÇEVE	9
2.1. Kavramsal Anlama	9

2.2. Bilimsel Süreç Becerileri	10
2.2.1. Temel Süreç Becerileri.....	10
2.2.2. Bütünleşik Süreç Becerileri.....	11
2.3. Uygulamalı Laboratuvar	12
2.3.1. Uygulamalı Laboratuvarın Avantajları.....	13
2.3.2. Uygulamalı Laboratuvarın Dezavantajları	14
2.4. Sanal Laboratuvar	14
2.4.1. Sanal Laboratuvarın Avantajları	15
2.4.2. Sanal Laboratuvarın Dezavantajları	16
2.5. Karma Laboratuvar	16
BÖLÜM III	22
YÖNTEM.....	22
3.1. Araştırmanın Yöntemi.....	22
3.2. Çalışma Grubu	22
3.3. Veri Toplama Araçları	23
3.3.1. Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Ölçeği.....	23
3.3.2. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği.....	25
3.4. Veri Toplama Süreci ve Uygulama	26
3.6. Verilerin Analizi.....	41
BÖLÜM IV	44
BULGULAR VE YORUM	44
4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum	44
4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum	49
BÖLÜM V	54

SONUÇ VE TARTIŞMA.....	54
5.1. Sanal, Uygulamalı ve Karma Laboratuvar Uygulamalarının Kavramsal Anlama Üzerine Etkisine Yönelik Tartışma	54
5.2. Sanal, Uygulamalı ve Karma Laboratuvar Uygulamalarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisine Yönelik Tartışma.....	56
5.3. Öneriler	57
KAYNAKLAR.....	59
EKLER	75
EK-1. Kavramsal Anlama Ölçeği Dereceli Puanlama Anahtarı	76
EK-2. Uygulamalı Laboratuvar Ders Planları.....	87
EK-3. Ders Gözlem Formu.....	107
EK-4. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği	108
EK-5. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Kullanım İzni	112
EK-6. Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Ölçeği	113
EK-7. Gazi Üniversitesi Etik Komisyon İzni.....	119
EK-8. Yozgat İl Milli Eğitim Müdürlüğü İzni	120

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Farklı Laboratuvar Ortamlarının BSB ve Kavramsal Anlamaya Etkisinin Karşılaştırıldığı İlgili Alan Yazın Özeti</i>	20
Tablo 2. <i>%95 Güven Aralıklı Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı Sonuçları</i>	25
Tablo 3. <i>Ders Planı 1: Işığın Kırılması</i>	37
Tablo 4. <i>Ders Planı 2: Işığın Hızı</i>	38
Tablo 5. <i>Ders Planı 3: Tam Yansıma</i>	39
Tablo 6. <i>Ders Planı 4: Farklı Işık Renklerinde Işığın Kırılması</i>	40
Tablo 7. <i>Ders Planı 5: Görünür Derinlik</i>	41
Tablo 8. <i>BSB Ölçeği ve Kavramsal Anlama Ölçeği Normallik Varsayım Değerlerine İlişkin Skewness – Kurtosis Değerleri</i>	42
Tablo 9. <i>“Yöntem” x “Kavram Ön Test” Ortak Testi Sonuçları</i>	46
Tablo 10. <i>Varyansların Homojenliğine Ait Levene Testi Sonuçları</i>	46
Tablo 11. <i>Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Son Test Puanlarının Yönteme Göre Betimsel İstatistikleri</i>	47
Tablo 12. <i>Kavramsal Anlama Ön Testi Puanı Kontrol Altına Alındığında Kavramsal Anlama Ölçeği Son Testi Puanlarının Uygulanan Laboratuvar Yöntemine Göre Sıralı ANCOVA Sonuçları</i>	47
Tablo 13. <i>Laboratuvar Yöntemine Göre Kavramsal Anlama Testi Ön test-Son test Puanları İçin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları</i>	48
Tablo 14. <i>“Yöntem” x “Bsb Ön Test” Ortak Testi Sonuçları</i>	50

Tablo 15. <i>Varyansların Homojenliğine Ait Levene Testi Sonuçları</i>	51
Tablo 16. <i>BSB Son Test Puanlarının Yönteme Göre Betimsel İstatistikleri</i>	51
Tablo 17. <i>BSB Ön Testi Puanına Göre Düzeltilmiş BSB Son Testi Puanlarının Uygulanan Laboratuvar Yöntemine Göre ANCOVA Sonuçları</i>	52
Tablo 18. <i>BSB Ön Testi Puanına Göre Düzeltilmiş BSB Son Testi Puanlarının Uygulanan Laboratuvar Yöntemine Göre Bonferroni Testi Sonuçları</i>	52



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Doğru açıklama ve çizime örnek bir cevap.....	24
Şekil 2. Doğru açıklama ancak yanlış çizime örnek bir cevap	24
Şekil 3. Yanlış açıklamaya örnek bir cevap.....	24
Şekil 4. Veri toplama süreci.....	27
Şekil 5. Uygulamalı laboratuvar ortamında hipotez belirleme aşaması.....	27
Şekil 6. Uygulamalı laboratuvar ortamında değişkenleri belirleme aşaması.....	28
Şekil 7. Uygulamalı laboratuvar ortamında tablo ve grafik oluşturma aşaması.....	28
Şekil 8. Uygulamalı laboratuvar ortamında sonuçları yorumlama aşaması.....	29
Şekil 9. Karma laboratuvar ortamında Phet simülasyonu kullanımı.....	30
Şekil 10. Karma laboratuvar ortamında hipotez belirleme aşaması.....	30
Şekil 11. Karma laboratuvar ortamında değişkenleri belirleme aşaması ve tablo oluşturma aşaması.....	31
Şekil 12. Karma laboratuvar ortamında grafik çizme aşaması.....	31
Şekil 13. Karma laboratuvar ortamında sonuçları yorumlama aşaması.....	32
Şekil 14. Go Lab sanal laboratuvar ortamında derse giriş aşaması.....	32
Şekil 15. Go Lab sanal laboratuvar ortamında hipotez belirleme aşaması.....	33
Şekil 16. Go Lab sanal laboratuvar ortamında Phet simülasyonu kullanımı.....	33
Şekil 17. Go Lab sanal laboratuvar ortamında tablo ve grafik oluşturma aşaması.....	34
Şekil 18. Go Lab sanal laboratuvar ortamında öğrencilerin çizimlerine ait padlet sayfası....	34
Şekil 19. Go Lab sanal laboratuvar ortamında sonuçları yorumlama aşaması.....	35

Şekil 20. “Işığın kırılması kavramsal anlama son test” ve “ön test” değişkenleri için saçılma diyagramı.....	45
Şekil 21. “BSB son test” ve “BSB ön test” değişkenleri için saçılma diyagramı.....	50



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
BSB	Bilimsel Süreç Becerileri
Sd	Serbestlik Derecesi
X	Ortalama
N	Örneklem sayısı
p	Anlamlılık Düzeyi
η	Etki Büyüklüğü

BÖLÜM I

GİRİŞ

Değişen ve gelişen bir dünyaya uyum sağlayabilmek, ancak bilimsel düşünceyle mümkün olduğundan, ülkeler fen eğitimi düzeylerini yükseltmek amacıyla çeşitli stratejiler geliştirmektedir. Fen eğitimi, toplumdaki bireylerin edinmesi gereken temel bilgi, beceri ve tutumların kazandırılmasını hedeflemektedir (Akpınar & Ergin, 2005).

Birbiriyle iç içe olan fen ve teknoloji alanlarındaki değişimler ile birlikte yeni bilgilerin ortaya çıkması eğitim alanında değişime sebep olmaktadır. Tüm bunlar dikkate alındığında ise devletlerin gelişmelerden faydalanabilmeleri ve güçlü bir gelecek kurmaları için, her bireyin fen ve teknoloji okuryazarı birey olarak yetişmeleri gerekmektedir. Bu gerekliliğin gerçekleşmesi için de fen bilimleri dersi anahtar rol oynamaktadır (Artun, A. Günbatar & Günbatar, 2020).

Duban (2010)'a göre fen okuryazarlığı, bireylerin bilimsel kavramları ve olguları temel düzeyde anlayıp yorumlayabilmesi, teknolojik gelişmeleri takip ederek bunları günlük yaşamında etkili bir şekilde kullanabilmesi, aynı zamanda temel fen ilkelerini, yasalarını ve kuramlarını doğru bir şekilde kavrayıp uygulayabilmesi yetisidir. Türkiye Yüzyılı Maarif modeli fen bilimleri dersi öğretim programında bilimsel sorgulama dikkate alınarak, öğrencinin kendisinin bilgiyi araştırmasını ve üretmesini benimseyen araştırma-inceleme

dayalı öğrenme stratejisi ele alınmaktadır. Program, öğrencilerin bilim öğrenme sürecinde merkezde aktif olarak yer almalarına ve öğrencilerin bilimin ışığında araştırma yaparak, keşfederek bilimsel bilgiye ulaşmalarının önemine dikkat çekmektedir (MEB, 2024).

Fen bilimleri dersi, öğrencilere kavramları ezberletmekten ziyade, bu kavramları derinlemesine öğrenmelerini ve eleştirel düşünen, sorgulayan, araştırmacı bireyler olarak gelişmelerini amaçlamaktadır (Okur & Ünal, 2010). Her ne kadar kavramlar günlük yaşam ve yakın çevreyle doğrudan ya da dolaylı olarak bağlantılı olsa da soyut ve karmaşık yapıları, anlaşılmasını güçleştirmektedir (Ayaz, Akdeniz & Çepni, 1994). Fen bilimleri dersinin diğer derslerden ayrılan temel özellikleri, deney ve gözlemler yoluyla öğrencilere olayları keşfetme fırsatı sunması ve bilimsel süreç becerilerini kullanarak bilişsel düşünme yetilerini geliştirmesi olarak öne çıkmaktadır (Taşkın, 2008). Bu bağlamda fen bilimlerinin gözlem ve deney odaklı yaklaşımı, fen öğretiminde laboratuvar yöntemlerinin ön planda olmasını sağlamaktadır.

Bu yöntemlerden biri olan geleneksel (uygulamalı) laboratuvarlar, çok eski zamanlardan bu yana fen öğretiminde kullanılan en yaygın yöntemler arasındadır. Uygulamalı laboratuvar çalışmaları, öğrencilerin hipotez geliştirme, hipotezleri test etme, sonuçlara ulaşma ve bu sonuçları kuramsal bilgilerle ilişkilendirme gibi zihinsel süreçlerde aktif rol oynamalarını sağlar. Ayrıca, deneylerin gerçekleştirilmesi, düzeneklerin kurulması ve ölçümlerin alınması gibi uygulamalı becerileri kullanarak hem bilişsel hem de motor becerilerini geliştirme fırsatı sunar (Başer & Çatoğlu, 2005; Tanel & Tanel, 2010). Ancak geleneksel laboratuvarların bu avantajlarının yanı sıra fiziksel imkansızlıklar gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır.

Eğitim kurumlarında laboratuvarların mevcut durumu değerlendirildiğinde, pek çok açıdan yetersizliklerin bulunduğu görülmektedir. Birçok okulda sınıf sayısının yetersizliği nedeniyle laboratuvarlar sınıf olarak kullanılmakta; ayrıca, sınıf mevcudunun fazla olması ve yoğun müfredat, öğretmenlerin genellikle gösteri yöntemlerini tercih etmelerine yol açmaktadır. Bunların yanı sıra laboratuvarlarda yapılacak bazı deneylerin tehlikeli durumlar

içeriyor olması, deneylerin çok fazla zaman alıyor olması da geleneksel laboratuvar uygulamalarının önemli dezavantajları arasında yer almaktadır (Akgün, 2005; Kaba, 2012; Ürey & Aydın, 2014). Ancak günümüzde, öğrencilerin iyi donanımlı laboratuvarlarda bireysel veya grup çalışmaları yaparak aktif öğrenme sürecine katılmaları hedeflenmektedir (Akgün, 2005; İnce & Kutlu, 2016).

Son yıllarda teknoloji alanındaki hızlı ilerlemeler, eğitim sektöründe de önemli değişikliklere yol açmıştır. Bu sayede, geleneksel laboratuvarların yanı sıra, sanal laboratuvarların kullanımı da okullarda giderek yaygınlaşmaktadır. Sanal laboratuvarlar, gerçek deneyimlerin yaşanmadığı, dokunma duyusuna hitap etmeyen ancak gelişmiş programlar aracılığıyla gerçek deneyimlere yakın simülasyonlar sunan ortamlardır (Ünlü, 2019). Bu laboratuvarlar, öğrencilere her yerde ve her zaman deney yapma olanağı sağlayan, öğretim teknolojileri ve bilgisayar yazılımlarıyla hazırlanan etkileşimli öğrenme ortamlarını ifade eder (Ünlü, 2019). Sanal laboratuvarlar, gerçek hayatta gözlenmesi ve gerçekleştirilmesi uzun süren etkinliklerin daha kısa sürede yapılmasına olanak tanır ve deney sırasında gözden kaçan ayrıntıların sanal ortamda daha detaylı bir şekilde incelenmesini sağlar (Karagöz-Mircik & Saka 2018). Ancak okullardaki fiziksel koşulların yetersizliği (bilgisayar laboratuvarlarının olmayışı), sanal laboratuvar programlarının etkin ve doğru kullanımına yönelik öğretmenlere rehberlik edecek yeterli kaynakların bulunmaması, öğrencilerin el becerilerini geliştirememesi ve deney araçlarını kullanma ve tanıma yeteneklerinin yeterince gelişmemesi, sanal laboratuvarların dezavantajları arasında yer almaktadır (Çökelez, 2015; Mırçık-Karagöz & Saka, 2016; Tüysüz, 2010). Fen öğretiminde kullanılacak laboratuvar yöntemine karar verilirken sanal ve uygulamalı laboratuvarların avantaj ve dezavantajlarının dikkate alınması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, her iki laboratuvar yönteminin avantajlarının bir arada kullanıldığı karma laboratuvar yöntemi fen derslerinde tercih edilebilir.

Fen bilimlerinin doğası gereği her konunun öğretiminde her yöntem uygun olmayabilir. Öğretilen konuya, sınıf düzeyine, öğrencilerin ilgi, istek ve motivasyonlarına vb. göre

seçilen laboratuvar yöntemlerinin etkililiği değişecektir. Bu nedenle farklı laboratuvar yöntemlerinin etkililiğinin araştırılması önemlidir.

Bu çalışmada ışığın kırılması konusuna yönelik sanal, uygulamalı ve karma laboratuvar ortamları kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve kavramsal anlama düzeylerine olan etkileri araştırılmıştır.

1.1.Problem Durumu

Fen bilimleri dersi konuları incelendiğinde genel anlamda konuların günlük hayat ile bağlantılı olduğu, öğrencilerin kendilerinin deneyerek keşfetmelerine ve sonuçlar çıkarmalarına olanak tanıyan nitelikte konular olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu sonuçları çıkarabilmeleri ve günlük yaşam bağlantıları kurabilmeleri için, fen kavramları hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olmaları gerekmekte ve kavram öğretimine yeterli özenin gösterilmesi gerekmektedir. Ancak, fen bilimleri dersi ğretim programı kapsamında yer alan konulardan özellikle fizik konularının öğrenilmesinde öğrencilerin öğrenme güçlüğü yaşadıkları ve kavramları öğrenmekte zorlandıkları literatürde sıkça belirtilmiştir (inici vd., 2013; Pektaş, 2009; Yıldız & Büyükkasap, 2006). Bu nedenle, dersin işlenmesinde en uygun öğrenme stratejileri ve yöntemlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. (Karakuyu, Bilgin & Sürücü, 2013; şahin & Sağlamer Yazgan, 2013).

Kavram ğretimi ve öğrencilere bilimsel süreç becerileri kazandırmada en etkili yöntemlerden birisi laboratuvar yöntemidir. Laboratuvar etkinlikleri, öğrencilere gözlem yapma, sınıflandırma, veri toplama, açıklama ve deney yapma gibi bilimsel süreç becerilerini kazandırmada kritik bir rol oynamaktadır. (Arslan & Zengin, 2016; Karamustafaoğlu, Aydın & zmen, 2006; Lazarowitz & Tamir, 1994; Pickering, 1993). Ayrıca ğrencilerin materyalleri fiziksel olarak kullanmaları pratik laboratuvar becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur (de Jong, Linn & Zacharia, 2013). Materyallere fiziksel olarak dokunmanın bilişsel yükü azaltarak öğrenenin çalışma belleği üzerinde etkili olabileceği ve

bunun daha fazla kavramsal öğrenmeye neden olabileceği düşünülmektedir (Zacharia & Olympiou, 2011). Uygulamalı laboratuvar ortamları bu avantajları nedeniyle genellikle fen derslerinde kullanılmakta ve kabul görmektedir.

Ancak öğretmenlerin uygulamalı laboratuvar ortamına uygun olmayan bir öğretim yöntemini tercih etme, alan bilgisi eksikliği veya laboratuvar ortamından kaynaklanan kısıtlamalar gibi zorluklarla karşılaşmaları mümkündür (Nivalainen vd., 2010). Bunun yanı sıra, bazı fizik konularında gerçekleştirilen deneylerde kullanılan malzemeler, anlatılmak istenen fiziksel olayı yeterince doğru bir şekilde yansıtmayabilir. Bu durum, öğrencilerin bazı olayları deneysel olarak doğrudan gözlemlemekte zorluk yaşamasına neden olabilir (Bozkurt & Sarıkoç, 2008). Bu problemlerin üstesinden gelebilmek için bilgisayar teknolojisinin sağladığı sanal bir laboratuvar ortamı, taşınabilir, güvenli ve zamandan tasarruf sağlayan bir yöntem olarak sunulabilir (de Jong vd., 2013). Sanal laboratuvarlarda öğrenciler, kendilerine sunulan yönergeleri veya deney föylerindeki talimatları izleyerek, gerçek bir laboratuvar ortamında yapabilecekleri deneyleri başarılı bir şekilde uygulayabilmektedirler. Bu tip sanal laboratuvarlar ile fen ve teknoloji alanında yer alan birçok kazanıma uygun deneyler tasarlanabilir (Altinyüzük, 2008). Örneğin, ideal gaz yasası (Darrah vd., 2014), elektrokimya (Hawkins & Phelps, 2013), elektrik (Kapıcı, 2021; Kollöfel & de Jong, 2013; Mannuer vd., 2020; Tumru, 2023; Ulukök vd., 2013; Zacharia & Michael, 2016), ışık ve renkler (Olympiou, Zacharia & de Jong, 2013) veya ısı ve sıcaklık (Olympiou & Zacharia, 2010) gibi kavramlara ait deneyler sanal laboratuvarlarda gerçekleştirilebilir.

Uygulamalı ve sanal laboratuvar ortamlarının ortak özellikleri olmakla birlikte her birinin kendine özgü olanakları da bulunmaktadır. Bu nedenle, her iki laboratuvarın bir arada kullanılması öğrenci başarısı ve kavramsal anlamada daha iyi sonuçlar vermektedir (Kapıcı, 2021). Alan yazında bu görüşü destekleyen çalışmalar da mevcuttur (Kapıcı, 2021; Manunure vd., 2020; Wang & Tseng, 2018; Olympiou & Zacharia, 2012; Zacharia & Anderson, 2003; Zacharia & Michael, 2016).

İlgili alan yazından hareketle, bu çalışma, öğrencilerin kavramsal anlamaları ve bilimsel süreç becerileri üzerinde sanal, uygulamalı ve karma olmak üzere üç farklı laboratuvar uygulamasının etkisini karşılaştırarak, hangi yöntemin daha etkili olduğunu belirlemeyi amaçlamaktadır. İlgili alan yazın incelendiğinde, farklı laboratuvar uygulamalarının öğrenci öğrenmesine etkisi üzerine çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Örneğin, Kapıcı (2021) elektrik ünitesinde farklı laboratuvar yöntemlerinin etkililiğini araştırmıştır. Ancak, ışığın kırılması konusu bağlamında, farklı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlamaları ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini karşılaştıran ve hangi yöntemin daha etkili olduğunu belirleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu araştırmanın problem cümlesi: Işığın kırılması konusunu sanal, uygulamalı ve karma (sanal ve uygulamalı) laboratuvar ortamlarında öğrenen ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin uygulama sonrasında kavramsal anlamalarında farklılıklar var mıdır?

Diğer bir problem cümlesi ise “Işığın kırılması konusunu sanal, uygulamalı ve karma (sanal ve uygulamalı) laboratuvar ortamlarında öğrenen ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin uygulama sonrasında bilimsel süreç becerilerinde farklılıklar var mıdır?”

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Fen bilimleri, gözlem ve deneylere dayalı genellemelere dayanarak yapılandırıldığı için deneysel bilimler olarak sınıflandırılmaktadır. (Bahadır, 2007; Kırpık & Engin, 2009). Bilgi ve becerilerin kazandırılmasında laboratuvar etkinliklerinin kullanılması önemlidir. Geleneksel, sanal ve her iki laboratuvar yönteminin birlikte kullanıldığı karma laboratuvarlar kavram öğretimi ve öğrencilere bilimsel süreç becerileri kazandırılması için kullanılabilecek yöntemlerdir. Öğretilen konuya, zamana, öğrencinin ilgisine göre seçilecek laboratuvar yönteminin etkililiği de değişecektir. Dolayısıyla bu laboratuvar yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmalar fen eğitimi için önem arz etmektedir.

Alan yazın incelendiğinde, genellikle sanal ve geleneksel laboratuvar ortamlarını karşılaştıran araştırmaların yaygın olduğu görülmektedir (Koç Ünal & Şeker, 2020; Çinici vd., 2013; Aydın, 2018). Ancak, bu iki laboratuvar ortamının birleştirildiği karma laboratuvar uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca, mevcut araştırmaların çoğunlukla elektrik ünitesine odaklandığı ve öğrenci başarısı üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Işığın kırılması konusuna yönelik olarak laboratuvar yöntemlerinin kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerini karşılaştıran çalışmaların sınırlı olması, bu araştırmanın alan yazına önemli bir katkı sağlayacağını göstermektedir. Bu çalışma, ışığın kırılması konusundaki kavramsal öğrenme ve bilimsel süreç becerilerine yönelik farklı laboratuvar yaklaşımlarının karşılaştırılmasıyla literatürdeki bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

1.3. Sayıtlar

1. Öğrencilerin ölçme araçlarındaki sorulara verdiği cevapların samimi olduğu varsayılmıştır.
2. Kontrol altına alınamayan istenmedik değişkenler, deney gruplarını aynı düzeyde etkilemiştir.

1.4. Sınırlılıklar

1. Bu araştırma, 2022 -2023 Eğitim- Öğretim yılında İç Anadolu bölgesindeki bir ilçede yer alan MEB’e bağlı bir ortaokulun, 7. sınıfa devam eden öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Sunulan içerik açısından araştırma Fen Bilimleri dersi ışığın madde ile etkileşimi ünitesinin “Işığın Kırılması” konusu kapsamında gerçekleştirilen etkinlik uygulamaları ile sınırlıdır.
3. Bu araştırma 2 hafta ve toplam 6 ders saatiyle sınırlıdır.

4.Sanal laboratuvarda yer alan öğrencilerin sanal laboratuvar uygulamalarına ait deneyimleri olmadığı için yapılan etkinliklerde zorlanmaları bu çalışmanın sınırlılığıdır.

1.5. Tanımlar

Uygulamalı (Geleneksel Laboratuvar): Gerçek laboratuvarlar, materyallerin somut olarak görülebildiği, beş duyu organıyla hissedilebildiği ve gerçek deneylerin gerçekleştirilebildiği alanlardır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2019).

Sanal Laboratuvar: Geleneksel laboratuvar ortamlarının eksikliklerini gidermek için, öğrencilere herhangi bir yerde ve zamanda deney yapma imkânı tanıyan, öğretim teknolojileri ve bilgisayar olanaklarıyla tasarlanmış, öğrenenlerin aktif katılımını teşvik eden etkileşimli öğrenme ortamlarıdır (Kaba, 2014).

Karma Laboratuvar: Sanal ve Geleneksel laboratuvarın bir arada kullanıldığı öğrenme ortamıdır.

Bilimsel Süreç Becerileri: Çepni, Ayaz, Jonhson ve Turgut (1997)'a göre bilimsel süreç becerileri, fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yöntemlerini kazandıran ve öğrencilerin öğrenme sürecinde etkin rol oynamalarını sağlayan temel becerilerdir. Bu beceriler, öğrencilerin kendi öğrenmelerinde sorumluluk üstlenme duygusunu geliştirmelerine ve öğrenmenin kalıcılığını artırmalarına yardımcı olur.

Kavramsal Anlama: Kavramsal anlama, kavramlar arasındaki benzerliklerin, farklılıkların ve ilişkilerin belirlenmesini, bu bilgilerin diğer kavramlara aktarılmasını ve problem çözme süreçlerinde kullanılmasını içeren derinlemesine bir öğrenme biçimi olarak tanımlanmaktadır (Sinan, 2007).

Go Lab: Bu çalışmada kullanılacak sanal laboratuvar uygulamaları bu platformda hazırlanacaktır. Platformda fizik, kimya, biyoloji, astronomi ve matematik bilim dallarına ilişkin çeşitli simülasyonlar ve uygulamalar yer almaktadır.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Tezin bu bölümünde, fen eğitiminde kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri, uygulamalı laboratuvar, karma laboratuvar, sanal laboratuvar ve araştırmanın konusu ile ilgili yapılan önceki araştırmalar yer almaktadır.

2.1. Kavramsal Anlama

Fen bilimleri, insan yaşamının her aşamasında kullanılabilecek temel kavramları içermektedir. Fen eğitiminin ana hedeflerinden biri de öğrencilerin bu kavramları anlamasını sağlayarak, kavramsal anlamasını geliştirmek ve öğrencilere bilişsel beceriler kazandırmaktır (Uysal & Sarıoğlu, 2020).

Kavramsal anlama, bir kavramın, tanımını bilmek, ezbere söylemekten ziyade kavramlar arasındaki benzerlik ve farklılıkları belirleyen ve aralarındaki ilişkileri kurabilen, günlük hayat problemlerini çözmek gibi farklı durumlara aktarabilmeyi sağlayan derinlemesine öğrenmelerdir (Sinan, 2007; Soylu & Aydın, 2006). Kavramsal anlamının sağlanabilmesi için konunun temelini iyi bir şekilde anlaşılması gerekir ancak fen bilimleri dersinde yer alan kavramların çoğunlukla soyut olması içerdiği konuların anlaşılmasını zorlaştırmaktadır (Karapınar, 2023; Özden, 2003). Bu konu ve kavramların öğretiminde kullanılacak öğretim yöntem teknikleri de önem arz etmektedir. Öğrencilerin süreçte aktif rol aldıkları, yaparak

yaşayarak öğrendikleri ortamlarda bulunmaları kavram öğrenme sürecini kolaylaştırmaktadır (Güldal & Doğru, 2018). Fen eğitiminde laboratuvar kullanımı kavramsal anlayışı geliştirmede bilimsel kavramlarla etkileşime girerek aktif öğrenmeyi sağlamaktadır. Yapılan çalışmalar da hem uygulamalı hem sanal laboratuvarların öğrencilerin karmaşık ve soyut kavramların anlaşılmasını önemli ölçüde geliştirebileceğini göstermektedir (Kapıcı & Akçay, 2018; Langheinrich & Bogner, 2015; Olympiou & Zacharia, 2011).

2.2. Bilimsel Süreç Becerileri

Bilimsel süreç becerileri, sınıf ortamında öğrenciyi aktif tutan, öğrenmeyi kolaylaştıran, öğrenmesinden sorumlu olma duygusunu geliştiren, öğrenmenin kalıcılığını artıran becerilerdir (Böyük, Tanık & Saraçoğlu, 2011). Birçok ülkenin öğretim programında olduğu gibi Türkiye’de de fen bilimleri öğretim programında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yer almaktadır (Ertek, Ertek & Güneş, 2013). 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde bilimsel süreç becerilerini kullanabilen bireylerin yetiştirilmesinin amaçlandığı vurgusu yapılmıştır. Programda bilimsel süreç becerileri öğrenme çıktıları; hipotez kurma, iletişim kurma, gözlem yapma, deney yapma, veri toplama ve analiz etme, tahmin etme, sınıflandırma, model oluşturma, değişkenleri belirleme ve kontrol etme olarak belirtilmiştir. Bilimsel süreç becerileri temel beceriler ve bütünleştirilmiş beceriler olarak iki kategoriye ayrılmıştır (Chiappetta vd., 2015; Padilla, 1990; Rezba vd., 1995).

2.2.1. Temel Süreç Becerileri

1. Sınıflandırma: Nesne, varlık veya olayları farklı birçok özelliğine göre gruplandırma işlemidir (Martin, 2003). Sınıflandırma ile karmaşık kavram öğelerini bir düzene koyarak öğrencilerin kavramları anlaması kolaylaşır (Abruscato, 2000).

2. Gözlem Yapma: Nesneleri veya olayları, duyu organlarımızı ve çeşitli araçları kullanarak gerçekleştirdiğimiz incelemelerdir (Dökme, 2005). Gözlemler için beş duyu organının yanı sıra teleskop, mikroskop vb. araçlar da kullanılabilir (Rezba vd., 1995).
3. İletişim Kurma: Düşüncelerin, fikirlerin, araştırma bulgularının açık ve net bir şekilde ifade edebilme becerisidir (Ango, 2002). İletişim bilgilerin paylaşımlarına yardımcı olurken, aynı zamanda grup çalışmaları ve tartışmalar sırasında fikir alışverişini teşvik eder (Çoruhlu vd., 2022; Akben, 2015). İletişim kurulması, temel kavramların daha iyi anlaşılmasına ve bu kavramların aktarılabilmesine olanak sağlar (Bingöl & Ünal, 2019; Demircioğlu & Sezgin Selçuk, 2023).
4. Çıkarım Yapma: Sistematik düşünme sürecinin önemli bileşeni olan bu beceri gözlemlerden elde edilen verilerin analiz edilmesi ve bu verilerden sistematik sonuçların çıkarılması sürecini içermektedir (Çoruhlu vd., 2022; Nacaroğlu & Arslan, 2020).
5. Tahmin Etme: Mevcut verilerin hızlı ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesiyle olaylar veya sonuçlar hakkında öngörülerde bulunma becerisidir (Nacaroğlu & Arslan, 2020; Özkubat & Özmen , 2021).
6. Verileri Kaydetme: Yapılan deney ve gözlemler sonucunda elde edilen verileri grafik, tablo, şekil gibi formlarda kaydetme becerisine denir (Hughes & Wade, 1993). Öğrencilerin deneylerde ortaya çıkan sonuç ve gözlemlerini etkili bir şekilde kaydedebilmeleri, bilimsel düşünme becerilerini ve problemin çözülmesini arttırıcı etkindir (Can & Sağır, 2019; Seydioğlu & Barış, 2021).

2.2.2.Bütünleşik Süreç Becerileri

1. Hipotez Kurma: Gözlemlenen bir olgu veya problem durumu için bilimsel araştırma yoluyla test edilmek üzere geçici genellemeler oluşturma sürecidir. Hipotezler test edilebilir olmalı ve yanlış olması halinde yanlışlığı kanıtlanabilecek şekilde tasarlanmalıdır (Chiappetta vd., 2015; Wellington, 1989).

2. Değişkenleri Belirleme ve Kontrol etme: Bir deneyin sonucunu belirleyecek olan tüm etkenlerin tanımlanarak kontrol edilmesi sürecine denir. Bir hipotezin test edilebilmesi ve deneylerden doğru sonuçlar elde edebilmek için, değişkenlerin belirlenmesi ve kontrol edilmesi gerekir (Rezba vd., 1995; Turgut vd., 1997). Değişkenleri belirleme becerisi, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerinin yanı sıra kavramsal anlayışlarının geliştirilmesine de yardımcı olur (Smith, 2016).
3. Deney Yapma: Hipotezlerin doğruluğunu test etmek ve doğal olayları araştırmak için kontrollü bir laboratuvar ortamında deneyler tasarlayarak bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini/etkilerini incelemek için kullanılan beceridir (Chiappetta vd., 2015; Tan & Temiz, 2003).
4. Verileri Yorumlama: Bilimsel süreç becerileri arasında önemli bir yere sahip olan verileri yorumlama becerisi, grafik, tablo, şekil, çizelge ve benzeri durumdaki verilere dayalı açıklama yapma becerisidir. Elde edilen verilerin yorumlanmasıyla konu hakkında sonuca varılarak sürecin değerlendirmesine katkıda bulunur (Akdeniz, 2006; Çepni, 2014; Zeidan & Jayosi, 2015).
5. Model Oluşturma: Tahminlerde bulunmak, hipotezleri test etmek, bilimsel fikirleri göstermek ve açıklamak için şekiller, nesneler ya da matematiksel formüller oluşturarak karmaşık bir sistem veya sürecin basitleştirilmiş bir versiyonudur (Chiappetta vd., 2015; Çepni, 2014).

2.3. Uygulamalı Laboratuvar

Fen eğitiminde laboratuvarlarda gerçekleştirilen uygulamalı etkinlikler, büyük bir öneme sahiptir. Laboratuvarlar, fen eğitiminin hedef ve kazanımlarını gerçekleştirmek üzere tasarlanmış deneylerin yapıldığı, öğrencilerin araştırma ve sorgulama yapabildikleri, grup çalışmaları yoluyla iş birliği içinde çeşitli zihinsel ve fiziksel öğrenme deneyimlerine sahip oldukları ortamlardır (Ercan, 2019). Fen öğretiminin temel taşı olan uygulamalı laboratuvar deneyimleri, öğrencilere pratik uygulama yoluyla bilimsel kavramlarla doğrudan etkileşim

kurma fırsatı sunar. Araştırmalar, uygulamalı laboratuvarın öğrencilerin deney malzemeleri ile doğrudan etkileşime girerek, sorgulamaya dayalı öğrenmeye katılmalarını sağladığı, bu sayede karmaşık bilimsel prensipleri kavrama yeteneklerinin önemli ölçüde geliştirdiğini göstermektedir (de Jong vd., 2013; Kapıcı vd., 2019; Kontra vd., 2015). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri öğretim programında da laboratuvar kullanımı benimsenmiş olup hem öğrenci hem öğretmenlerde laboratuvar çalışmalarına yönelik olumlu tutumun geliştirilmesi gerektiği, laboratuvar davranışları ve güvenlik önlemleri konuları vurgulanmıştır (MEB, 2024).

2.3.1.Uygulamalı Laboratuvarın Avantajları

Uygulamalı laboratuvarların temel avantajlarından biri, bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesidir. Araştırmalar, uygulamalı laboratuvar çalışmalarının öğrencilerin hipotez kurma, deney tasarlama, veri toplama ve sonuçları analiz etme becerilerini önemli ölçüde geliştirdiğini göstermektedir (Coştu & Bayram, 2021; Penn & Ramnarain, 2019). Uygulamalı laboratuvar ortamları öğrencilere bilim ve teknolojiye gelecekteki kariyerleri için çok önemli olan ölçüm, gözlem ve deney gibi temel teknikleri öğrenme fırsatı sağlar (de Jong vd., 2013; Kapıcı vd., 2019). Uygulamalı laboratuvarlar farklı duyu organlarına hitap ederek anlamlı öğrenmeyi sağlar. Öğrencilerin laboratuvar ortamında gruplar halinde çalışarak iletişim becerilerinin gelişmesi sağlanır (İçelli vd., 2007; Şeker 2011; Taşkın, 2008). Psikomotor ve bilişsel becerilerinin gelişmesine olanak sağlayan uygulamalı laboratuvarlar, öğrencilere problem çözme ve bilimsel çalışma yapma olanağı tanır (İçelli vd., 2007; Şeker 2011; Taşkın, 2008). Problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerde bilime karşı bir merak ve coşku duygusu da geliştirir (Gorghiu & Gorghiu, 2014; Kapıcı vd., 2019).

2.3.2.Uygulamalı Laboratuvarın Dezavantajları

Uygulamalı laboratuvarın birçok avantajının yanı sıra sınırlılıkları da bulunmaktadır. Eğitim kurumlarının birçoğu laboratuvar, malzeme ve ekipmana ve bunları temin edebilecek bütçeye sahip değildir. Bu sınırlama, çok çeşitli deneyler yürütme yeteneğini engelleyebilir (Çam vd., 2018; Mphafudi & Ramaila, 2020). Tehlikeli madde ve ekipmanlar içeren laboratuvar çalışmaları, öğrenci ve eğitimciler için güvenlik endişeleri yaratmaktadır (Amelia, 2024; Sun vd., 2015). Öğrenci sayısının fazla olduğu durumlarda kullanımının zor ve zaman alıcı olması, öğretmenlerin laboratuvar ile ilgili yeterli bilgi ve beceriye sahip olmamaları, sınıf yönetiminin zorluğu gibi durumlar uygulamalı laboratuvarın sınırlılıklarıdır (İçelli vd., 2007; Şeker 2011; Taşkın, 2008).

2.4.Sanal Laboratuvar

Sanal laboratuvarlar, eğitimde uygulama deneyimi sağlamak amacıyla laboratuvar ortamının sanal bir simülasyonunu sunarak, öğrencilerin teorik bilgilerini deney yoluyla pratiğe dönüştürmelerine olanak tanıyan ve gerçek zamanlı simülasyonlar sunan bilgisayara dayalı uygulama ortamları olarak tanımlanmaktadır (Akın & Karaköse, 2003; Woodfield vd., 2005).

Son yıllarda teknolojinin eğitimdeki rolünün artmasıyla birlikte, sanal laboratuvarlar, okullarda geleneksel laboratuvarların yerine geçebilecek alternatifler olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Araştırmalar sanal laboratuvarların, geleneksel uygulamalı laboratuvar deneyimlerini etkili bir şekilde tamamlayabileceğini ve öğrencilere bilimsel kavramların daha derin bir şekilde anlaşılmasını sağlayan deneysel faaliyetlere katılma fırsatları sağlayabileceğini göstermektedir (Antrakusuma vd., 2021; de Jong vd., 2013; Santos & Prudente, 2022).

2.4.1.Sanal Laboratuvarın Avantajları

Sanal laboratuvarların en temel avantajlarından biri, fiziksel bir laboratuvar ortamında gözlemlenmesi zor olabilecek karmaşık bilimsel olguları simüle etme yetenekleridir (de Jong vd., 2013). Özellikle kimyasal reaksiyonlar, radyoloji, elektrik ve termodinamik gibi soyut kavramlar içeren konuları ayrıntılı olarak gözlemlenebilmesini sağlar (Çavaş & Anagün, 2021). Maliyetli, tehlikeli veya uzun süreli deneyler, sanal laboratuvarlarda güvenli bir biçimde uygulanabilmektedir. (Dalgarno vd., 2003; Gershenson vd., 2000; Kamlaskar, 2007). Sanal laboratuvarlar öğrencilerin kısa bir zaman diliminde birden fazla deney yapmalarına olanak tanır ve bunun da öğrencilerin öğrenme deneyimlerini geliştirdiği görülmüştür (de Jong vd., 2013). Yapılan çalışmalar sanal laboratuvarların öğrenmeyi daha dinamik ve keyifli hale getiren etkileşimli unsurları sıklıkla bünyesinde barındırdığı için öğrenci katılımını ve motivasyonunu artırabileceğini göstermiştir (Alhashem, 2023; Bugarso vd., 2021; Vries & May, 2019). Öğrenci katılımını artırmanın yanı sıra, sanal laboratuvarlar öğretmenlere öğrenci öğrenmesi ve ilerlemesini eş zamanlı olarak değerlendirmeleri için fırsat sunar. Sanal laboratuvar etkinliklerinden toplanan veriler, öğretim uygulamalarına bilgi sağlayabilir ve öğrencilerin ek desteğe ihtiyaç duyabilecekleri alanları belirlemeye yardımcı olabilir (Irby vd., 2017; Supeno vd., 2022). Bu geri bildirim döngüsü eğitim sonuçlarını iyileştirmek ve öğrencilerin fen eğitiminde başarılı olması için gerekli olan bilgi ve becerileri geliştirmelerini sağlamak için önemlidir (Aslan Efe, 2023; Hawkins & Phelps, 2013). Gerçek bir laboratuvar ortamındaymış gibi çalışma deneyimi sunan sanal laboratuvarlar, öğrencilerin veri toplama ve analizi gibi temel deneysel becerilerin geliştirirken karmaşık kavramları sağlamlaştırma ve öğrenmelerini sağlar (Gunawan vd., 2019; Mutlu & Acar Şeşen, 2016). Sanal laboratuvarlar deneysel becerilerin yanı sıra temel beceriler olan sosyalleşme ve ekip çalışmasına elverişli işbirlikçi bir ortam sağlamaktadır (Delgado & Villacero, 2022). Öğrenciler deneydeki değişkenleri değiştirebilir, deneyin hızını ayarlayabilir, deneyi istedikleri noktada durdurabilir ya da deneyi dilediği kadar tekrarlayabilmektedirler (Çavaş & Anagün, 2021; Gershenson vd., 2000). Bu sayede

öğrenciler, bireysel hızlarına ve öğrenme ihtiyaçlarına uygun olarak ilerleme fırsatı elde edebilmektedirler (Stieff & Wilensky, 2003).

2.4.2.Sanal Laboratuvarın Dezavantajları

Sanal laboratuvarların birçok avantajı olmasına rağmen geleneksel laboratuvar deneyimlerine kıyasla etkililiği konusunda devam eden tartışmalar vardır. Bazı çalışmalarda, sanal laboratuvarların kavramsal anlayışı geliştirebildiğini, ancak geleneksel laboratuvarlarda geliştirilen uygulamalı becerileri tam olarak kazandıramadığı öne sürülmektedir (Rowe vd., 2017; Supeno vd., 2022). Uygulamalı laboratuvar çalışmalarından kazanılan ve birçok bilimsel disiplin için hayati önem taşıyan dokunsal becerilerin gelişimi, öğrencilerin yalnızca sanal laboratuvarları kullanmaları durumunda tehlikeye girebilir (Nguyen & Keuseman, 2020; Supeno vd., 2022). Deneyler için simülasyonların, üç boyutlu ortamların ve modellerin hazırlanması maliyetli, zaman alıcı ve zordur. (Carnevale, 2003; Çavaş & Anagün, 2021). Aynı zamanda internet erişimi, bilgisayar ve tablet gibi teknolojik imkanlara sahip olmayan öğrenciler sanal laboratuvarlardan yararlanamazlar (Çavaş & Anagün, 2021).

2.5.Karma Laboratuvar

Fen bilimleri dersi doğası gereği, gözlem yapma, araştırma, sorgulama gibi bilimsel becerileri gerektirmekte ve bu becerilerin kazandırılmasında laboratuvar uygulamaları büyük önem taşımaktadır (Ergün & Özdaş, 1997). Uygulamalı laboratuvarın birçok avantajının yanı sıra fiziksel imkansızlıklar, yüksek maliyetler, güvenlik endişeleri gibi sınırlılıklar sanal laboratuvar gibi alternatiflerin araştırılmasına yol açmıştır (Lynch & Ghergulescu, 2017). Sanal laboratuvarlar öğrencilere birçok öğrenme fırsatı sunabilse de uygulamalı laboratuvardan elde edilen dokunsal deneyimlere ait becerilerin kazandırılmasında yetersiz kalmaktadır (Kapıcı vd., 2019; Wolf, 2010). Bu bağlamda

öğrenme sonuçlarını en üst düzeye çıkarmak için hem uygulamalı hem de sanal laboratuvar deneyimlerini içeren dengeli hibrit bir yaklaşım önerilmektedir (de Jong vd., 2014). Uygulamalı ve sanal laboratuvar deneyimlerini birleştirmek, çeşitli öğrenme stillerine hitap eden daha kapsamlı bir öğrenme ortamı yaratabilir. Öğrenciler fiziksel laboratuvarlarda uygulama yapmadan önce sanal simülasyonlarla etkileşime girebilirler (Makransky vd., 2016; Puntambekar vd., 2020). Bu yaklaşım etkili öğrenmenin yanı sıra, öğrencilerin karmaşık kavramları güvenli ve kontrollü bir ortamda keşfetmelerine de olanak tanır (de Jong vd., 2013; Vries & May, 2019). Her iki yöntemin birleşimi ile eğitimciler, öğrencilerin bilgiyi hem sanal hem fiziksel ortamda uygulamasını gözlemleme fırsatı bulurlar. Bu durum öğrenci anlayışı ve performansını daha etkili bir şekilde değerlendirilmesine yardımcı olabilir (Achuthan vd., 2020; Wolf, 2010). Sonuç olarak eğitimcilerin hem uygulamalı hem sanal laboratuvarın güçlü yönlerini birleştiren karma laboratuvar yaklaşımını benimsemeleri öğrenme sonuçlarını artırma noktasında fayda sağlayarak öğrenciler için en kapsamlı eğitim deneyimini sağlayabilir.

2.5. Laboratuvar Uygulamalarının Kavramsal Anlama ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisine Yönelik Araştırmalar

Alan yazında farklı laboratuvar uygulamalarının fen eğitiminde kavramsal anlamaya etkisine yönelik yapılan çalışmalar görülmüştür (Darrah vd. 2014; Farrokhnia & Esmailpour, 2010; Hawkins & Phelps, 2013; Kapıcı, 2021; Kapıcı & Coştu, 2023; Manunure vd., 2020; Olympiou & Zacharia, 2010 ; Olympiou & Zacharia, 2012; Wang & Tseng 2018; Kolçak vd., 2014; Zacharia & Michael, 2016; Zacharia & Anderson 2003). Bu çalışmalardan bazıları (Darrah vd. 2014; Kapıcı, 2021; Olympiou & Zacharia, 2010; Wang & Tseng 2018; Zacharia & Michael, 2016) öğrencilerin kavramsal anlamalarını sanal, uygulamalı ve karma laboratuvar ortamlarında karşılaştırmıştır. Kapıcı (2021) çalışmasında her iki laboratuvarın birlikte kullandığı durumda öğrencilerinin elektrik ünitesindeki kavramsal bilgilerinin sanal laboratuvar kullanan öğrencilere göre daha iyi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Wang ve Tseng

(2018) farklı laboratuvar uygulamalarının ilkökul öğrencilerinin suyun hal değişimine yönelik kavramsal anlamalarına etkisini araştırmışlardır. Laboratuvar ortamlarının kombinasyonunun öğrencilerin kavramsal anlamalarını, sanal ve uygulamalı laboratuvara göre çok daha iyi desteklediğine ulaşmışlardır. Kapıcı (2021) ve Wang ve Tseng (2018) çalışmalarının sonucuna benzer şekilde Zacharia ve Michael (2016) ilkökul öğrencilerinin elektrik devreleri alanındaki kavramları anlamalarının sanal ve fiziksel uygulamalı laboratuvarın harmanlandığı ortamda yalnızca sanal ve yalnızca uygulamalı laboratuvara göre daha fazla geliştirdiğini ortaya koymuştur. Darrah vd. (2014) , Zacharia ve Olympiou (2011)'nın çalışma sonuçları ise bu üç çalışmadan farklılık göstermektedir. Lisans öğrencileri üzerinde yapılan çalışmalarda ideal gaz yasası (Darrah vd., 2014) ve ısı ve sıcaklık (Olympiou & Zacharia, 2010) konularının kavramsal anlamasında sanal, karma ve fiziksel uygulamalı laboratuvarın eşit derecede etkili olduğu görülmüştür.

Olympiou ve Zacharia (2012), Zacharia ve Anderson (2003) ve Manunure vd. (2020) çalışmalarında uygulamalı ve karma laboratuvarları karşılaştırmıştır. Kavramsal anlama üzerine bu üç çalışmanın sonuçları da benzerlik göstermektedir. Mannuer vd. (2020) lise öğrencilerinin doğru akım elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlayışlarını, Zacharia ve Anderson (2003) hizmet içi ve hizmet öncesi fen öğretmenlerinin mekanik, dalgalar, optik ve termal fizik alanlarındaki öğrenmelerini, Olympiou ve Zacharia (2012) ise lisans öğrencilerinin ışık ve renk hakkındaki kavramsal anlayışlarının karma laboratuvarda daha fazla geliştiğini ortaya koymuşlardır.

İlgili alan yazında kavramsal anlama üzerine sanal ve uygulamalı laboratuvarın karşılaştırıldığı çalışmalarda mevcuttur (Hawkins & Phelps, 2013; Kapıcı & Coştu, 2023; Yolaş Kolçak vd., 2014). Yolaş Kolçak vd. (2014) lisans düzeyinde bilgisayar destekli ve laboratuvar destekli fizik eğitiminin kavram yanlışlarını giderme üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında bilgisayar destekli laboratuvarın daha etkili olduğunu ortaya koymuşlar. Benzer şekilde Kapıcı ve Coştu (2023) her iki laboratuvar ortamındaki üstün yetenekli 6. sınıf öğrencilerin kavramsal anlayışının anlamlı şekilde arttığı sanal

laboratuvarda öğrenim gören öğrencilerin uygulamalı laboratuvardaki öğrencilere göre daha iyi performans gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Bu iki çalışmanın sonuçlarından farklı olarak Hawkins ve Phelps (2013), elektrokimya konusunda lisans öğrencilerinin sanal ve uygulamalı laboratuvardaki kavramsal anlamaları arasında bir fark bulamamışlardır.

Alan yazında farklı laboratuvar ortamlarının kullanımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmesine yönelik çalışmalar da mevcuttur (Abdelmoneim vd., 2022; Kapıcı vd., 2019; Kapıcı & Coştu, 2023; Mutlu & Acer Şen, 2016; Penn & Mavuru, 2020; Tumru, 2023; Uluök vd., 2012; Yang & Heh, 2007). Yalnızca uygulamalı ve yalnızca sanal laboratuvarın karşılaştırıldığı çalışmalar (Abdelmoneim vd., 2022; Kapıcı ve Coştu, 2023; Mutlu& Acer Şen, 2016; Yang & Heh, 2007) benzer sonuçlara ulaşarak sanal laboratuvarın bilimsel süreç beceri geliştirmede daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Tumru (2023) çalışmasında 5. sınıf Elektrik ünitesinde sanal ve yüz yüze laboratuvar yöntemlerini kullanmış araştırma sonucunda her iki yönteminde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ulukök vd. (2012) sınıf öğretmeni öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmalarında Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları II dersinde yer alan elektrik deneylerini deney grubunda bilgisayar destekli uygulamalı laboratuvar yaklaşımı(karma) ile kontrol grubunda ise yalnızca fiziksel uygulamalı laboratuvar yaklaşımı ile gerçekleştirmişler. Araştırma sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Kapıcı vd. (2019) ise 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin uygulamalı ve sanal laboratuvarları izole bir şekilde kullanmanın iki farklı kombinasyonla karşılaştırmışlar. Sonuçta uygulamalı ve sanal laboratuvarları izole bir şekilde kullanmak yerine sırayla kullanmanın öğrencilerin sorgulama becerilerini edinmeleri açısından daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Farklı laboratuvar ortamlarının kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin karşılaştırıldığı ilgili alan yazın özetlenerek Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1

Farklı Laboratuvar Ortamlarının BSB ve Kavramsal Anlamaya Etkisinin Karşılaştırıldığı İlgili Alan Yazın Özeti

Referans	Öğrenci Düzeyi	Karşılaştırılan Özellik	Konu alanı	Karşılaştırılan laboratuvar ortamı	Araştırma sonucu
Yolaş Kolçak vd., 2014	Lisans	Kavramsal anlama	Kuvvet ve hareket	Sanal-Uygulamalı	S>U
Kapıcı, 2021	Ortaokul 7. sınıf	Kavramsal anlama	Elektrik	Sanal Uygulamalı Karma	K>S=U
Olympiou & Zacharia, 2010	Lisans	Kavramsal anlama	Isı ve sıcaklık	Sanal Uygulamalı Karma	S=K=U
Olympiou & Zacharia, 2012	Lisans	Kavramsal anlama	Işık ve Renk	Sanal Uygulamalı Karma	K>S=U
Hawkins & Phelps, 2013	Lisans	Kavramsal anlama	Elektrokimya	Sanal-Uygulamalı	S=U
Darrah vd. 2014	Lisans	Kavramsal anlama	İdeal gaz yasası	Sanal Uygulamalı Karma	S=K=U
Zacharia & Michael, 2016	İlkokul	Kavramsal anlama	Elektrik	Sanal Uygulamalı Karma	K>S=U
Zacharia & Anderson ,2003	Fen bilgisi öğretmen ve öğretmen adayları	Kavramsal anlama	Mekanik, optik, dalgalar, termal fizik	Uygulamalı-Karma	K>U
Manunure vd., 2020	Lise	Kavramsal anlama	Doğru akım elektrik devreleri	Uygulamalı-Karma	K>U
Kapıcı & Coştu, 2023	Ortaokul 6. sınıf	Kavramsal anlama	Aynalar ve ışığın kırılması	Sanal-Uygulamalı	S>U
Farrokhnia & Esmailpour, 2010	Lisans	Kavramsal anlama	Doğru akım elektrik devreleri	Sanal Uygulamalı Karma	K>S=U
Wang & Tseng, 2018	İlkokul	Kavramsal anlama	Suyun değişimi	Sanal Uygulamalı Karma	K>S=U

Tumru, 2023	Ortaokul 5. sınıf	Bilimsel süreç becerileri	Elektrik devreleri	Sanal- Uygulamalı	S=U
Abdelmoneim vd., 2022	9. sınıf	Bilimsel süreç becerileri	Kimyasal tepkimeler	Sanal- Uygulamalı	S>U
Kapıcı vd, 2019	7. sınıf	Bilimsel süreç becerileri	Elektrik	Sanal Uygulamalı Karma	K>S=U
Mutlu & Acer Şeşen, 2016	Fen bilgisi öğretmen adayları	Bilimsel süreç becerileri	Kimyasal denge, termokimya, asitler bazlar	Sanal Uygulamalı	S>U
Penn&Mavuru, 2020	Lisans	Bilimsel süreç becerileri	Fotosentez	Sanal Uygulamalı	U>S
Ulukök vd., 2012	Sınıf öğretmen adayları	Bilimsel süreç becerileri	Elektrik	Uygulamalı- karma	K>U
Yang & Heh, 2007	10. sınıf	Bilimsel süreç becerileri	Fizik	Sanal Uygulamalı	S>U
Kapıcı & Coştu, 2023	6. sınıf	Bilimsel süreç becerileri	Aynalar, ışığın kırılması	Sanal- Uygulamalı	S>U

Tablo 1 de yer alan farklı laboratuvar ortamlarının karşılaştırıldığı ilgili alan yazından hareketle laboratuvar yöntemlerinin öğrencilerin kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerilerini geliştirme noktasında farklı sonuçlar verdiği görülmektedir.

Yapılan çalışmaların çoğunlukla lisans öğrencileri ile gerçekleştirildiği, konu alanının ise ağırlıklı olarak elektrik ünitesine odaklanıldığı görülmektedir. Karşılaştırılan laboratuvar ortamlarının ise çoğunlukla sanal ve uygulamalı laboratuvar ortamları olduğu görülmektedir. Işığın kırılması konusunda sanal, uygulamalı ve karma laboratuvar yöntemlerinin etkilerinin karşılaştırıldığı bu çalışma sonuçlarının, konu alanı, seçilen laboratuvar ortamları ve öğrenci düzeyi açısından ilgili alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın yöntemi, çalışma grubu, veri toplama aracı, veri toplama süreci ve uygulama, verilerin analizi hakkında bilgi verilmektedir

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada, nicel araştırma yöntemlerinden “yarı deneysel model” kullanılmıştır. Yarı deneysel model, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkilerini test ederek, deneysel işlem sonrasında elde edilen bulguların yorumlanmasına olanak tanır (Büyüköztürk, 2008; Karasar, 2005). Çalışmanın bağımsız değişkeni kullanılan laboratuvar yöntemi (sanal laboratuvar, uygulamalı laboratuvar ve karma laboratuvar) iken bağımlı değişkenleri ise öğrencilerin kavramsal anlamaları ve bilimsel süreç becerileri şeklindedir.

3.2.Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu 2022-2023 yılında İç Anadolu bölgesinde yer alan bir ilçede MEB’e bağlı bir ortaokuldan gönüllü katılım sağlayan 3 şubeye ayrılmış 54 kişilik 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmanın yapıldığı örneklem, ulaşılması kolay olan uygun örneklem yöntemi ile seçilmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Her bir sınıf, üç farklı gruptan birine atanmıştır. Bu gruplar yalnızca uygulamalı laboratuvarı kullanan grup, yalnızca sanal laboratuvarı kullanan grup ve hem uygulamalı hem de sanal laboratuvarı birlikte kullanan grup şeklindedir. Her üç gruptaki uygulamaları gerçekleştiren araştırmacı öğretmen ise aynı okulda görev yapan ve fen bilimleri derslerini yürüten öğretmendir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada öğrencilerin ışığın kırılması konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrasında “Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Ölçeği” uygulanmıştır. Bu anketi puanlamak için “Dereceli Puanlama Anahtarı” kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini belirlemek amacıyla “Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği (BSB)” kullanılmıştır.

3.3.1. Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Ölçeği

Öğrencilerin ışığın kırılması konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek için Seçer (2015) tarafından geliştirilen, 11 açık uçlu maddeden oluşan ve 0.92 tutarlılık yüzdesine sahip Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Ölçeği kullanılmıştır.

Araştırmada kavramsal anlama ölçeğinden elde edilecek verilerin analizi için nitel veriler nicel verilere dönüştürülmüştür. Nitel verilerin nicel verilere dönüştürülmesinde araştırmacı tarafından oluşturulan Dereceli Puanlama Anahtarı kullanılmıştır (EK-1). Oluşturulan puanlama anahtarı için uzman görüşü alınarak gerekli düzeltmeler yapılmış ve puanlama anahtarı son halini almıştır. Puanlama anahtarında, anlamlı doğru açıklamalar ve uygun çizimin yapıldığı cevaplara 2 puan (Şekil 1), açıklamanın doğru çizimin eksik ya da hatalı olduğu veya çizimin doğru, açıklamanın eksik ya da hatalı olduğu cevaplar 1 puan (Şekil 2),

Işığın kırılması kavramsal anlama ölçeği uygulama öncesi ve sonrası ön test son test olarak toplam 54 öğrenciye uygulanmıştır. Ölçek puanlama anahtarına göre araştırmacı tarafından puanlanmıştır. Puanlayıcı güvenilirliğini sağlamak için ön test ve son testlerden karışık tüm verinin %20 sini içeren 22 adet anket başka bir fen bilgisi öğretmeni tarafından puanlanmıştır. SPSS 26 paket programı kullanılarak %95 güven aralıklı sınıf içi korelasyon katsayısı hesaplanmıştır (Tablo 2). Elde edilen puanlar için sınıf içi korelasyon katsayısı 0.996 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan korelasyon katsayısının 0.70 ten büyük olması dereceli puanlama anahtarının puanlama bakımından güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 2

%95 Güven Aralıklı Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı Sonuçları

	Sınıflar arası korelasyon	%95 güven aralığı		F testi gerçek değeri 0			
		Alt sınır	Üst sınır	Değer	sd1	sd2	Anlamlılık Düzeyi (p)
Tekli Ölçümler	.990	.954	.996	258.256	21	21	.000
Ortalama Ölçümler	.995	.981	.998	258.256	21	21	.000

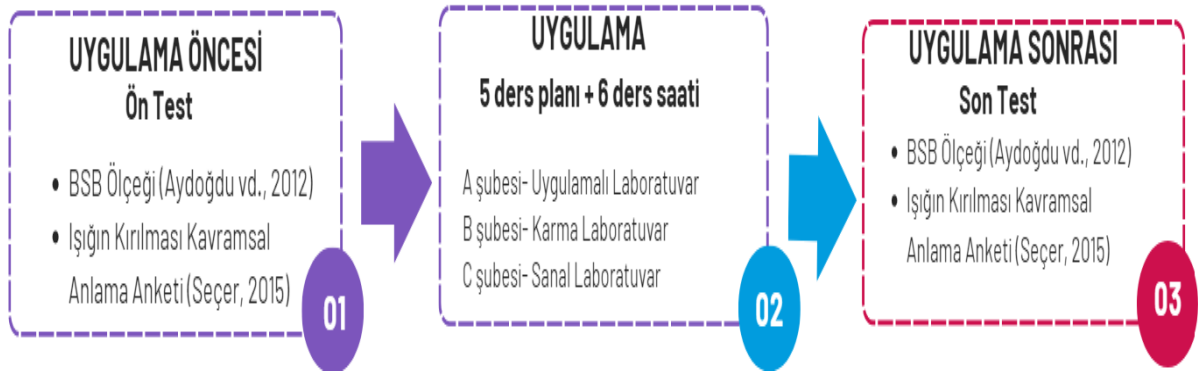
3.3.2. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği

Araştırmada öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası bilimsel süreç becerilerini belirlemek amacıyla Aydoğdu, Tatar, Yıldız ve Buldur (2012) tarafından geliştirilen “İlköğretim Öğrencilerine Yönelik Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek temel ve üst düzey becerilerden gözlem yapma (2 madde), sınıflama yapma (2 madde), uzay/zaman ilişkilerini kullanma (2 madde), tahmin yapma (1 madde), çıkarım yapma (2 madde), problem belirleme (2 madde), hipotez kurma (4 madde), değişkenleri belirleme ve kontrol etme (5 madde), deney yapma (5 madde) ve verileri yorumlama (2 madde) becerilerine yönelik 27 adet çoktan seçmeli maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek için KR-20 güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. Bir test maddesine verilen cevaplar 1

(doğru) ve 0 (yanlış) ile puanlandığında KR-20 güvenirlik katsayısı hesaplanır, testin KR 20 güvenirlik katsayısı yüksek bulunmuş ise, bu testteki maddelerin aynı yeterliği ölçtüğü anlamına gelir (Büyüköztürk, 2013). Bu çalışmada BSB ölçeği test maddelerine verilen doğru cevaplar için 1, yanlış cevaplar için 0 puan verilerek toplam puanlar üzerinden analiz yapılmıştır. Ölçeğin KR-20 güvenirlik katsayısının 0.84 olduğu bilinmekle birlikte (Aydoğdu vd., 2012), bu çalışmada ise KR-20 güvenirlik katsayısı benzer şekilde 0.84 olarak bulunmuştur. Bu değerlerin sınır olarak belirlenen .70'ten büyük olması sebebiyle ölçeğin güvenilir olduğu söylenebilir (Büyüköztürk, 2020).

3.4. Veri Toplama Süreci ve Uygulama

Araştırmanın öncesinde 3 farklı sınıfta yer alan 54 öğrenciye ışıkla ilgili kavramsal anlama anketi ve bilimsel süreç becerileri ölçeği ön test olarak uygulanmıştır. Araştırmacı tarafından ışığın kırılması, ışığın hızı, tam yansıma, ışığın rengi ve görünür derinlik konularında uygulamalı laboratuvar ortamına yönelik 5 ders planı (EK-2) oluşturulmuştur. Bu ders planları sanal laboratuvar ve karma laboratuvar ortamlarına içerik aynı, kullanılan araçlar farklı olacak şekilde entegre edilmiştir. Sınıflardan A şubesi etkinlikleri uygulamalı laboratuvar ortamında, B şubesi karma laboratuvar ortamında, C şubesi ise sanal laboratuvar ortamında öğrenci merkezli araştırma sorgulama yöntemine uygun olarak gerçekleştirmişlerdir. Öğrenciler laboratuvar ortamlarında 3-4 kişilik gruplar halinde çalışmış, araştırmacı öğretmen ise bu süreçte öğrencilere rehberlik etmiştir. Veri toplama sürecine ait şema Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Veri toplama süreci

Uygulamalı laboratuvar yöntemi kullanılan sınıfta öğrenciler gerçek deney malzemeleri ile deneyleri gerçekleştirmiş verileri kaydetme sürecini (araştırma sorusu oluşturma, hipotez kurma, değişkenleri belirleme, tablo ve grafik oluşturma, sonuç ve yorumlama vb.) ise geleneksel yolla, öncesinde oluşturulan çalışma kağıtlarına yazarak kayıt altına almışlardır. Uygulamalı laboratuvar ortamını kullanan öğrencilerin çalışma kağıtlarına ait örneklerle aşağıdaki şekillerde yer verilmiştir.

HİPOTEZ BELİRLEME:

Yukarıda verilen araştırma sorusu ile ilgili düşüncenizi belirten bir hipotez(ler) yazınız. Aşağıdaki kavramlar size yardımcı olabilmesi için verilmiştir.

- Işığın gelme açısı değişirse
- Kırılma açısı değişir
- Kırılma açısı değişmez

Hipotez(ler)inizi aşağıdaki kutucuğa yazabilirsiniz.

Işığın gelme açısı değişirse kırılma açısı değişir.

DEĞİŞKENLERİ BELİRLEME: Hipotez(ler)inizi test edebilmek için araştırma sorusuna uygun deney değişkenlerini yazınız.

Şekil 5. Uygulamalı laboratuvar ortamında hipotez belirleme aşaması

DEĞİŞKENLERİ BELİRLEME: Hipotez(ler)inizi test edebilmek için araştırma sorusuna uygun deney değişkenlerini yazınız.

Bağımsız Değişken: Işığın gelme açısı
Bağımlı Değişken: Işığın kırılma açısı
Kontrol Değişkeni: Ortamlar (hava - cam)

Araç Gereçler:

- Optik Daire
- Prizma
- Lazer ışık

VERİ TOPLAMA

Deneyin Yapılışı:

- 1) Bir ışık prizmasını optik dairenin üzerine yerleştirin.

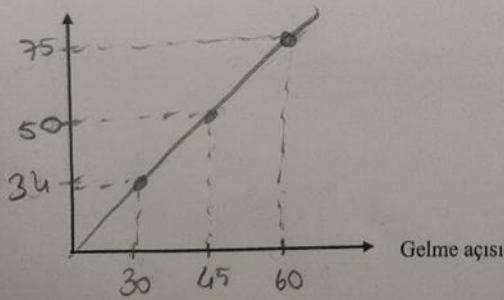
Şekil 6. Uygulamalı laboratuvar ortamında değişkenleri belirleme aşaması

- 3) Bir önceki aşamada Işık ışınlarını hava ortamından cam ortamına 30, 45, 60 ve 90 derecelik gelme açıları ile göndererek "kırılma açısı" değerlerini bulmuştunuz. Şimdi ise aynı işlemi cam ortamından hava ortamına lazer ışınlarını 30, 45, 60 ve 90 derecelik gelme açıları ile göndererek tekrar ediniz. Elde ettiğiniz açı değerlerini aşağıda verilen tabloya kaydediniz.

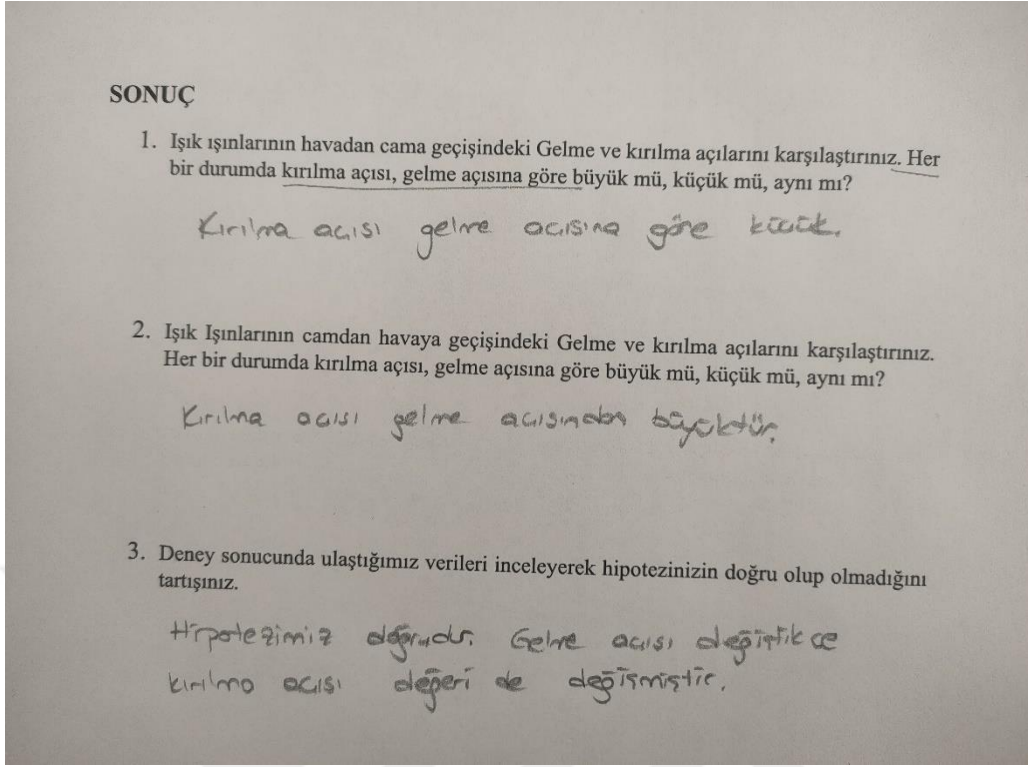
Gelme Açısı	Kırılma Açısı
30	34
45	50
60	75
90	

Yukarıda doldurduğunuz tablodaki verileri kullanarak gelme açısı ile kırılma açısı ilişkisini gösteren bir çizgi grafiği oluşturun.

Kırılma Açısı



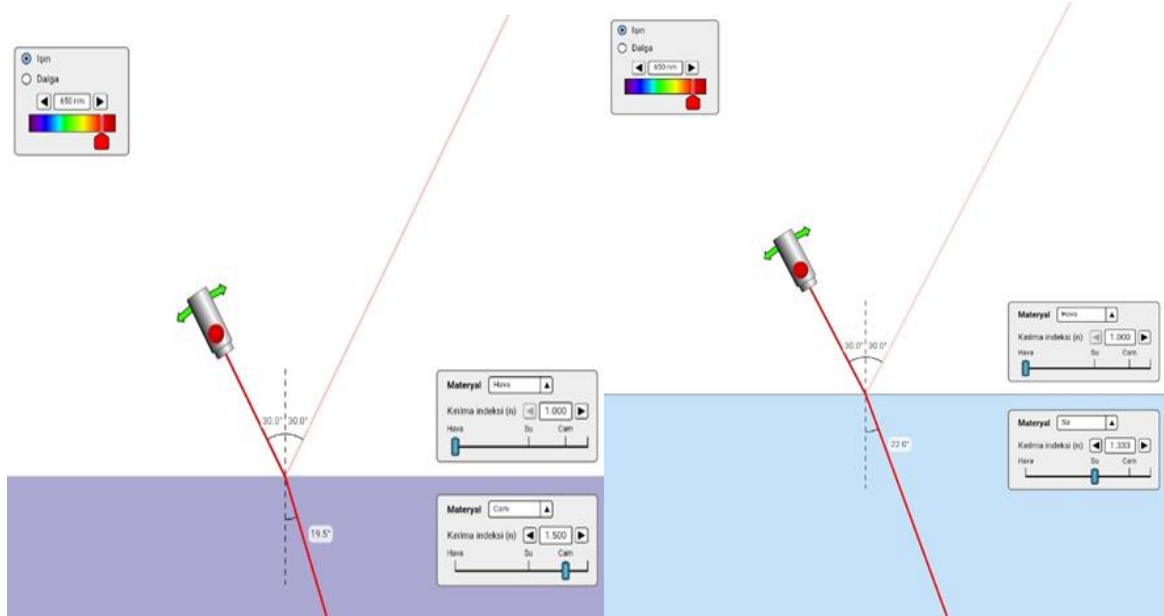
Şekil 7. Uygulamalı laboratuvar ortamında tablo ve grafik oluşturma aşaması



Şekil 8. Uygulamalı laboratuvar ortamında sonuçları yorumlama aşaması

Karma laboratuvar yönteminin kullanıldığı sınıfta ise öğrenciler deneyleri tablet ve telefon kullanarak Phet simülasyonunda yer alan ışığın kırılması simülasyonu ile değişkenleri değiştirerek gerçekleştirmiştir. Deney aşamasında simülasyon kullanmasının sebebi uygulamalı laboratuvar deneylerinin anlatılmak istenen fiziksel olayı yeterince doğru bir şekilde yansıtamadığı durumlarda, öğrencilerin bazı olayları deneysel olarak doğrudan gözlemlemekte zorluk yaşamasına neden olmasıdır (Bozkurt & Sarıkoç, 2008). Örneğin ders planlarında yer alan ışığın hızı değişkenini uygulamalı laboratuvarda öğrenciler doğrudan gözleme imkanı bulamamışlardır. Bu nedenle karma laboratuvarda yer alan etkinliklerin deney aşamalarında gözlem kolaylığı avantajı nedeniyle sanal laboratuvarda yer alan simülasyonlardan yararlanılmıştır. Öğrenciler elde ettikleri verileri kaydetme sürecinde ise uygulamalı laboratuvar yönteminde olduğu gibi çalışma kağıtlarına yazarak kayıt altına almışlardır.

Karma laboratuvar ortamını kullanan öğrencilerin kullandığı simülasyon ve çalışma kağıtlarına ait örneklerle aşağıdaki şekillerde yer verilmiştir.



Şekil 9. Karma laboratuvar ortamında Phet simülasyonu kullanımı

çizilen hayali çizgiye **normal** denir.

- Gelen ışının normal ile arasında yaptığı açıya ise gelme açısı denir.
- Kırılan ışının normal ile arasında yaptığı açıya ise kırılma açısı denir.

ARAŞTIRMA SORUSU: Işık ışınları yoğunluğu farklı ortama geçerse normalle yaptığı açı (kırılma açısı) değişir mi?

HİPOTEZ BELİRLEME:

Yukarıda verilen araştırma sorusu ile ilgili düşüncenizi belirten bir hipotez(ler) yazınız. Aşağıdaki kavramlar size yardımcı olabilmesi için verilmiştir.

- Işık ışınları çok yoğun ortamdan az yoğun ortama girerse
- ışık ışınları az yoğun ortamdan çok yoğun ortama girerse
- normale yaklaşarak ilerler
- normalden uzaklaşarak ilerler.

Hipotez(ler)inizi aşağıdaki kutucuğa yazabilirsiniz.

Işık ışınları çok yoğun ortamdan az yoğun ortama girerse normale yaklaşarak ilerler.

Şekil 10. Karma laboratuvar ortamında hipotez belirleme aşaması

DEĞİŞKENLERİ BELİRLEME : Hipotez(ler)inizi test edebilmek için araştırma sorusuna uygun deney değişkenlerini yazınız.

Bağımsız Değişken: Ortamların yoğunluğu

Bağımlı Değişken: Kırılma açısı

Kontrol Değişkeni: Gelme açısı (30°)

Araç Gereçler:

-Telefon

-Phet Işığın Kırılması Simülasyon Programı

VERİ TOPLAMA

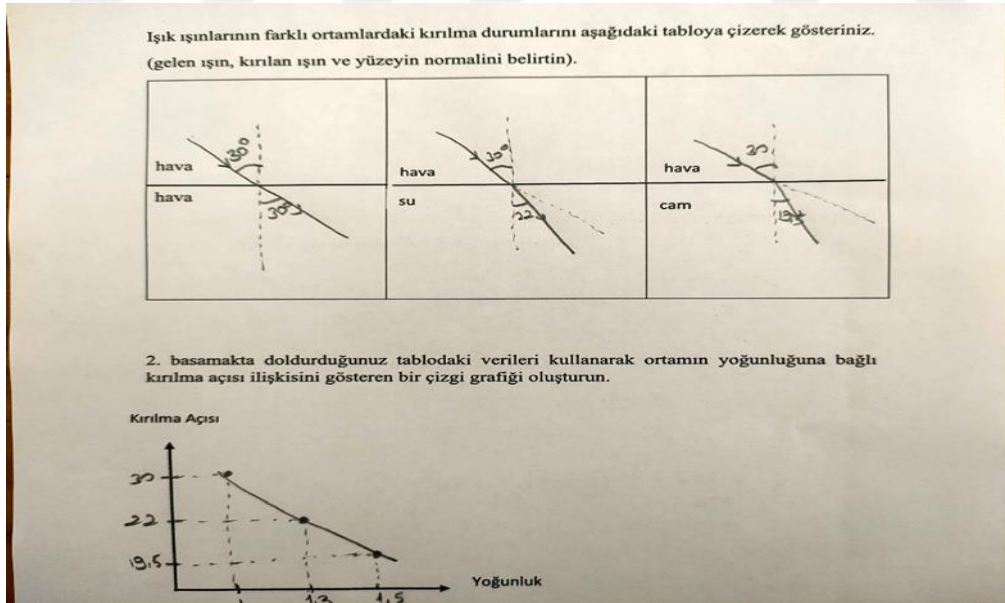
Deneyin Yapılışı:

a. Saydam maddelerin yoğunlukları ile kırılma açısı arasındaki ilişkiyi belirlemek için aşağıda verilen yönergelere uygun şekilde deneyi yapınız.

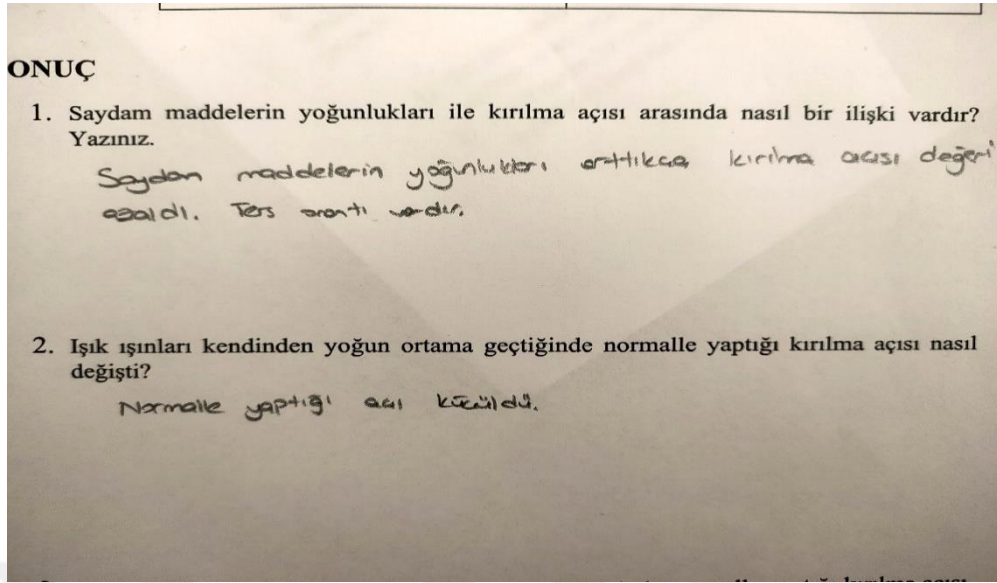
- 1) Phet sitesinde yer alan ışığın kırılması simülasyonunu açınız.
- 2) Aşağıda yer alan ortamlara hava ortamından 30° derece gelme açısıyla ışık ışınlarını gönderiniz ve bu ortamların yoğunluk değerleri ile ortamlardaki kırılma açısı değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Ortamlar	Yoğunluk	Kırılma Açısı
Hava	1	30
Su	1.33	22
Cam	1.50	19.5

Şekil 11. Karma laboratuvar ortamında değişkenleri belirleme aşaması ve tablo oluşturma aşaması



Şekil 12. Karma laboratuvar ortamında grafik çizme aşaması



Şekil 13. Karma laboratuvar ortamında sonuçları yorumlama aşaması

Sanal laboratuvar yönteminin kullanıldığı sınıfta ise öğrenciler hem deney hem verileri kaydetme işlemini tablet ve telefonları yardımıyla Go-Lab isimli sanal laboratuvar uygulamalarıyla öğrenme ortamı oluşturma platformunda araştırmacı tarafından oluşturulan ders planlarında gerçekleştirmişlerdir. Go Lab sanal laboratuvar ortamını kullanan öğrencilerin çalışmalarına ait örneklere aşağıdaki şekillerde yer verilmiştir.



Şekil 14. Go Lab sanal laboratuvar ortamında derse giriş aşaması

Bu aşama ışığın kırılma açısının bağlı olduğu değişkenleri belirlemek için size verilen araştırma sorusuna yönelik geçici çözüm önerilerini yani hipotezleri belirlediğiniz aşamadır.

Aşağıda verilen araştırma sorusuna yönelik hipotezinizi verilen blokları sürükleyerek yazınız.

Araştırma Sorusu : Işık ışınları yoğunluğu farklı ortama geçerse normalle yaptığı açı(kırılma açısı)değişir mi?

Bloklar

Işık az yoğun ortamdan çok yoğun ortama girerse

Işık çok yoğun ortamdan az yoğun bir ortama girerse

Normale yaklaşarak ilerler

Normalden uzaklaşarak ilerler

[Kendi hipotezinizi yazın]

Beklentileri

EĞER

Işık çok yoğun ortamdan az yoğun bir ortama girerse

 SONRA

Normale yaklaşarak ilerler



EĞER

Işık az yoğun ortamdan çok yoğun ortama girerse

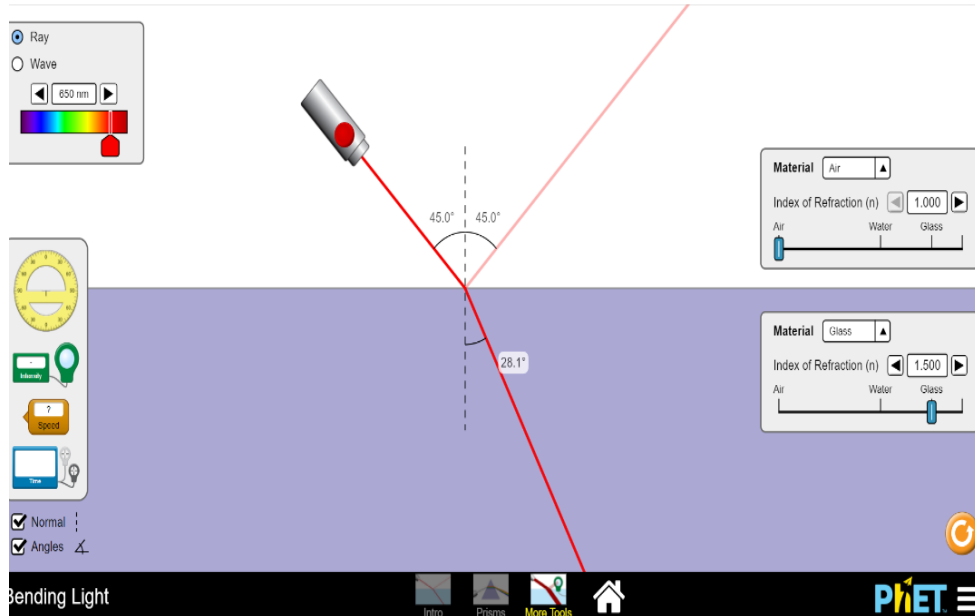
 SONRA

Normalden uzaklaşarak ilerler

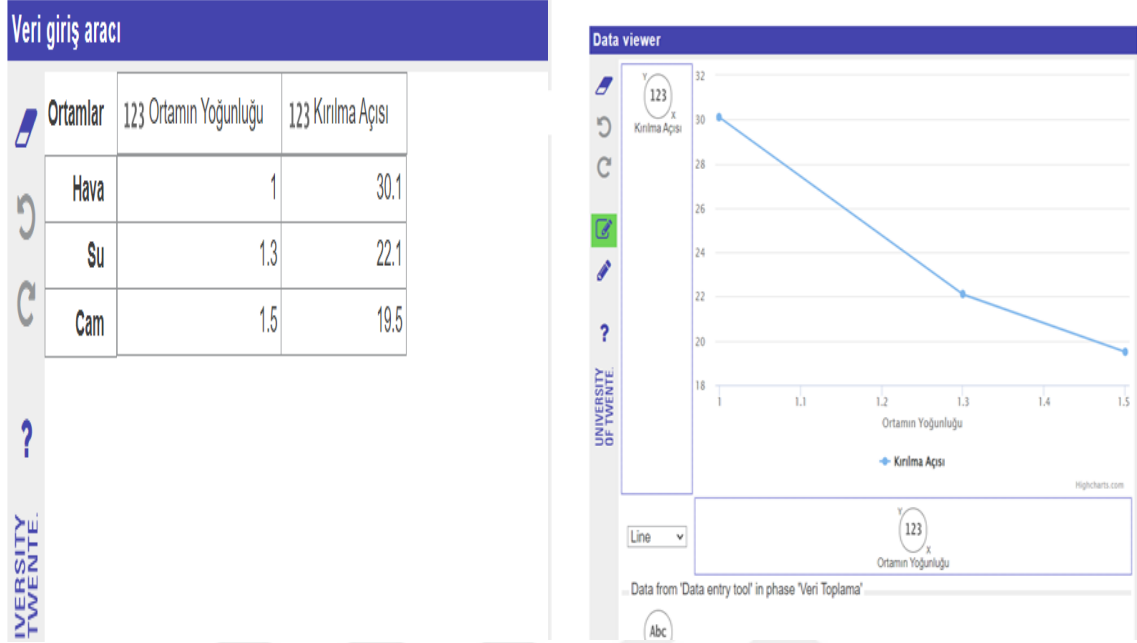


   UNIVERSITY OF TWENTE. 

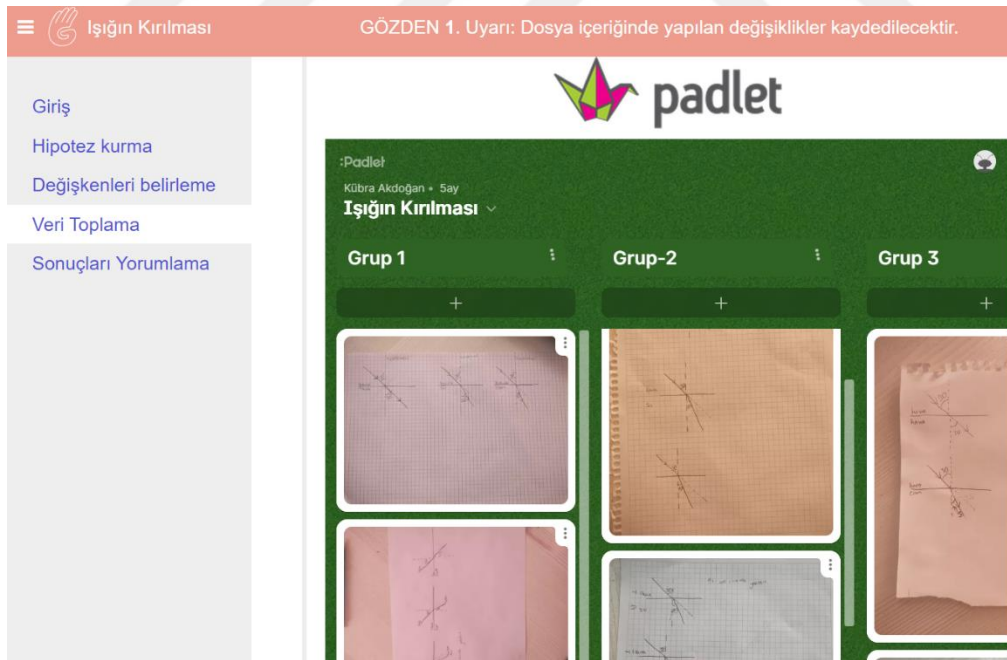
Şekil 15. Go Lab sanal laboratuvar ortamında hipotez belirleme aşaması



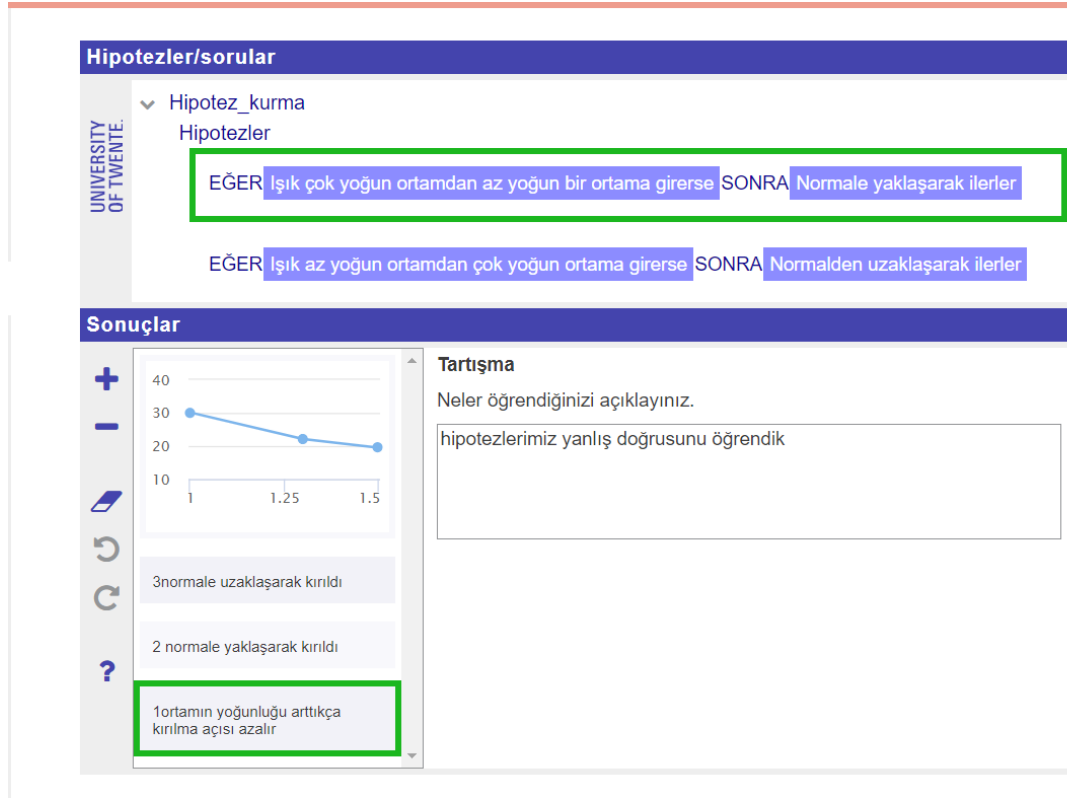
Şekil 16. Go Lab sanal laboratuvar ortamında Phet simülasyonu kullanımı



şekil 17. Go Lab sanal laboratuvar ortamında tablo ve grafik oluşturma aşaması



şekil 18. Go Lab sanal laboratuvar ortamında öğrencilerin çizimlerine ait padlet sayfası



Şekil 19. Go Lab sanal laboratuvar ortamında sonuçları yorumlama aşaması

Sanal laboratuvarı uygulamalı ve karma laboratuvardan ayıran yönü hipotez kurma değişkenleri belirleme, deney yapma, tablo ve grafik oluşturma ve sonuçları yorumlama aşamalarının uygulamalı ve karma laboratuvarında olduğu gibi kâğıt tabanlı değil de Go Lab uygulamasında yer alan araçlar ile sanal ortamda verilerin girilmesinin sağlanmasıdır. Öğrenciler sanal laboratuvarında hipotez kurarken blokları sürükleyip bırak yöntemi kullanmışlardır (Şekil 15). Deney aşamasında ise karma laboratuvarında kullanılan Phet simülasyonunda yer alan Işığın Kırılması simülasyonu kullanılmıştır. Grafik çizme aşamasında değişkenleri X ve Y eksenlerine sürükleyerek otomatik grafik oluşturmuşlardır (Şekil 17). Go Lab içerisinde çizim yapmaya yönelik bir araç olmadığı için öğrencilerin Işığın kırılmasına yönelik çizimleri kâğıt üzerinde çizip çizimlerine ait fotoğrafları ise Padlet sayfasında yayınlamaları tüm grupların sanal ortamda görmesi sağlanmıştır (Şekil 18). Son aşama olan sonuçların yorumlanmasında daha öncesinde oluşturulan grafik ve gözlemlere

ait veriler yardımıyla öğrencilerin hipotezlerinin doğruluğunu tartışmaları sağlanmıştır (Şekil 19).

Deney gruplarında kullanılmak üzere ders planları, araştırmacı tarafından 2018 Fen Bilimleri öğretim programında yer alan “F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.” kazanımına uygun olarak geliştirilmiştir. Her üç laboratuvar ortamında da ders planları içerik olarak aynıdır sadece kullanılan laboratuvar ortamı araçları değiştirilmiştir. Her bir derste kullanılan ders planları Tablo3, Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7’de özetlenmiştir. Derste yapılan etkinliklerin gözlenmesi için araştırmacı tarafından bir gözlem formu (EK-3) oluşturulmuştur. Araştırmacı öğretmen ile aynı okulda bulunan başka bir öğretmen sırasıyla uygulamalı, karma ve sanal laboratuvar ortamında işlenen dersleri gözlemleyerek gözlem formunu doldurmuştur. Böylece uygulamaların belirlenen grubun ders planına uygun olarak gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği teyit edilmiş ve bağımsız değişken doğrulaması yapılması sağlanmıştır. Her bir sınıfta 6 ders saati süren uygulama sonunda ışığın kırılması kavramsal anlama ölçeği ve bilimsel süreç becerileri ölçeği son test olarak deney gruplarına uygulanmıştır.

Tablo 3

Ders Planı 1: Işığın Kırılması

Ders Planı 1	Kullanılan BSB	Uygulamalı laboratuvar	Karma laboratuvar	Sanal laboratuvar
1. Işık ışınları yoğunluğu farklı ortama geçerse normalle yaptığı açı (kırılma açısı) değişir mi? araştırma sorusuna yönelik hipotez ve değişkenleri belirleme	Hipotez kurma Değişkenleri belirleme	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go-Lab hipotez kurma aracı (Hypothesis Scratchpad) Değişkenleri belirme aracı (Input box)
2. Hipotezin test edilmesi	Deney yapma Gözlem yapma	Prizma, su, optik daire, lazer Etkinlik formu	Phet simülasyon (Bending Light) Etkinlik formu	Go-Lab içerisindeki simülasyon (Bending light) Go lab gözlem aracı (Observation Tool)
3. Verilerin toplanması ve Kaydedilmesi	Veri toplama Tablo grafik oluşturma	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go Lab Tablo aracı (Table Tool) Go lab grafik oluşturma aracı (Data Viewer) Go lab çizim paylaşma aracı (Padlet)
4. Sonuç ve Yorumlama	Verileri yorumlama Çıkarım yapma	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go lab tartışma aracı (Conclusion Tool)

Tablo 4

Ders Planı 2: Işığın Hızı

Ders Planı 2	Kullanılan BSB	Uygulamalı laboratuvar	Karma laboratuvar	Sanal laboratuvar
1. Ortamın yoğunluğu değişirse ışığın hızı değişir mi? araştırma sorusuna yönelik hipotez ve değişkenleri belirleme	Hipotez kurma Değişkenleri belirleme	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go-Lab hipotez kurma aracı (<u>Hypothesis Scratchpad</u>) Değişkenleri belirme aracı (<u>Input box</u>)
2. Hipotezin test edilmesi	Deney yapma Gözlem yapma	Oyuncak araba, düz ve yumuşak yüzeyler Etkinlik formu	Phet simülasyon (<u>Bending Light</u>) Etkinlik formu	Go-Lab içerisindeki simülasyon (<u>Bending light</u>) Go lab gözlem aracı (<u>Observation Tool</u>)
3. Verilerin toplanması ve Kaydedilmesi	Veri toplama Tablo grafik oluşturma (karma, sanal)	Sayısal ölçümler yapılmadığı için tablo ve grafik oluşturulmadı.	Etkinlik formu	Go Lab Tablo aracı (<u>Table Tool</u>) Go lab grafik oluşturma aracı (<u>Data Viewer</u>)
4. Sonuç ve Yorumlama	Verileri yorumlama Çıkarım yapma	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go lab tartışma aracı (<u>Conclusion Tool</u>)

Tablo 5

Ders Planı 3: Tam Yansıma

Ders Planı 3	Kullanılan BSB	Uygulamalı laboratuvar	Karma laboratuvar	Sanal laboratuvar
1. Lazer ışını ortam değiştirirken gelme açısını değiştirdiğimizde kırılma açısı değişir mi? Işık her durumda çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçer mi? araştırma sorularına yönelik hipotez kurma ve değişkenleri belirleme	Hipotez kurma Değişkenleri belirleme	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go-Lab hipotez kurma aracı (<u>Hypothesis Scratchpad</u>) Değişkenleri belirme aracı (<u>Input box</u>)
2.Hipotezin test edilmesi	Deney yapma Gözlem yapma	Optik daire Prizma Lazer ışık	Phet simülasyon (<u>Bending Light</u>)	Go-Lab içerisindeki simülasyon (<u>Bending light</u>)
3.Verilerin toplanması ve Kaydedilmesi	Veri toplama Tablo grafik oluşturma	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go Lab tablo aracı (<u>Table Tool</u>) Go lab grafik oluşturma aracı (<u>Data Viewer</u>)
4.Sonuç ve Yorumlama	Verileri yorumlama Çıkarım yapma	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go lab tartışma aracı (<u>Conclusion Tool</u>)

Tablo 6

Ders Planı 4: Farklı Işık Renklerinde Işığın Kırılması

Ders Planı 4	Kullanılan BSB	Uygulamalı laboratuvar	Karma laboratuvar	Sanal laboratuvar
1. Işık ışınlarının rengi değişirse kırılan ışının normalle yaptığı açı değişir mi? araştırma sorusuna yönelik hipotez kurma ve değişkenleri belirleme	Hipotez kurma Değişkenleri belirleme	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go-Lab hipotez kurma aracı (<u>Hypothesis Scratchpad</u>) Değişkenleri belirme aracı (<u>Input box</u>)
2.Hipotezin test edilmesi	Deney yapma Gözlem yapma	Optik daire Prizma Lazer ışık (mavi, kırmızı yeşil)	Phet simülasyon (<u>Bending Light</u>)	Go-Lab içerisindeki simülasyon (<u>Bending light</u>)
3.Verilerin toplanması ve kaydedilmesi	Veri toplama Tablo grafik oluşturma	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go lab tablo aracı (<u>Table Tool</u>) Go lab grafik oluşturma aracı (<u>Data Viewer</u>)
4.Sonuç ve Yorumlama	Verileri yorumlama Çıkarım yapma	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go lab tartışma aracı (<u>Conclusion Tool</u>)

Tablo 7

Ders Planı 5: Görünür Derinlik

Ders Planı 5	Kullanılan BSB	Uygulamalı laboratuvar	Karma laboratuvar	Sanal laboratuvar
1. Işık ışınlarının rengi değişirse kırılan ışının normalle yaptığı açı değişir mi? araştırma sorusuna yönelik hipotez kurma ve değişkenleri belirleme	Hipotez kurma Değişkenleri belirleme	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go-Lab hipotez kurma aracı (<u>Hypothesis Scratchpad</u>) Değişkenleri belirme aracı (<u>Input box</u>)
2.Hipotezin test edilmesi	Deney yapma Gözlem yapma	Bardak Madeni para Su	Video (<u>Görünür Derinlik</u>)	Video (<u>Görünür Derinlik</u>)
3.Verilerin Toplanması ve Kaydedilmesi	Veri toplama ve kaydetme	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go lab gözlem aracı (<u>Observation Tool</u>) Go lab çizim paylaşma aracı (<u>Padlet</u>)
4.Sonuç ve Yorumlama	Verileri yorumlama Çıkarım yapma	Etkinlik formu	Etkinlik formu	Go lab tartışma aracı (<u>Conclusion Tool</u>)

3.6.Verilerin Analizi

Işığın kırılması kavramsal anlama ölçeği ve bilimsel süreç becerileri ölçeğinden elde edilen toplam puanlar SPSS 26 paket programında analiz edilmiştir. Veri setinin parametrik veya non-parametrik yöntemlerden hangisine uygun olduğunu belirlemek amacıyla her iki test için öncelikle normallik varsayımı kontrol edilmiştir. Normallik varsayımını kontrol etmek için her bir ölçme aracının 3 farklı laboratuvar ortamına ait puanlarına ilişkin çarpıklık ve basıklık katsayılarını ifade eden Skewness ve Kurtosis değerlerine bakılmıştır. Kavramsal anlama ölçeği ön test ve son test puanlarına (Tablo 8) ait Skewness ve Kurtosis değerlerinden son test puanının uygulamalı laboratuvar uygulanan grupta +1.5 ve -1.5 arasında yer

almamasından dolayı verilerin normal dağılmadığı söylenebilir. Bu nedenle kavramsal anlama ölçeğinin analizinde parametrik olmayan testler tercih edilmiştir. Bilimsel süreç becerileri ölçeği ön test ve son test puanlarına (Tablo 8) ait Skewness ve Kurtosis değerlerinin tüm gruplarda +1.5 ve -1.5 arasında olması durumunun normalliği karşılması sebebiyle veriler normal dağılım olarak değerlendirilmiştir (Tabachnick & Fidel, 2013). Verilerin normal dağılması sebebiyle bilimsel süreç becerileri testinin analizinde parametrik testler tercih edilmiştir.

Tablo 8

BSB Ölçeği ve Kavramsal Anlama Ölçeği Normallik Varsayım Değerlerine İlişkin Skewness – Kurtosis Değerleri

	Grup	Veri seti	Skewness	Kurtosis
<i>Kavramsal Anlama Ölçeği</i>	Uygulamalı lab.	Ön test	1.291	1.465
		Son test	2.021	4.464
	Karma lab.	Ön test	.154	-1.106
		Son test	1.218	1.077
	Sanal lab.	Ön test	.439	-.818
		Son test	0.933	0.536
<i>BSB Ölçeği</i>	Uygulamalı lab	Ön test	.636	-.310
		Son test	.744	-.734
	Karma lab.	Ön test	.129	-.119
		Son test	-.092	-.984
	Sanal lab.	Ön test	.196	-.952
		Son test	.665	-.1.166

Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki değişiminde uygulanan üç farklı laboratuvar yönteminin etkinliğini karşılaştırmak için gruplar arasında tek yönlü kovaryans analizi (ANCOVA) yapılmıştır. ANCOVA ile etkisi test edilen bir faktörün dışında bağımlı değişken ile ilişkisi bulunan bir değişkenin istatistiksel olarak kontrol altına alınması sağlanır (Büyüköztürk, 2019). Deneysel işlemin etkili olup olmadığına odaklanılan ön test - son test kontrol gruplu bir desende en uygun işlem ön testin ortak değişken olarak kontrol edildiği tek faktörlü ANCOVA'dır (Büyüköztürk, 2019). Hata varyansını azaltarak büyük bir istatistiksel güç sağlaması ve deney başlangıcında gruplar arası farkın olduğu durumlarda

deney yanlılığını azaltması ANCOVA'nın iki temel avantajıdır. Bu çalışmada laboratuvar gruplarının kavramsal anlama ve BSB ön test ortalama puanları istatistiksel olarak farklı değildir. Ancak Büyüköztürk (2019)' a göre ANCOVA, ortak değişken ile bağımlı değişkene ait puanlar arasında doğrusal bir ilişki olması durumunda, başlangıçtaki grup ortalama puanları eşit olması koşulu altında bile kullanılabilen güçlü bir istatistiktir. Araştırmada ortak değişken ile bağımlı değişkene ait puanlar arasında doğrusal bir ilişki (Şekil 20-21) olduğu için ANCOVA tercih edilmiştir. Bağımsız değişken laboratuvar yöntemleri (uygulamalı, karma ve sanal) ve bağımlı değişken BSB son test puanıdır. Öğrencilerin BSB ön test puanları bu analizde ortak değişken olarak kullanılmıştır. Normallik, doğrusallık, varyansların homojenliği, regresyon eğimlerinin homojenliği varsayımlarının ihlal edilmediğinden emin olmak için ön kontroller yapılarak ANCOVA'nın varsayımları sağlanmıştır.

ANCOVA'nın normallik, doğrusallık, varyansların homojenliği, regresyon eğimlerinin homojenliği varsayımlardan bir veya daha fazlasının ihlali ANCOVA sonuçlarının geçerliliğini tehdit edebilir. Bu nedenle, ANCOVA varsayımları karşılanmadığında parametrik olmayan kovaryans analizi kullanılır (Cangür vd., 2018). Öğrencilerin ışığın kırılması konusundaki kavramsal anlamalarındaki değişiminde uygulanan üç farklı laboratuvar yönteminin etkinliğini karşılaştırmak için normallik varsayımı sağlanmadığından parametrik olmayan testlerden non parametrik ANCOVA yapılmıştır. Bağımsız değişken laboratuvar yöntemleri ve bağımlı değişken ışığın kırılması kavramsal anlama son test puanıdır. Öğrencilerin ışığın kırılması kavramsal anlama ön test puanları bu analizde ortak değişken olarak kullanılmıştır. Daha sonra öğrencilerin ön test- son test arasındaki farkı belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi yapılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Işığın kırılması konusunda hazırlanmış uygulamalı, karma ve sanal laboratuvar yöntemleri ile yapılan öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamaları ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, kavramsal anlama ölçeği ve bilimsel süreç becerileri ölçeğine ait veriler analiz edilmiştir. Bu bölümde araştırmanın birinci ve ikinci alt problemine ait bulgulara yer verilmiştir.

4.1.Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

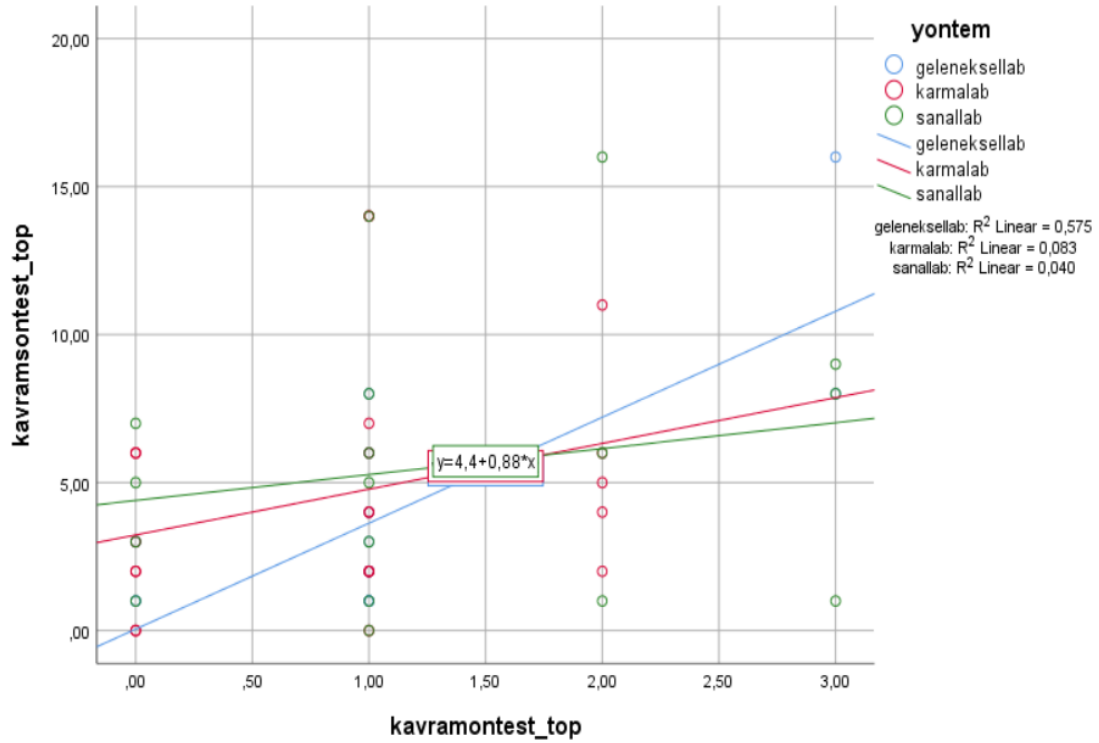
Araştırmanın birinci alt problemi “Işığın kırılması konusunu sanal, uygulamalı ve karma (sanal ve uygulamalı) laboratuvar ortamlarında öğrenen ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin uygulama sonrasında kavramsal anlamalarında farklılıklar var mıdır?” şeklindedir. Farklı laboratuvar yöntemleri uygulanan sınıflarda öğrencilerin ön test puanları kontrol edildiğinde, öğrencilerin ışığın kırılması kavramsal anlama son test puanları arasındaki farkın anlamlılığı için ANCOVA’nın non-parametrik karşılığı olan sıralı ANCOVA yapılmıştır. Analiz öncesinde ANCOVA’ya ait aşağıdaki varsayımlar kontrol edilmiştir.

1. Kovaryantın Ölçümü

Araştırmada kovaryant olarak seçilen ışığın kırılması kavramsal anlama ön test puanları deneysel uygulamalar öncesinde ölçülmüştür.

2. Doğrusallık

Tüm gruplar için ışığın kırılması kavramsal anlama son test puanları ile ön test puanları arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığı kontrol edilmiştir. Işığın kırılması kavramsal anlama ön test ve son test puanlarına ait saçılma diyagramı (Şekil 20) incelendiğinde doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir.



Şekil 20. “Işığın kırılması kavramsal anlama son test” ve “ön test” değişkenleri için saçılma diyagramı

3. Regresyon Eğimlerinin Homojenliği

Regresyon doğrularının eğimlerinin eşitliği için kavramsal anlama son test puanları üzerinde “Kavram ön test” x “yöntemin” ortak etkisinin anlamlı olup olmadığı test edilmiştir. Tablo 9’da grupların ön test puanlarına dayalı son test puanlarının yorumlanmasına ilişkin regresyon eğimlerinin eşitliğini test etmek amacıyla uygulanan ANOVA sonuçları verilmiştir.

Tablo 9

“Yöntem” x “Kavram Ön Test” Ortak Testi Sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Anlamlılık düzeyi (p)
Yöntem*kavram ön test	50.344	2	25.172	1.643	0.204
Hata	735.292	48	15.319		

Tablo 9 incelendiğinde, öğrencilerin kavram son test puanları üzerine “yöntem” x kavram ön test ortak etkisinin anlamsız olduğu görülmektedir, $F(2,48)=1.643$, $p>.05$. Bu bulgu, üç farklı laboratuvar da öğrenim gören öğrencilerin kavram ön test puanlarına dayalı olarak kavram son test puanlarının yordanmasına ilişkin hesaplanan regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğunu gösterir.

4. Varyansların Homojenliği

Varyansların homojenliği varsayımına ilişkin Levene testi sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10

Varyansların Homojenliğine Ait Levene Testi Sonuçları

F	sd1	Sd2	Anlamlılık Düzeyi
0.669	2	51	0.516

Levene testi sonuçlarına göre laboratuvar yöntemlerine ait kavram son test puanlarının varyanslarının istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir, $F(2,51)=0.51$, $p>.05$. Bu bulgu varyansların homojen olduğunu gösterir. ANCOVA’ya ait varsayımlardan normallik varsayımı sağlanmadığı için non parametrik ANCOVA yapılmıştır.

Farklı laboratuvar yöntemleri uygulanan sınıflarda öğrencilerin ön test puanları kontrol edildiğinde, öğrencilerin ışığın kırılması kavramsal anlama son test puanları arasındaki farkın anlamlılığı için yapılan non parametrik ANCOVA analizine ait sonuçlar Tablo 11 ve 12’de verilmiştir.

Tablo 11

Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Ön Test ve Son Test Puanlarının Yönteme Göre Betimsel İstatistikleri

		N	Ortalama (max=24)
Uygulamalı lab.	Ön test	15	1.06
	Son test	15	3.86
Karma lab.	Ön test	22	0.90
	Son test	22	4.63
Sanal lab.	Ön test	17	1.29
	Son test	17	5.52

Tablo 11’de görüldüğü üzere, uygulamalı laboratuvarda öğrenim gören öğrencilerin uygulama öncesi ortalama puanı 1.06 iken uygulama sonrasında 3.86 olmuştur. Karma laboratuvarda öğrenim gören öğrencilerin ön test ortalama puanı 0.90 iken son test ortalama puanları 4.63, sanal laboratuvarda öğrenim gören öğrencilerin aynı ortalama puanları sırasıyla 1.29 ve 5.52 dir. Buna göre üç farklı laboratuvarlarda öğrenim gören öğrencilerin son test puanlarında artış olduğu söylenebilir. Grupların ışığın kırılması kavramsal anlama son testi ortalama puanları arasındaki gözlenen farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan non parametrik ANCOVA sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12

Kavramsal Anlama Ön Testi Puanı Kontrol Altına Alındığında Kavramsal Anlama Ölçeği Son Testi Puanlarının Uygulanan Laboratuvar Yöntemine Göre Sıralı ANCOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi
Yöntem	42.643	2	21.322	.802	.454
Hata	1335.9	51	26.574		
Toplam	1397.9	53			

Analiz sonuçlarına göre, farklı laboratuvar yöntemine göre öğrenim gören öğrencilerin, ışığın kırılması kavramsal anlama anketi ön test puanları kontrol altına alındığı durumda ışığın kırılması kavramsal anlama son testinden aldıkları puanların uygulanan laboratuvar yöntemine göre anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmektedir, $F(2,51)=.802$, $p>.05$. Bu

bulgu uygulanan laboratuvar yöntemlerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını artırmada farklı etkilere sahip olmadığını göstermektedir.

Uygulanan laboratuvar yöntemine göre Işığın kırılması kavramsal anlama testi puanlarına ait ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13

Laboratuvar Yöntemine Göre Kavramsal Anlama Testi Ön test-Son test Puanları İçin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

Uygulamalı lab. Sontest-Öntest	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	0	.00	.00	-2.95*	0.003
Pozitif Sıra	11	6.00	66.00		
Eşit	4				
Karmalab. Sontest-Öntest					
Negatif Sıra	1	2.50	2.50	-3.73*	0.000
Pozitif Sıra	18	10.42	187.5		
Eşit	3				
Sanallab. Sontest-Öntest					
Negatif Sıra	3	2.83	8.50	-3.08*	0.002
Pozitif Sıra	13	9.81	127.5		
Eşit	1				

Analiz sonuçları, öğrencilerin kavramsal anlama testinden aldıkları deney öncesi ve sonrası puanları arasında üç grup için de anlamlı fark olduğunu göstermektedir, $z=-2.95$, $p<.05$, $z=-3.73$, $p<.05$, $z=-3.08$, $p<.05$. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre üç farklı laboratuvar yönteminin de öğrencilerin ışığın kırılması konusundaki kavramsal anlamalarına etkisinin olduğu söylenebilir. Sonuçlara ait $r=z/\sqrt{(N \times 2)}$ formülü kullanılarak etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Uygulamalı laboratuvar için $r=0.53$, karma laboratuvar için $r=0.56$, sanal laboratuvar yöntemi için $r=0.52$ olarak hesaplanmıştır. Cohen (1998)'e göre (.1=küçük .30= orta .50=büyük) değerlendirildiğinde

üç laboratuvar yönteminin de öğrencilerin kavramsal anlamalarında büyük etkisinin olduğu söylenebilir.

4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

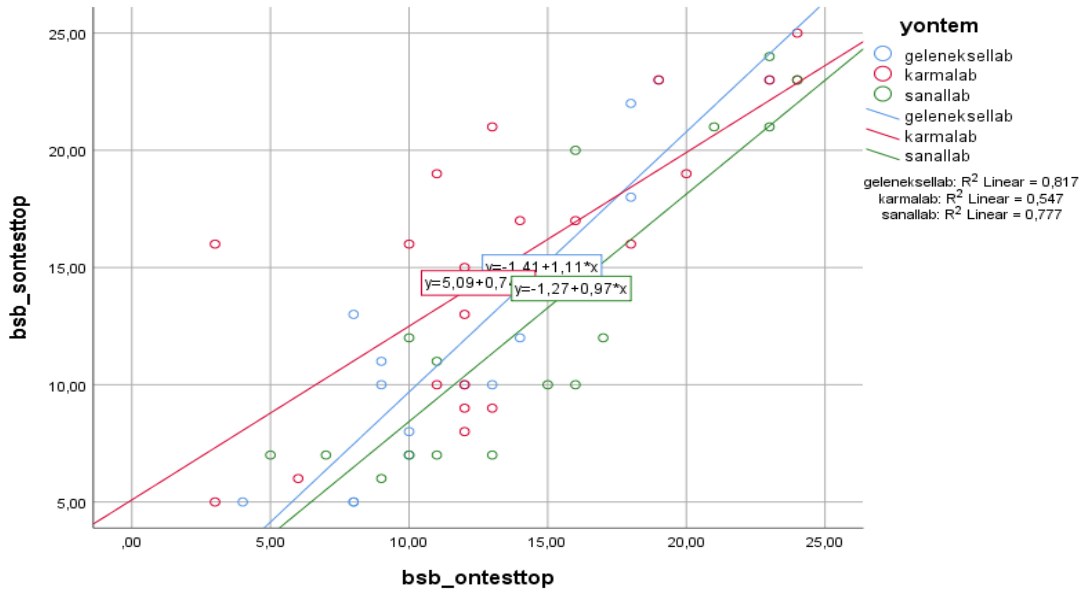
Araştırmanın ikinci alt problemi “Işığın Kırılması konusunu sanal, uygulamalı ve karma (sanal ve uygulamalı) laboratuvar ortamlarında öğrenen ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin uygulama sonrasında bilimsel süreç becerilerinde farklılıklar var mıdır?” şeklindedir. Farklı laboratuvar yöntemleri uygulanan sınıflarda öğrencilerin ön test puanları kontrol edildiğinde, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri son test puanları arasındaki farkın anlamlılığı için ANCOVA yapılmıştır. Analiz öncesinde ANCOVA’ya ait aşağıdaki varsayımlar kontrol edilmiştir.

1. Kovaryantın Ölçümü

Araştırmada kovaryant olarak seçilen BSB ön test puanları deneysel uygulamalar öncesinde ölçülmüştür.

2. Doğrusallık

Tüm gruplar için BSB son test puanları ile BSB ön test puanları arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığı kontrol edilmiştir. BSB ön test ve son test puanlarına ait saçılma diyagramı (Şekil 21) incelendiğinde doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir.



Şekil 21. “BSB son test” ve “BSB ön test” değişkenleri için saçılma diyagramı

3. Regresyon Eğimlerinin Homojenliği

Regresyon doğrularının eğimlerinin eşitliği için BSB son test puanları üzerinde “BSB ön test” x “yöntemin” ortak etkisinin anlamlı olup olmadığı test edilmiştir. Tablo 14’te grupların ön test puanlarına dayalı son test puanlarının yorumlanmasına ilişkin regresyon eğimlerinin eşitliğini test etmek amacıyla uygulanan ANOVA sonuçları verilmiştir.

Tablo 14

“Yöntem” x “Bsb Ön Test” Ortak Testi Sonuçları

Varyansn kaynağı		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	Anlamlılık düzeyi (p)
Yöntem*Bsb ön test		37.841	2	18.921	1.565	0.220
Hata		580.336	48	12.090		

Tablo 14 incelendiğinde, öğrencilerin BSB son test puanları üzerine “yöntem” x BSB ön test ortak etkisinin anlamsız olduğu görülmektedir, $F(2,48) = 1.56$, $p > .05$. Bu bulgu, üç farklı laboratuvarında öğrenim gören öğrencilerin BSB ön test puanlarına dayalı olarak BSB son test puanlarının yordanmasına ilişkin hesaplanan regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğunu gösterir.

4. Varyansların Homojenliği

Varyansların homojenliği varsayımına ilişkin Levene testi sonuçları Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15

Varyansların Homojenliğine Ait Levene Testi Sonuçları

F	sd1	Sd2	Anlamlılık Düzeyi
0.452	2	51	0.639

Levene testi sonuçlarına göre laboratuvar yöntemlerine ait BSB son test puanlarının varyanslarının istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir, $F(2,51)=0.45$, $p>.05$. Bu bulgu varyansların homojen olduğunu gösterir. Bu bulgularla birlikte, ANCOVA' ya ait bütün varsayımların sağlandığı görülmektedir.

Farklı laboratuvar yöntemleri uygulanan sınıflarda öğrencilerin ön test puanları kontrol edildiğinde, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri son test puanları arasındaki farkın anlamlılığı için ANCOVA yapılmıştır ve analize ait sonuçlar Tablo 16 ve Tablo 17' de verilmiştir.

Tablo 16

BSB Son Test Puanlarının Yönteme Göre Betimsel İstatistikleri

Yöntem	N	Ortalama (max=24)	Düzeltilmiş Ortalama (max=27)
Uygulamalılab	15	12.13	13.35
Karmalab	22	15.22	15.11
Sanallab	17	12.88	11.95

Öğrencilerin BSB ön testi puanlarına göre düzeltilmiş BSB son testi puanları Tablo 16'da verilmiştir. Buna göre BSB son testi puanları uygulamalı laboratuvar da öğrenim gören öğrenciler için 12.13; karma laboratuvar da öğrenim göre öğrenciler için 15.22; sanal laboratuvar da öğrenim gören öğrenciler için 12.88 olarak hesaplanmıştır. Ancak grupların BSB ön test puanları kontrol edildiğinde BSB son testi puanlarında değişimler olduğu görülmektedir. BSB son testi düzeltilmiş ortalama puanları uygulamalı laboratuvar için 13.35; karma laboratuvar için 15.11 ve sanal laboratuvar için 11.95 olduğu görülmektedir.

Düzeltilmiş BSB son testi puanları yüksekten düşüğe doğru sıraya konulursa, en yüksek BSB son test puanının karma laboratuvarda öğrenim görenlerde olduğu, bunu sırasıyla uygulamalı laboratuvar ve sanal laboratuvarda öğrenim gören öğrencilerin izlediği ifade edilebilir. Grupların düzeltilmiş BSB son testi ortalama puanları arasındaki gözlenen farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 17’ de verilmiştir.

Tablo 17

BSB Ön Testi Puanına Göre Düzeltilmiş BSB Son Testi Puanlarının Uygulanan Laboratuvar Yöntemine Göre ANCOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi(p)	Kısmi η^2
Bsb_Öntest_top.	1339.184	1	1339.184	108.317	.000	.684
Yöntem	97.242	2	48.621	3.933	.026	.136
Hata	618.178	50	12.364			
Toplam	2056.593	53				

ANCOVA sonuçlarına göre, farklı laboratuvar yöntemine göre öğrenim gören öğrencilerin BSB ön test puanına göre düzeltilmiş BSB son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu bulunmuştur, $F(2,50) = 3.933$, $P < .05$, Kısmi $\eta^2 = 0.136$ (Orta etki büyüklüğü, Tabachnick & Fidell, 2007). Başka bir ifadeyle öğrencilerin bilimsel süreç becerileri son test puanları, uygulanan laboratuvar yöntemi ile ilişkilidir.

Laboratuvar yöntemlerinden hangileri arasında anlamlı fark olduğunu belirlemek için Benferroni testi yapılmıştır. Bonferroni testine ait sonuçlar Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18

BSB Ön Testi Puanına Göre Düzeltilmiş BSB Son Testi Puanlarının Uygulanan Laboratuvar Yöntemine Göre Bonferroni Testi Sonuçları

Çiftler Halinde Karşılaştırma	Ortalamalar Farkı	Anlamlılık Düzeyi (p)
Uygulamalı lab.- Sanal lab.	1.406	0.813
Karma lab.- Uygulamalı lab.	1.757	0.433
Karma lab. - Sanal lab.	3.163*	0.023

Tablo 18’de yer alan Bonferroni testi sonuçlarına göre, karma laboratuvar ($\bar{X}=15.11$) uygulanan grubun son test puanı sanal laboratuvar ($\bar{X}=11.95$) yöntemi uygulanan gruptan anlamlı olarak daha yüksektir. Bu bulgu karma laboratuvar yönteminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede sanal laboratuvar yöntemine göre daha etkili olduğunu göstermektedir.



BÖLÜM V

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı sanal, uygulamalı ve karma laboratuvar uygulamalarının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin ışığın kırılması konusundaki kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerilerine etkisini araştırmaktır. Bu bölümde, araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar, benzer araştırmalar ile tartışılarak değerlendirilmiştir. Son olarak bu alanda yapılacak çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

5.1. Sanal, Uygulamalı ve Karma Laboratuvar Uygulamalarının Kavramsal Anlama Üzerine Etkisine Yönelik Tartışma

Araştırmada farklı laboratuvar ortamlarının öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkisini incelemek için Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Ölçeği kullanılmıştır. Anket bulgularında deney gruplarının son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Bu bulgu laboratuvar yöntemlerinin öğrencilerin ışığın kırılması konusundaki kavramsal anlamalarını geliştirmede farklı etkilere sahip olmadığını göstermektedir. Alan yazında yapılan benzer çalışmalarda da farklı laboratuvar ortamlarının kavramsal anlamaya etkisi incelenmiş ve laboratuvar ortamlarının farklı etkilere sahip olmadığı görülmüştür (Darrah vd., 2014; Hawkins & Phelps 2013; Zacharia & Olympiou, 2011). Ancak bu

Çalışmalardan farklı olarak karma laboratuvarın, yalnızca sanal ya da yalnızca uygulamalı laboratuvara göre daha etkili olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Atanas, 2018; Kapıcı, 2021; Wang & Tseng 2018; Zacharia & Michael, 2016).

Deney gruplarının ön test – son test karşılaştırmasına bakıldığında puanların son test lehine anlamlı derecede yükseldiği görülmüştür. Etki büyüklüklerine bakıldığında laboratuvar ortamlarının hepsinin kavramsal anlamayı geliştirmede yüksek etkiye sahip olduğu görülmektedir. Alan yazında da yapılan bazı çalışmalarda laboratuvar ortamlarının kullanımının öğrencilerin kavramsal anlamalarını artırdığı görülmüştür (Darrah vd., 2014; Hawkins & Phelps 2013; Kapıcı, 2021; Zacharia & Olympiou, 2011). Sonuç olarak bu çalışmada derslerde sanal, karma veya uygulamalı laboratuvar kullanmanın öğrencilerin kavramsal anlamalarını artırmada etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmayı destekleyen benzer çalışmada, Zacharia ve Olympiou (2011)  deney grubunda sanal, karma ve uygulamalı laboratuvar ortamını, kontrol grubunda ise laboratuvar kullanmadan çalışmaları gerçekleştirmişler. Araştırma sonuçlarına göre deney grupları arasında kavramsal anlama yönünden anlamlı bir fark çıkmamış ancak kontrol grubuna göre 3 laboratuvar ortamının da etkili olduğu görülmüştür. Bu bulgu, laboratuvar yönteminin türünden bağımsız olarak derslerde kullanımının kavramsal anlayışı geliştirmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Uygulamalı laboratuvarlar, öğrencilerin fiziksel materyaller ve deneylerle doğrudan etkileşim kurarak bilgiyi yapılandırmalarına olanak tanırken (Jurişevi vd., 2012), sanal laboratuvarlar, deneylerin tekrarlanabilirliğini artırarak fiziksel kısıtlamaların ötesine geçer ve öğrencilerin bilimsel kavramları çok yönlü bir şekilde keşfetmelerine, bu sayede anlayışlarını derinleştirmelerine imkan tanır (Alcayde & Manzano Agugliaro, 2018; Gorghiu & Gorghiu, 2014). Karma laboratuvarlar ise sanal ve uygulamalı ortamların güçlü yanlarını harmanlayarak, öğrencilere bilimsel ilkeleri daha geniş bir perspektiften kavrama fırsatı sunar ve kavramsal bilgilerini pekiştirmede etkili bir öğrenme deneyimi sağlar (Crandall vd., 2015; Robertson vd., 2017). Sonuç olarak, farklı laboratuvar yaklaşımlarının, kavramsal anlamayı derinleştirmeye yönelik etkili stratejiler sunduğu söylenebilir.

5.2. Sanal, Uygulamalı ve Karma Laboratuvar Uygulamalarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisine Yönelik Tartışma

Araştırmada farklı laboratuvar ortamlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemek için BSB ölçeği kullanılmıştır. Ölçek bulgularında son test puanları deney grupları arasında anlamlı fark göstermiştir. Bu bulgu laboratuvar yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini artırmada farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Deney gruplarından karma laboratuvar ortamında öğrenim gören öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, sanal laboratuvar ortamında öğrenim gören öğrencilere göre daha fazla gelişmiştir. Sanal laboratuvarlarda deneyimi olmayan öğrenciler, işbirlikçi problem çözme gereksinimlerinin artmasıyla geleneksel ortamlara kıyasla daha fazla bilişsel yüklerle karşılaşarak performans düşüklüğü yaşayabilir (Du vd., 2022; Zang & Liu, 2020). Her iki ortamda gözlem yapma avantajından yararlanmak amacıyla deney aşamasında simülasyon kullanılmış olsa da sanal laboratuvar ortamında verilerin sanal araçlar kullanılarak kaydedilmesi, öğrencilerde bilişsel yük oluşturarak bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde sanal laboratuvarın karma yöntem kadar etkili olmama durumunu açıklayabilir. Alan yazında da yapılan bazı çalışmalarda farklı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisi incelenmiş ve öğrencilerin BSB'nin karma laboratuvar ortamında daha fazla geliştiği gözlenmiştir (Kapıcı vd., 2019; Ulukök vd., 2012). Bu durum sanal ve uygulamalı laboratuvarların birbirinin alternatifi değil birbirinin tamamlayıcısı olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Hem uygulamalı hem sanal laboratuvarlar fen eğitiminde önemli avantajlara sahip olmakla birlikte ikisinin birlikte kullanımı bu iki yaklaşımın avantajlarını bir araya getirme potansiyeli ve çeşitli öğrenme stillerine hitap eden daha kapsamlı öğrenme ortamı yaratması nedeniyle özellikle soyut işlemler bilişsel gelişim evresine ulaşmış öğrenciler için kullanılması önerilmektedir (de Jong vd., 2013; Kapıcı vd., 2019; Makransky vd., 2016; Puntambekar vd., 2020).

5.3. Öneriler

- Bu çalışma Işığın kırılması konusunda gerçekleştirilmiştir. Yapılacak benzer çalışmalar fen bilimlerinin farklı konu alanlarında yapılabilir. Örneğin alan yazında yapılan çalışmaların ağırlıkla fizik konularından elektrik kazanımlarına yönelik olduğu görülmektedir (Farrokhnia & Esmailpour, 2010; Kapıcı vd., 2021; Mannunure, 2020; Tumru, 2023; Ulukök vd., 2012). Benzer çalışmalar biyoloji ve kimya kazanımlarına yönelik gerçekleştirilebilir.
- Bu çalışmada laboratuvar ortamlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve kavramsal anlamalarına etkisine odaklanılmıştır. Benzer şekilde tutum, öğrenci ve öğretmen görüşleri, motivasyon, ilgi, öğrenilen bilgilerin kalıcılığı gibi durumlarda da araştırma yapılabilir.
- Alan yazın incelendiğinde genellikle sanal ve fiziksel uygulamalı laboratuvarın karşılaştırıldığı çalışmalar görülmüştür. Ancak her iki laboratuvar ortamının avantajlarını içeren karma laboratuvarın sürece dahil edildiği çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Örneğin bu çalışmada karma laboratuvar yönteminin sürece dahil edilmesiyle öğrencilerin BSB 'nin karma laboratuvar kullanılan grupta daha fazla geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Sanal ve uygulamalı laboratuvarın birleştirilmesi anlamlı farkın ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Dolayısıyla bu üç farklı laboratuvar ortamının farklı değişkenler üzerinde karşılaştırıldığı çalışmalar yapılabilir.
- Bu çalışma ve alan yazındaki benzer çalışmalar farklı laboratuvar yöntemlerinin öğrencilerin kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Dolayısıyla okullarda öğretmenler fiziki şartlar ve kazanımlara göre uygun olan laboratuvar ortamlarını kullanmalıdırlar.

- Laboratuvar ortamlarının etkinliği bu kadar ortadayken derslerinde laboratuvar ortamlarını kullanan öğretmenlere özellikle karma ve sanal laboratuvar ortamlarına yönelik hizmet içi eğitimler verilerek bu konulardaki bilgi ve becerileri artırılabilir.
- Bu çalışmada nicel araştırma yürütölerek öğrencilerin kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerileri incelenmiştir. Benzer çalışmalar karma yöntem kullanılarak yürütölabilir. Bu sayede gelişime sebep olan değişken nitel verilerin de analiziyle daha derinlemesine irdelenebilir.



KAYNAKLAR

- Abdelmoneim, R., Hassounah, E., & Radwan, E. (2022). Effectiveness of virtual laboratories on developing expert thinking and decision-making skills among female school students in Palestine. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12), 1-16.
- Abruscato, J. (2000). Teaching children science: A discovery approach, 5th ed. Allyn and Bacon.
- Achuthan, K., Nedungadi, P., Kolil, V., Diwakar, S., & Raman, R. (2020). Innovation adoption and diffusion of virtual laboratories. *International Association of Online Engineering*, 16(9), 4-25.
- Akben, N. (2015). Fen ve teknoloji ders etkinliklerindeki bilimsel süreç becerilerinin bilimsel sorgulama yöntemiyle geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 40(179), 111-132.
- Akdeniz, A.R. (2006). Problem çözme, bilimsel süreç ve proje yönteminin fen eğitiminde kullanımı. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi içinde* (5.baskı, s.107-133). Pegem Akademi.
- Akgün, Ö. E. (2005). Bilgisayar destekli ve fen bilgisi laboratuvarında yapılan gösterim deneylerinin öğrencilerin fen bilgisi başarıları ve tutumları üzerindeki etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 1-20.
- Akın, E., & Karaköse, M. (2003). Elektrik ve bilgisayar mühendisliği eğitiminde sanal laboratuvarların kullanımı. *Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi*, 1, 166-169.

- Akpınar, E., & Ergin, Ö. (2005). Yapılandırmacı kuramda fen öğretmenin rolü. *İlköğretim Online*, 4(2), 55-64.
- Alcayde, A. & Manzano-Agugliaro, F. (2018). The higher education sustainability through virtual laboratories: the spanish university as case of study. *Sustainability*, 10(11), 1-22.
- Alhashem, F. (2023). Virtual labs as a tool for training preservice science teachers. In *CSEDU* (1), 233-237.
- Altınyüzük, (2008). *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersi kimya konularındaki kavram yanlışları*. (Yüksek lisans tezi) İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.
- Amelia, R. (2024). Developing digital teaching module with problem-based learning integrated to virtual lab on electricity. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(1), 50-68.
- Ango, M. L. (2002). Mastery of science process skills and their effective use in the teaching of science: an educology of science education in the nigerian context. *International Journal of Educology* , 16(1), 11-30.
- Antrakusuma, B., Indriyanti, N. Y., & Sari, M. W. (2021). Preliminary study: Chemistry laboratory virtual innovation as an optimization of science learning during the covid-19 pandemic. *Jurnal Pena Sains* , 8(2), 88-94.
- Arslan, A., & Zengin, R. (2016). İşbirlikli öğrenme yönteminin bilimsel ve sosyal beceriler üzerindeki etkisi. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 6(1), 23-45.
- Artun, H., Aydın Günbatar, S., & Günbatar, M. S. (Ed.). (2020). Fen öğretiminde teknoloji eğilimleri. Pegem Akademi.
- Aslan Efe, H. (2023). An evaluation of online science classes based on students' science learning experiences. *International e-Journal of Educational Studies (IEJES)*, 7(15), 705-722.

- Atanas, J. P. (2018). Is virtual-physical or physical-virtual manipulatives in physics irrelevant within studio physics environment?. *Athens Journal of Education*, 5(1), 29-42.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., & Turgut, M.F. (1997). *Kimya öğretimi YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi*.
- Ayaz, A., Akdeniz, A. R., & Çepni, S. (1994). Fen bilimlerinde laboratuvarın yeri ve önemi I. *Çağdaş Eğitim*, 19, 21-25.
- Aydın, Ş. Z. N. (2018). *Fen bilgisi dersi öğretiminde sanal laboratuvar uygulamasının kullanılması ve değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Üniversitesi, İstanbul.
- Aydoğdu, B., Tatar, N., Yıldız, E., & Buldur, S. (2012). İlköğretim öğrencilerine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi. *Journal of Theoretical Educational Science*, 5(3), 292-311.
- Bahadır, H. (2007). *Bilimsel yöntem sürecine dayalı ilköğretim fen eğitiminin bilimsel süreç becerilerine, tutuma, başarıya ve kalıcılığa etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara. .
- Başer, M., & Çatoğlu, E. (2005). Kavramsal değişim yöntemine dayalı öğretimin ısı ve sıcaklık konusundaki yanlış kavramalarının giderilmesine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 43-52.
- Bingöl, D., & Ünal, M. (2019). MEB okul öncesi fen etkinliklerinin bilimsel süreç becerileri açısından incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 158-177.
- Bozkurt, E., & Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.

- Böyük, U., Tanık, N., & Saraçoğlu, S. (2011). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilimsel süreç beceri düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 4(1), 20-30.
- Bugarso, J. M. S., Cabantugan, R. E., Que-ann, D. T., & Malaco, A. C. (2021). Students' learning experiences and preference in performing science experiments using hands on and virtual laboratory. *Indonesian Journal of Teaching in Science*, 1(2), 147-152.
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi.
- Can, K., & Sağır, Ş. U. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin incelenmesi¹. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(71), 1450-1466.
- Cangür, Ş., Sungur, M. A., & Ankaralı, H. (2018). The methods used in nonparametric covariance analysis. *Duzce Medical Journal*, 20(1), 1-6.
- Carnevale, D. (2003). The virtual lab experiment. *Chronicle of Higher Education*, 49(21), A30.
- Chiappetta, E. L., Koballa, T. R., & Collete, A. T. (2015). *Science instruction in the middle and secondary schools (4th ed.)*. Merrill Prentice Hall.
- Chiu, J. L., DeJaegher, C. J., & Chao, J. (2015). The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties. *Computers & Education*, 85, 59-73.
- Crandall, P. G., O'Bryan, C. A., Killian, S. A., Beck, D., Jarvis, N., & Clausen, E. C. (2015). A comparison of the degree of student satisfaction using a simulation or a traditional wet lab to teach physical properties of ice. *Journal of Food Science Education*, 14(1), 24-29.
- Coştu, F., & Bayram, H. (2021). Tartışmalarla zenginleştirilmiş tahmin et-gözle-açıkla (tga) destekli fen laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1161-1190.

- Çam, A., Güven, G., & Sülün, Y. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı fen kavramlarını anlamaları üzerine bilimsel düşünme yeteneklerinin ve örnek olay temelli öğrenme laboratuvar uygulamalarının etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 89-103.
- Çavaş, B. & Anagün Ş.S. (2021). *21 yüzyılda fen bilimleri öğretimi*. Anı.
- Çepni, S. (2014). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Pegem.
- 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.
- Çoruhlu, T. Ş., Sibel, E. R., Çalık, M., Ergül, C., Çepni, S., & Karagöz, G. N. (2022). Deney kılavuzunun hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(4), 775-809.
- Çökelez, A. (2015). Fen eğitiminde model ve modelleme öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrenciler: alanyazın taraması. *Journal of Turkish Studies*, 10 (15):255-255.
- Dalgarno, B., Bishop, A., & Bedgood, D. (2003). The potential of virtual laboratories for distance education science teaching: Reflections from the initial development and evaluation of a virtual chemistry laboratory. *In Improving Learning Outcomes Through Flexible Science Teaching Symposium*, 90-95.
- Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J., Simon, M., & Hopkins, J. (2014). Are virtual labs as effective as hands-on labs for undergraduate physics? A comparative study at two major universities. *Journal of Science Education and Technology*, 23, 803-814.
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). *Physical and virtual laboratories in science and engineering education*. *Science*, 340(6130), 305-308.

- De Vries, L. E., & May, M. (2019). Virtual laboratory simulation in the education of laboratory technicians—motivation and study intensity. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 47(3), 257-262.
- Delgado, C. B., & Villacero, D. M. T. (2020). The gains, issues, and opportunities in the integration of virtual laboratory in school science laboratory. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research*, 8(7), 367-374.
- Demircioğlu, S., & Sezgin Selçuk, G. (2023). Fizik alanında üstün yetenekli öğrencilere yönelik bilimsel süreç becerileri testi geliştirilmesi: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* (57), 1826-1841.
- Dökme, İ. (2005). Milli eğitim bakanlığı (MEB) ilköğretim 6. sınıf fen bilgisi ders kitabının bilimsel süreç becerileri yönünden değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 4(1), 7-17.
- Duban, N. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji okur-yazarı bireylere ve bu bireylerin yetiştirilmesine ilişkin görüşleri. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 3(2), 162-174.
- Du, X., Dai, M., Tang, H., Hung, J. L., Li, H., & Zheng, J. (2023). A multimodal analysis of college students' collaborative problem solving in virtual experimentation activities: A perspective of cognitive load. *Journal of Computing in Higher Education*, 35(2), 272-295.
- Ercan, E. (2019). *Araştırma sorgulamaya dayalı laboratuvarın öğrencilerin özyeterlik, yaratıcılık algısı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ergün, M., & Özdaş, A. (1997). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. Kaya.
- Ertek, Y., Ertek, E., & Güneş, B. (2013). Bilimsel süreç becerileri ile fizik öğretim programında yer verilen problem çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(2), 110-121.
- Farrokhnia, M. R., & Esmailpour, A. (2010). A study on the impact of real, virtual and comprehensive experimenting on students' conceptual understanding of DC electric

- circuits and their skills in undergraduate electricity laboratory. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 5474-5482.
- Gershenson, C., P. P. González, & J. Negrete (2000). Thinking adaptive: towards a behaviours virtual laboratory. In Meyer, J. A. et. al. (Eds.), *SAB2000 Proceedings Supplement*. ISAB.
- Gorghiu, L., & Gorghiu, G. (2014). Related aspects on using digital tools in the process of introducing nanotechnology in science lessons. *Acta Physica Polonica A*, 125(2), 544-547.
- Güldal, C. G., & Doğru, M. (2018). Modellemeye dayalı fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin fen kavramlarını günlük hayatla ilişkilendirmelerine ve fen kaygılarına etkisi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 187-211.
- Hawkins, I., & Phelps, A. J. (2013). Virtual laboratory vs. traditional laboratory: which is more effective for teaching electrochemistry?. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 516-523.
- Hughes, C. & Wade W. (1993). *Inspirations for investigations in science*. Scholastic.
- Irby, B. J., Sutton-Jones, K. L., Lara-Alecio, R., & Tong, F. (2017). From MOOCs to MOOPILs: pushing the boundaries of virtual professional development and learning for teachers. *International Journal of Information Communication Technologies and Human Development (IJICTHD)*, 9(1), 34-47.
- İnce, E. Y., & Kutlu, A. (2016). Web tabanlı laboratuvarlar. 28.08.2023 tarihinde <http://ab.org.tr/ab14/bildiri/34.pdf>, adresinden erişilmiştir.
- Jurišević, M., Vrtačnik, M., Kwiatkowski, M., & Gros, N. (2012). The interplay of students' motivational orientations, their chemistry achievements and their perception of learning within the hands-on approach to visible spectrometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 237-247.

- Kaba, A. U. (2012). *Uzaktan fen eğitiminde destek materyal olarak sanal laboratuvar uygulamalarının etkinliği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi. Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Kamlaskar, C. H. (2007). Development and evaluation of an interactive multimedia simulation on electronics lab activity: Wien Bridge Oscillator. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 4(3), 13-30.
- Kapıcı, H. O., & Coştu, F. (2023). Investigating the effects of different laboratory environments on gifted students' conceptual knowledge and science process skills. *Turkish Journal of Education*, 12(2), 94-105.
- Kapıcı, H. Ö. (2021). *The effects of virtual and hands-on laboratory environments on the conceptual knowledge, inquiry skills and attitudes of middle school students*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kapıcı, O. H. & Akcay, H. (2018). Choices of pre-service science teachers laboratory environments: hands-on or hands-off? *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 10(1), 041–051.
- Karagöz-Mırçık, Ö., & Saka, A. Z. (2016). Fizik öğretiminde sanal laboratuvar destekli uygulamaların değerlendirilmesi. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5(43), 388-395.
- Karakuyu, Y., Bilgin, İ., & Sürücü, A. (2013). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımlarının üniversite öğrencilerinin genel fizik laboratuvarı II dersindeki başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(10), 237-250.
- Karamustafaoğlu, O., Aydın, M., & Özmen, Ö. (2005). Bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: Basit harmonik hareket örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 67-81.

- Karapınar, A. (2023). *Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, akıl yürütme becerileri ve kavramsal anlama düzeylerine etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir. <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi (17. Baskı)*. Nobel.
- Kırpık, M. A., & Engin, A. O. (2009). Fen bilimlerinin öğretiminde laboratuvarın yeri önemi ve biyoloji öğretimi ile ilgili temel sorunlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 61-72.
- Koç Ünal, İ., & Şeker, R. (2020). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi: elektrik ünitesi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 504-543.
- Kolçak, D. Y., Moğol, S., & Ünsal, Y. (2014). Fizik öğretiminde kavram yanlışlarının giderilmesine ilişkin laboratuvar yöntemi ile bilgisayar simülasyonlarının etkilerinin karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 39(175), 154-171.
- Kollöffel, B., & de Jong, T. (2013). Conceptual understanding of electrical circuits in secondary vocational engineering education: Combining traditional instruction with inquiry learning in a virtual lab. *Journal of Engineering Education*, 102(3), 375-393.
- Kontra, C., Lyons, D. J., Fischer, S. M., & Beilock, S. L. (2015). Physical experience enhances science learning. *Psychological science*, 26(6), 737-749.
- Langheinrich, J., & Bogner, F. X. (2015). Student conceptions about the DNA structure within a hierarchical organizational level: Improvement by experiment-and computer-based outreach learning. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 43(6), 393-402.
- Lazarowitz, R., & Tamir, P. (1994). *Research on using laboratory instruction in science*. In D. L. Glaser (Eds.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 94-130). Macmillan.

- Lynch, T., & Ghergulescu, I. (2017). Review of virtual labs as the emerging technologies for teaching STEM subjects. *INTED2017*, 6082-6091.
- Makransky, G., Thisgaard, M. W., & Gadegaard, H. (2016). Virtual simulations as preparation for lab exercises: Assessing learning of key laboratory skills in microbiology and improvement of essential non-cognitive skills. *PloS one*, 11(6), e0155895.
- Manunure, K., Delserieys, A., & Cast ra, J. (2020). The effects of combining simulations and laboratory experiments on Zimbabwean students' conceptual understanding of electric circuits. *Research in Science & Technological Education*, 38(3), 289-307.
- MEB. (2024). *Türkiye y zyılı maarif modeli fen bilimleri öğretim programı* . Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mırçık,  . K., & Saka, A. Z. (2018). Evaluation of research related to virtual physics laboratory applications. *Canadian Journal of Physics*, 96(7), 740-744.
- Ming, Zhang., Geping, Liu. (2023). A Review of Factors Affecting Cognitive Load in Immersive Virtual Learning Environment. *IEEE 12th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)*, 48-52.
- Mphafudi, K. J., & Ramaila, S. (2020). The use of computer simulations as an intervention to address misconceptions of grade 11 physical sciences learners in South African township schools. *Academia Journal of Educational Research* 8(3), 102-116.
- Mutlu, A., & Acar    en, B. (2016). Impact of virtual chemistry laboratory instruction on pre-service science teachers' scientific process skills. In *Erpa International Congresses*, 26, 1-7.
- Nacaro lu, O., & Arslan, M. (2020).  zel yetenekli öğrencilerin bilim insanı imajlarının ve bilim insanının  zelliklerine yönelik g r  lerinin incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası E itim Dergisi*, 9(2), 332-348.
- Nguyen, J. G., & Keuseman, K. J. (2020). Chemistry in the kitchen laboratories at home. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3042-3047.

- Nivalainen, V., Asikainen, M. A., Sormunen, K., & Hirvonen, P. E. (2010). Preservice and inservice teachers' challenges in the planning of practical work in physics. *Journal of Science Teacher Education*, 21(4), 393-409.
- Robertson, A. D., Scherr, R. E., Goodhew, L. M., Daane, A. R., Gray, K. E., & Aker, L. B. (2017). Identifying content knowledge for teaching energy: examples from high school physics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 1-14.
- Okur, N., & Ünal, İ. (2010). Fen öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin önemi. *Eğitim Teknolojileri Araştırma Dergisi (ETAD)*, 1(3), 1-12.
- Olympiou, G., & Zacharia, Z. C. (2010, April). *Comparing the use of virtual and physical manipulatives in physics education*. Paper presented at the International Conference on Education, Training and Informatics, Orlando, FL.
- Olympiou, G., & Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21-47.
- Olympiou, G., Zacharia, Z. C., & de Jong, T. (2013). Making the invisible visible: Enhancing students' conceptual understanding by introducing representations of abstract objects in a simulation. *Instructional Science*, 41(3), 575-596.
- Özden, Y. (2003), *Öğrenme ve öğretme*, (5.baskı), PegemA.
- Özkubat, U., & Özmen, E. R. (2021). Investigation of effects of cognitive strategies and metacognitive functions on mathematical problem-solving performance of students with or without learning disabilities. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 13(4).
- Padilla, M. J. (1990). *The science process skills*. Research Matters - to the ScienceTeacher. National Association for Research In Science Teaching .
- Pektaş, H. M., Çelik, H., Katrancı, M., & Köse, S. (2009). 5. sınıflarda ses ve ışık ünitesinin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(2), 649-658.

- Penn, M., & Mavuru, L. (2020). Assessing pre-service teachers' reception and attitudes towards virtual laboratory experiments in life sciences. *Journal of Baltic Science Education*, 19(6), 1092-1105.
- Penn, M., & Ramnarain, U. (2019). A comparative analysis of virtual and traditional laboratory chemistry learning. *Perspectives in Education*, 37(2), 80-97.
- Pickering, M. (1993). The teaching laboratory through history. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 699-700.
- Puntambekar, S., Gnesdilow, D., Dornfeld Tissenbaum, C., Narayanan, N. H., & Rebello, N. S. (2021). Supporting middle school students' science talk: A comparison of physical and virtual labs. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(3), 392-419.
- Rezba, J., Sprague, C., Fiel, R., Funk, H., Okey, J., & Jaus, H., (1995). *Learning and Assessing*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company Science Process Skills.
- Rowe, R. J., Koban, L., Davidoff, A. J., & Thompson, K. (2017). Efficacy of online laboratory science courses. *Journal of Formative Design in Learning*, 2(1), 56-67.
- Santos, M. L., & Prudente, M. (2022). Effectiveness of virtual laboratories in science education: A meta-analysis. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(2), 150-156.
- Seçer, S. (2015). 7. Sınıf öğrencilerinin ışığın kırılması konusundaki kavramsal gelişimlerinin sosyal yapılandırmacı bakış açısından incelenmesi. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Seydioğlu, E., & Barış, N. (2021). Bilimsel süreç becerileri uygulama örneği: Baloncuk araştırma laboratuvarı. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 5(1), 207-225.
- Sinan, O. (2007). Fen bilgisi öğretmen adaylarının enzimlerle ilgili kavramsal anlama düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen Ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-22.

- Smith, K. (2016). *Science process assessments for elementary and middle school students*.
<http://scienceprocesstests.com/>
- Soylu, Y., & Aydın, S. (2006). Matematik derslerinde kavramsal ve işlemsel öğrenmenin dengelenmesinin önemi üzerine bir çalışma. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 83-95.
- Stieff, M., & Wilensky, U. (2003). Connected chemistry—incorporating interactive simulations into the chemistry classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 12, 285-302.
- Subramanian, R., & Marsic, I. (2001, April). ViBE: Virtual biology experiments. In *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web* (pp. 316-325).
- Sun, H., Wei, X., & Liu, Y. (2015). Design of a simulated michelson interferometer for education based on virtual reality. In: Zhang, YJ. (eds) *Image and graphics*. Springer.
- Supeno, Ridlo, R. Z. & Setiawan, A. M. (2022). Exploring Inquiry Skills During Home Experiments about Science in the Online Instruction. *Journal of Physics: Conference Series*, (2392), 1-6.
- Şahin, F., & Sağlamer Yazgan, B. (2013). Araştırmaya dayalı sınıf dışı laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 3(3),107-122.
- Şeker, H. (2020). Kişisel verinin gücü ve güçlendirdikleri. *Bilişim Teknolojileri Ve İletişim: Birey Ve Toplum Güvenliği*, 49-61.
- Tabachnick, B. G. (2007). *Experimental designs using ANOVA*. Thomson/Brooks/Cole.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2013). *Using multivariate statistics*. Pearson.
- Tan, M., & Temiz, A. G. B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 89-101.

- Tanel, Z., & Tanel, R. (2010). Fizik laboratuvarları ile bilişim ortamlarının durumu ve kullanımına yönelik öğretmen görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* (27), 76-87.
- Taşkın, Ö. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar* (1. Baskı). Pegem Akademi.
- Tumru, Ö. F. (2023). *Sanal ve yüz yüze laboratuvar uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik bilimsel süreç becerileri, tutum ve kaygılarına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
- Turgut, F., Baker, D., Cunningham, R., & Piburn M. (1997). *İlköğretim Fen Öğretimi*, YÖK/ Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Türk Dil Kurumu. (2019). *Türkçe sözlük*. TDK.
- 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.
- Ulukök, Ş., Çelik, H., & Sarı, U. (2013). Basit elektrik devreleriyle ilgili bilgisayar destekli uygulamaların deneysel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 6(1), 77 -101.
- Uysal, M. G., & Bostan Sarioğlu, A. (2020). Teknoloji entegrasyonlu sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi: güneş tutulması örneği. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(44), 863-885.
- Ünlü, M. (2019). Dijital çağda e-öğrenme ortamlarının kalitesini artırmaya yönelik gerçekleştirilen uluslararası çalışmalar. *Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 165-182.
- Ürey, M., & Aydın, M. (2014). İlköğretim fen ve teknoloji dersi programında yer alan çevre konularına yönelik bir program analizi. *E-Kafkas Journal of Educational Research*, 1(2), 7-20.

- Wang, T.-L., & Tseng, Y.-K. (2018). The comparative effectiveness of physical, virtual, and virtual-physical manipulatives on third-grade students' science achievement and conceptual understanding of evaporation and condensation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(2), 203-219.
- Wellington, J.J. (ed.) (1989). *Skills and processes in science education*. Routledge.
- Wolf, K. (2010). *Laboratory measurements and reservoir monitoring of bitumen sand reservoirs*. Stanford University.
- Woodfield, B. F., Andrus, M. B., Andersen, T., Miller, J., Simmons, B., Stanger, R., & Bodily, G. (2005). The virtual ChemLab project: A realistic and sophisticated simulation of organic synthesis and organic qualitative analysis. *Journal of Chemical Education*, 82(11), 1728.
- Yang, K. Y., & Heh, J. S. (2007). The impact of internet virtual physics laboratory instruction on the achievement in physics, science process skills and computer attitudes of 10th-grade students. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 451-461.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin.
- Yıldız, A., & Büyükkasap, E. (2006). Fizik öğrencilerinin, kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışları ve öğretim elemanlarının bu konuda tahminleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 268-277.
- Zacharia, Z. C., & de Jong, T. (2014). The effects on students' conceptual understanding of electric circuits of introducing virtual manipulatives within a physical manipulatives oriented curriculum. *Cognition and Instruction*, 32(2), 101-158.
- Zacharia, Z. C., & Michael, M. (2016). Using physical and virtual manipulatives to improve primary school students' understanding of concepts of electric circuits. In M. Riopel & Z. Smyrniou (Eds.), *New developments in science and technology education* (pp. 125-140). Springer International Publishing

- Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*, 21(3), 317-331.
- Zacharia, Z., & Anderson, O. R. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics*, 71(6), 618-629.
- Zeidan, A. H., & Jayosi, M. R. (2015). Science process skills and attitudes toward science among palestinian secondary school students. *World Journal of Education*, 5(1), 13-24.



EKLER

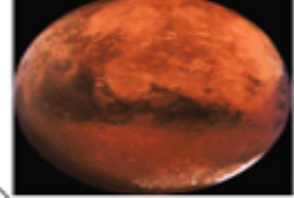


EK-1. Kavramsal Anlama Ölçeği Dereceli Puanlama Anahtarı



SORU1

1. Ali ile Can bulutsuz bir gecede, bir lazer ışın kaynağını açarak Mars gezegenine doğru tutuyorlar. Ali ve Can bu konuda konuşuyorlar;



Lazer ışığı
anında Mars'ın
yüzeyine ulaşır.

Ali



Bence lazer ışığı
anında orada olamaz
biraz zaman geçmesi
gerekir.

Can



Siz, Ali ile Can'ın ifadelerinden hangisine katılıyorsunuz? Nedenini açıklayınız.

Ali ☐

Can ☐

Açıklamanız:.....

.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	"Can'ın ifadesi doğrudur. Lazer ışığının hızı, ışık hızı olarak bilinir ve 300.000 km/saniye civarındadır. Ancak Mars gezegeni Dünya'ya oldukça uzak bir mesafede bulunmaktadır. Işık ışığının bu uzaklığı anında kat etmesi mümkün değildir. Dolayısıyla, lazer ışınının Mars'ın yüzeyine ulaşması biraz zaman alacaktır şeklinde cevaplar"
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Can'ın ifadesine katılıp açıklaması yanlış olan cevaplar.
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş ya da soruyu cevapsız bırakmıştır."



2. Su dolu bir bardağın içine koyulan bir kalem kırılmış gibi görünür. Sizce neden böyledir?

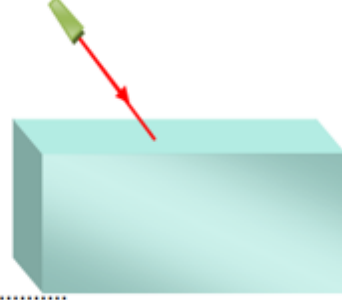
Açıklamanız:.....

.....

.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	Işığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama belirli bir açıyla girerken, bu ortamların yoğunluklarına bağlı olarak ışığın kırılma açısının değişeceği ve ışığın yolda büküleceğini ifade eden cevaplar
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Cevap, yalnızca ışığın kırılma olayını ifade etmiştir, ancak ışığın saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama belirli bir açıyla girerken ortam değişikliği nedeniyle yolda büküldüğü noktaya odaklanmamıştır. Bu açıdan, kırılma olayının temelinde yer alan ortam değişikliği unsuru göz ardı edilen cevapla
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş ya da soruyu cevapsız bırakmıştır

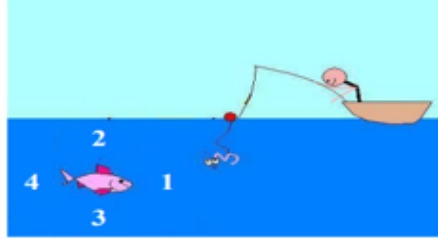
3. Bir lazer ışını, havadan cama doğru şekildeki gibi gönderiliyor. Lazer ışınının cama girince izleyeceği yolun nasıl olacağını şekil üzerinde çizerek gösteriniz. Çiziminizin gerekçesini açıklayınız.



Açıklamanız:.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	Işık ışınlarının az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama girerken normale yaklaşacağını ifade eden ve uygun çizimin olduğu cevaplar.
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Işık ışınlarının az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama geçiş yaparken normale yaklaştığını ifade eden cevaplar, ancak çizimin doğru olmadığı veya açıklamanın hatalı yapıldığı durumlar
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş, çizimi yanlış yapmış ya da soruyu cevapsız bırakmıştır.

4. Balık tutan bir çocuk denizin içindeki balığı numaralandırılmış yerlerden hangisinde görür? Şekil üzerinde çizerek açıklayınız.



- ☐ Olduğu yerde
- ☐ 1 numaralı yerde
- ☐ 2 numaralı yerde
- ☐ 3 numaralı yerde
- ☐ 4 numaralı yerde

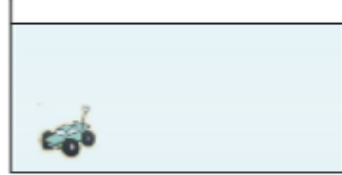
Açıklamanız:.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	Işık ışınlarını normalden uzaklaştırarak çizip balığın olduğu yerden daha yakında, 2 numaralı yerde görüneceğini açıkça ifade eden ve bu durumu çizimle gösteren cevaplar
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Açıklaması ve balığın görüneceği yerin doğru şekilde ifade edildiği ancak çizimin yanlış yapıldığı veya eksik olduğu cevaplar
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş, çizimi yanlış yapmış ya da soruyu cevapsız bırakmıştır.

5. Burak arabasıyla oynarken arabasını yanlışlıkla havuza düşürüyor. Burak'ın havuzun dibinde bulunan arabasını görebilmesi için arabadan gelen ışık ışınlarının izleyeceği yolu şekil üzerinde gösteren bir çizim yapınız ve çiziminizin neden böyle olduğunu açıklayınız. (Tek bir ışık ışını ile çizim yapabilirsiniz.)



Bura



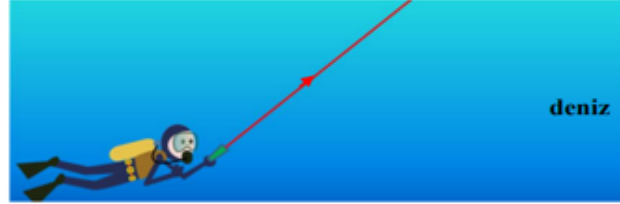
Açıklamanız:.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	"Işık ışınlarını normalden uzaklaştırarak çizip arabanın olduğu yerden daha yakında görüneceğini açıkça ifade eden ve bu durumu çizimle gösteren cevaplar"
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Açıklaması ve arabanın görüneceği yerin doğru şekilde ifade edildiği ancak çizimin yanlış yapıldığı veya eksik olduğu cevaplar
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş, çizimi yanlış yapmış ya da soruyu cevapsız bırakmıştır.

6. Aşağıdaki iki farklı duruma ait soruları açıklayınız.

A) Şekilde görüldüğü gibi bir dalgıç su yüzeyine doğru lazer ışını göndermektedir. Sizce lazer ışınının izleyeceği yol nasıl olur? Şekil üzerine çiziniz ve çiziminizin gerekçesini aşağıda kısaca açıklayınız.

hava

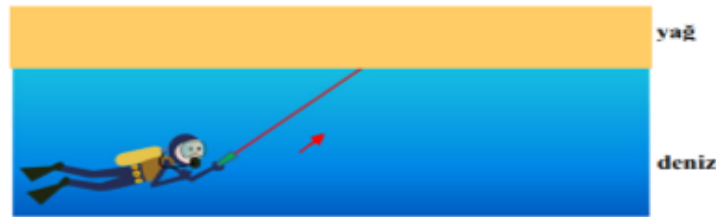


Açıklamanız:.....
.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	Işık ışınlarının çok kırıcı ortamdaki az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşacağını ifade edip uygun çizimin olduğu cevaplar.
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Açıklamanın doğru olduğu ama çizimin doğru olmadığı ya da açıklamanın yanlış yapıldığı ama çizimin doğru olduğu cevaplar.
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş, çizimi yanlış yapmış ya da soruyu cevapsız bırakmıştır

B) Dalgıcın yüzdüğü ortamda tanker devriliyor ve suyun yüzeyi yağ ile kaplanıyor. Dalgıç suyun yüzeyine ışık tutuyor. Işık ışınları sizce nasıl bir yol izler? Şekil üzerine çiziniz ve çiziminizin gerekçesini aşağıda kısaca açıklayınız.

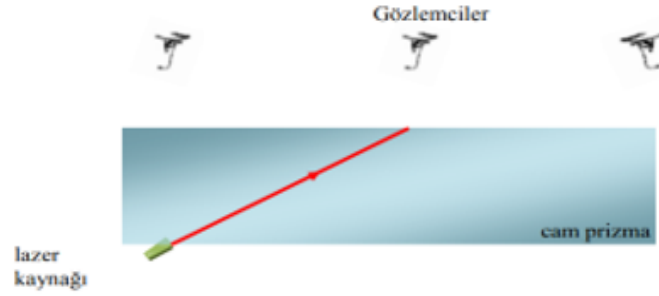
hava



Açıklamanız:.....
.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	Işık ışınlarının çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçerken normalden uzaklaşacağını, az kırıcı ortamdan çok kırıcı ortama geçerken de normale yaklaşacağını ifade eden ve uygun çizimin olduğu cevaplar.
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Açıklamanın doğru olduğu ama çizimin doğru olmadığı ya da açıklamanın yanlış yapıldığı ama çizimin doğru olduğu cevaplar.
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş, çizimi yanlış yapmış ya da soruyu cevapsız bırakmıştır.

7.



Bir cam prizmaya şekildeki gibi bir lazer ışını gönderiliyor. Gözlemciler, prizmanın üst tarafından bakıyor. Fakat gözlemcilerin hiçbiri lazer ışınına göremiyorlar. Bunun sebebi sizce ne olabilir?

Açıklamanız:.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	“Prizma gibi yüksek kırıcı indeksli bir ortamdan daha düşük kırıcı indeksli bir ortama (örneğin, havadan cam veya başka bir maddeye) geçen ışınlar, belli bir açıdan sonra tam yansımaya uğrar ve içeride hapsedilir. Bu iç yansımaya açısı kritik açı olarak adlandırılır. Eğer iç yansımaya açısından daha büyük bir açı ile ışın prizmanın iç yüzeyine çarparsa, ışın içeride yansır ve hapsedilir, dışarıya çıkamaz. Bu nedenle, tepedeki gözlemciler havaya geçen lazer ışınına göremiyor olabilirler. Işığın iç yansımaya açısını aştığında prizmanın iç yüzeyine çarpıp tam yansıdığını ve bu nedenle gözlemcilerin dışarıya çıkan ışını göremediğini belirtmek bu durumu açıklayabilir” şeklindeki cevaplar.

Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Işık ışınlarının çok kırıcıdan az kırıcıya geçerken kırılacağını ifade eden fakat tam yansımadan bahsetmeyip tam yansımaya ilişkin çizim içermeyen cevaplar.
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş, çizimi yanlış yapmış ya da soruyu cevapsız bırakmıştır.

8. Su dolu bir kaba şekildeki bir lazer ışını tutuluyor. Lazer ışınının suya girince izleyeceği yolun nasıl olacağını şekil üzerinde çizerek gösteriniz. Çiziminizin gerekçesini açıklayınız.



Açıklamanız:.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	Işık ışınlarının az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama girerken normale yaklaşacağını ifade edip uygun çizimin olduğu cevaplar.
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Açıklamanın doğru olduğu ama çizimin doğru olmadığı ya da açıklamanın yanlış yapıldığı ama çizimin doğru olduğu cevaplar.
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş, çizimi yanlış yapmış ya da soruyu cevapsız bırakmıştır.

9.



Prizmayı güneş ışığına
tuttuğum zaman
gökkuşağındaki gibi renk
dizilimini elde ediyorum.

Isaac Newton'ın yaptığı deney sonucunda gökkuşağındaki gibi renklerin oluşmasının sebebi sizce ne olabilir?

Açıklamanız:.....
.....
.....
.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	Prizma güneş ışığına tutulduğunda gökkuşağındaki renkler elde edilir ve bu olay "ışığın tayfı" olarak adlandırılır. Güneş ışığı, aslında farklı dalga boylarına sahip birçok renkten oluşur. Prizma gibi bir ortama girdiğinde, ışık dalga boylarına göre farklı şekillerde kırılır. Bu farklı kırılma açıları, ışığın bileşen renklerine ayrılmasına neden olur. Her bir renk, farklı bir dalga boyuna sahiptir ve bu nedenle farklı bir açıda kırılır. Bu ayrılma sonucunda prizmadan çıkan ışık, gökkuşağının renklerini oluşturan kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, lacivert ve mor renklere sahip bir tayf oluşturur şeklindeki cevaplar.
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	İşığın ortam değiştirmesinden söz etmeyip yalnızca kırılma ifadesini içeren cevaplar.
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş ya da soruyu cevapsız bırakmıştır.

10. Yıldızlı bir gecede gökyüzüne baktığınızda, yıldızların göz kırpar gibi göründüklerini farketmiş olmalısınız. Sizce bu olayın nedeni ne olabilir? Bu olaya ilişkin tahminlerinizi açıklayınız. İsterseniz ışık ışınları çizerek gösterebilirsiniz.

Açıklamanız:.....

.....
.....
.....
.....
.....

Çizim:

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	Işık ışınlarının atmosferin hareket halindeki kırıcılıkları farklı atmosfer tabakasından geçerken kırılması sonucu yıldızların ışığı göz kırpar gibi görünmektedir ifadesini içeren cevaplar.
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Işık ışınlarının sadece atmosfer tabakasından kırılmasıyla açıklayan ifadeleri içeren cevaplar.
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş ya da soruyu cevapsız bırakmıştır.

11.



Bir Fen bilimci bir de Sosyal bilimci yukarıdaki fotoğraflarda görülen serap olayı ile ilgili olarak tartışıyorlar.



Sizce Fen Bilimci'nin serap olayının oluşumu ile ilgili söylediği bu ifadeyi nasıl tamamlaması gerekir?

Açıklamanız:.....

DÜZEY	AÇIKLAMA
Başarılı (Tam Puan-2)	Yüzeye en yakın hava tabakasının daha çok ısınması nedeniyle kırıcılığının azalması, üstündeki tabakanın ise kırıcılığının daha çok olması nedeniyle, üst tabakadan gelen ışık ışınlarının alt tabakaya geçemeyip tam yansımaya uğraması şeklinde ifadeler içeren cevaplar.
Kısmi Başarılı (Kısmi Puan-1)	Işık ışınlarının kırılması şeklinde ifade eden açıklamaları içeren cevaplar.
Başarısız (Puan 0)	Cevap, sorunun gerektirdiği açıklamayı eksik veya hatalı bir şekilde sunmuş ya da soruyu cevapsız bırakmıştır.

EK-2. Uygulamalı Laboratuvar Ders Planları

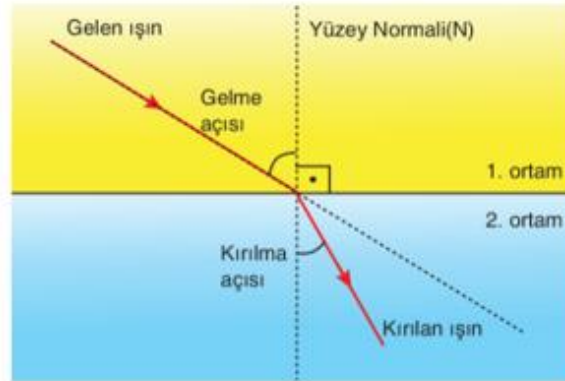
IŞIĞIN KIRILMASI

Önemli Kavramlar:



Su dolu bir bardaktaki kalemin nasıl görüldüğüne hiç dikkat ettiniz mi? Sıvı içerisinde bulunan pipet kaşık gibi cisimlerin kırılmış gibi olduğu görüntülerle sıklıkla karşılaşırız. Bunun nedeni kalemden yansıyan ışınların sıvı dışına çıkarken yön değiştirmesidir. Bu olaya ışığın kırılması denir.

Işığın kırılma özelliği 10. Yüzyıl'dan beri biliniyordu. 17. yüzyıl'da Willebrord Snellius bu olayı inceleyerek ışığın kırılmasının nedenlerini bulmuş ve ışığın kırılma yasalarını oluşturmuştur. Snellius'un bulduğu kırılma yasalarını incelemeden önce ışığın kırılması ile ilgili önemli bazı kavramlara bakalım.



- Işığın bir ortamdan diğerine geçerken ışığın yüzeye değdiği noktadan, yüzeye dik olarak çizilen hayali çizgiye **normal** denir.
- Gelen ışının normal ile arasında yaptığı açığa ise gelme açısı denir.

- Kırılan ışının normal ile arasında yaptığı açıya ise kırılma açısı denir.

ARAŞTIRMA SORUSU: Işık ışınları yoğunluğu farklı ortama geçerse normalle yaptığı açı (kırılma açısı) değişir mi?

HİPOTEZ BELİRLEME:

Yukarıda verilen araştırma sorusu ile ilgili düşüncenizi belirten bir hipotez(ler) yazınız. Aşağıdaki kavramlar size yardımcı olabilmesi için verilmiştir.

- Işık ışınları çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama girerse
- ışık ışınları az yoğun ortamdaki çok yoğun ortama girerse
- normale yaklaşarak ilerler
- normalden uzaklaşarak ilerler.

Hipotez(ler)inizi aşağıdaki kutucuğa yazabilirsiniz.

DEĞİŞKENLERİ BELİRLEME ==: Hipotez(ler)inizi test edebilmek için araştırma sorusuna uygun deney değişkenlerini yazınız.

Bağımsız Değişken:
Bağımlı Değişken:
Kontrol Değişkeni:

Araç Gereçler:

- Optik Daire
- Prizma
- Lazer ışık
- Cam kap

- Su
- Açı ölçer

VERİ TOPLAMA

Deneyin Yapılışı:

a. Saydam maddelerin yoğunlukları ile kırılma açısı arasındaki ilişkiyi belirlemek için aşağıda verilen yönergelere uygun şekilde deneyi yapınız.

- 1) Bir ışık prizmasını optik dairenin üzerine yerleştirin.
- 2) Yoğunlukları verilen ortamlara hava ortamından 30 derece gelme açısıyla ışık ışınlarını gönderiniz ve bu ortamlardaki kırılma açısı değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Ortamlar	Yoğunluk	Kırılma Açısı
Hava	1	
Su	1.3	
Cam	1.5	

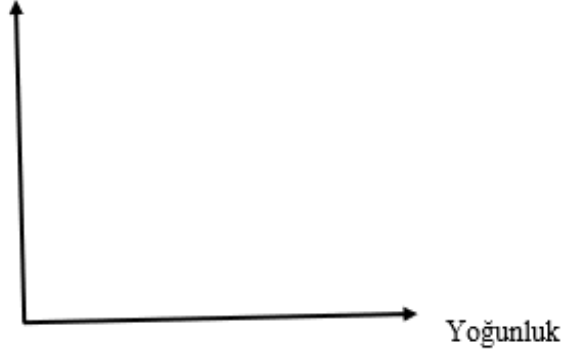
Işık ışınlarının farklı ortamlardaki kırılma durumlarını aşağıdaki tabloya çizerek gösteriniz.

(gelen ışın, kırılan ışın ve yüzeyin normalini belirtin).

<u>hava</u>		
<u>hava</u>		

2. basamakta doldurduğunuz tablodaki verileri kullanarak ortamın yoğunluğuna bağlı kırılma açısı ilişkisini gösteren bir çizgi grafiği oluşturun.

Kırılma Açısı



b. Işık ışınlarının az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken normale yaklaşma ve uzaklaşma durumunu belirlemek için aşağıda verilen yönergelere uygun şekilde deneyi yapınız.

- 1) Havadan prizmaya lazer ışını 30 derecelik gönderiniz. Gelme ve kırılma açısı değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.
- 2) Lazer ışını havadan içi su dolu kaba 30 derecelik açıyla gönderiniz. Gelme ve kırılma açısı değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Az yoğun ortam- çok yoğun ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı
Hava- Cam		
Hava- Su		

Işık ışınlarının farklı ortamlara geçerken oluşan kırılma durumlarını aşağıdaki tabloya çizerek gösteriniz. (gelen ışın, kırılan ışın ve yüzeyin normalini şekilde belirtin).

hava	hava
cam	su

b. Işık ışınlarının çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçerken normale yaklaşma ve uzaklaşma durumunu belirlemek için aşağıda verilen yönergelere uygun şekilde deneyi yapınız.

- 1) Prizmadan havaya lazer ışınını 30 derecelik açıyla gönderiniz. Gelme ve kırılma açısı değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.
- 3) Lazer ışınını sudan havaya 30 derecelik açıyla gönderiniz. Gelme ve kırılma açısı değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Çok yoğun ortam- az yoğun ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı
Cam- hava		
Su- hava		

Işık ışınlarının farklı ortamlara geçerken oluşan kırılma durumlarını aşağıdaki tabloya çizerek gösteriniz (gelen ışın, kırılan ışın ve yüzeyin normalini şekilde belirtin)

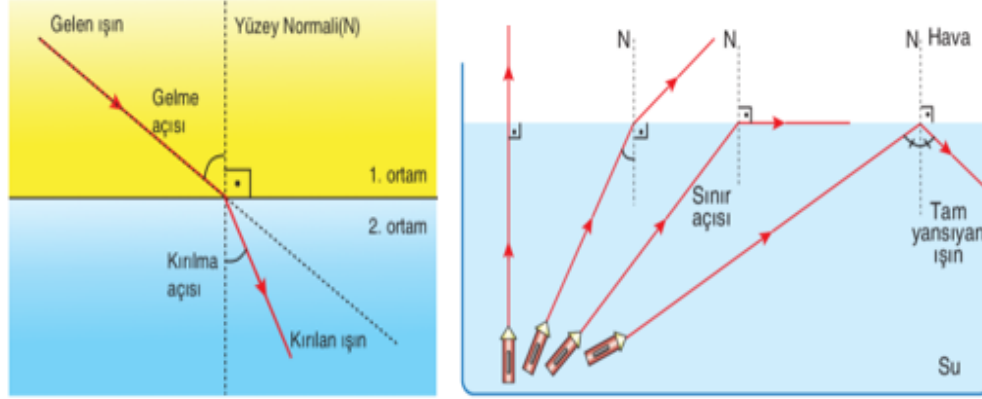
Cam	su
hava	hava

SONUÇ

1. Saydam maddelerin yoğunlukları ile kırılma açısı arasında nasıl bir ilişki vardır? Yazınız.
2. Işık ışınları kendinden yoğun ortama geçtiğinde normalle yaptığı kırılma açısı nasıl değişti?
3. Işık ışınları kendinden daha az yoğun ortama geçtiğinde normalle yaptığı kırılma açısı nasıl değişti?

IŞIĞIN KIRILMASI - FARKLI GELME AÇILARI- TAM YANSIMA

Önemli Kavramlar



- Işığın bir ortamdan diğerine geçerken ışığın yüzeye değdiği noktadan, yüzeye dik olarak çizilen hayali çizgiye normal denir.
- Gelen ışının normal ile arasında yaptığı açıya **gelme açısı** denir.
- Kırılan ışının normal ile arasında yaptığı açıya ise **kırılma açısı** denir.
- Işık çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçerken kırılma açısının 90 derece olduğu andaki gelme açısına sınır açısı denir.
- Işık çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçerken yüzeye sınır açısından daha büyük bir açıyla gelirse kırılmaya uğramaz ve geldiği yere aynı açıyla geri döner buna **tam yansıma** denir.

ARAŞTIRMA SORUSU: Lazer ışını ortam değiştirirken gelme açısını değiştirdiğimizde kırılma açısı değişir mi?

HİPOTEZ BELİRLEME:

Yukarıda verilen araştırma sorusu ile ilgili düşüncenizi belirten bir hipotez(ler) yazınız. Aşağıdaki kavramlar size yardımcı olabilmesi için verilmiştir.

- Işığın gelme açısı değişirse
- Kırılma açısı değişir
- Kırılma açısı değişmez

Hipotez(ler)inizi aşağıdaki kutucuğa yazabilirsiniz.

DEĞİŞKENLERİ BELİRLEME: Hipotez(ler)inizi test edebilmek için araştırma sorusuna uygun deney değişkenlerini yazınız.

Bağımsız Değişken:
Bağımlı Değişken:
Kontrol Değişkeni:

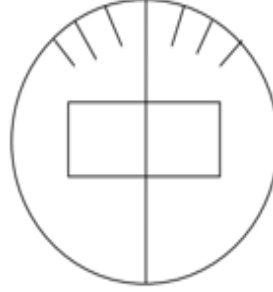
Araç Gereçler:

- Optik Daire
- Prizma
- Lazer ışık

VERİ TOPLAMA

Deneyin Yapılışı:

1) Bir ışık prizmasını optik dairenin üzerine yerleştirin.

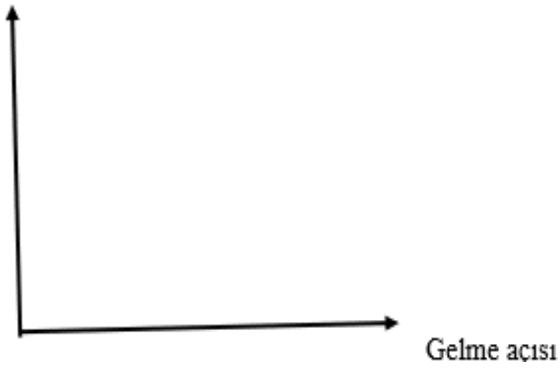


- 2) Işık ışınlarını hava ortamından cam ortamına 30, 45, 60 ve 90 derecelik gelme açıları ile göndererek "kırılma açısı" değerlerini bulunuz. Elde ettiğiniz açı değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz

Gelme Açısı	Kırılma Açısı
30	
45	
60	
90	

Yukarıda doldurduğunuz tablodaki verileri kullanarak gelme açısı ile kırılma açısı ilişkisini gösteren bir çizgi grafiği oluşturun.

Kırılma Açısı

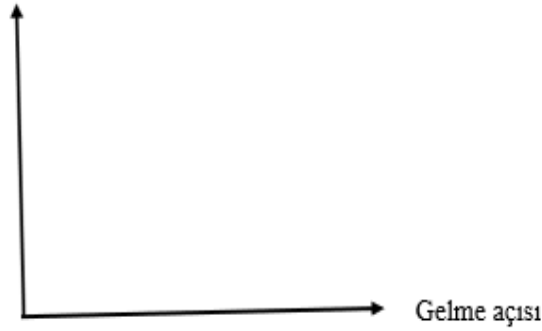


- 3) Bir önceki aşamada Işık ışınlarını hava ortamından cam ortamına 30, 45, 60 ve 90 derecelik gelme açıları ile göndererek "kırılma açısı" değerlerini bulmuştunuz. Şimdi ise aynı işlemi cam ortamından hava ortamına lazer ışınlarını 30, 45, 60 ve 90 derecelik gelme açıları ile göndererek tekrar ediniz. Elde ettiğiniz açı değerlerini aşağıda verilen tabloya kaydediniz.

Gelme Açısı	Kırılma Açısı
30	
45	
60	
90	

Yukarıda doldurduğunuz tablodaki verileri kullanarak gelme açısı ile kırılma açısı ilişkisini gösteren bir çizgi grafiği oluşturun.

Kırılma Açısı



SONUÇ

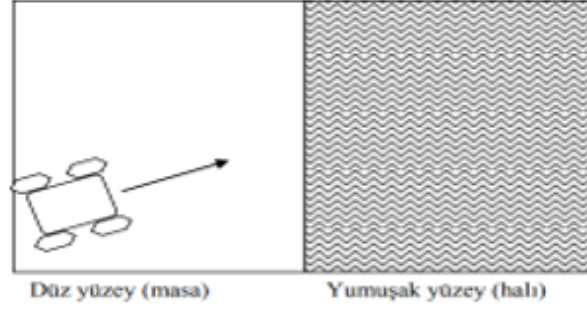
4. Işık ışınlarının havadan cama geçişindeki Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?
5. Işık Işınlarının camdan havaya geçişindeki Gelme ve kırılma açılarını karşılaştırınız. Her bir durumda kırılma açısı, gelme açısına göre büyük mü, küçük mü, aynı mı?

6. Deney sonucunda ulaştığımız verileri inceleyerek hipotezinizin doğru olup olmadığını tartışınız.

7. Havadan prizmaya gönderdiğiniz ışık ışınları nasıl bir yol izledi? Her açıda ışık ışınları prizmaya geçti mi?

IŞIĞIN HIZI

Işık ışınlarının ortam değiştirirken kırıldığını, yoğunluğu farklı ortama geçerken normalle yaptığı açı (kırılma açısı)'nın değiştiğini öğrendik. Bu etkinlikte ise ışığın kırılmasının nedenini araştıracağız.



Biri sert diğeri yumuşak, yan yana iki yüzey düşünün. Bu düzenekte arabayı şekilde gösterildiği gibi iterseniz sizce araba nasıl bir yol izler? Arabanın düz yüzeyde ve yumuşak yüzeydeki hızları için ne söyleyebilirsiniz?

ARAŞTIRMA SORUSU-1: Ortamın yoğunluğu değişirse ışığın hızı değişir mi?

HİPOTEZ BELİRLEME:

Yukarıda verilen araştırma sorusu ile ilgili düşüncenizi belirten bir hipotez(ler) yazınız. Aşağıdaki kavramlar size yardımcı olabilmesi için verilmiştir.

- | | |
|-----------------------------|--|
| - Ortamın yoğunluğu artarsa | -Ortamın yoğunluğu azalırsa |
| - Işığın hızı artar | -ışığın hızı azalır -ışığın hızı değişmez |

Hipotez(ler)inizi aşağıdaki kutucuğa yazabilirsiniz.

DEĞİŞKENLERİ BELİRLEME : Hipotez(ler)inizi test edebilmek için araştırma sorusuna uygun deney değişkenlerini yazınız.

Bağımsız Değişken:

Bağımlı Değişken:

Kontrol Değişkeni:

Araç Gereçler

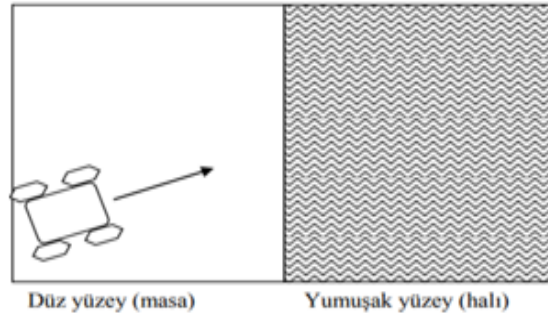
*Oyuncak Araba

* Düz yüzey ve yumuşak yüzey

VERİ TOPLAMA

Deneyin Yapılışı:

- 1) Oyuncak arabayı pürüzsüz yüzeyden pürüzlü yüzeye doğru hareket ettiriniz.
- 2) Arabanın bu yüzeylerdeki hareketini aşağıdaki şekil üzerinde çiziniz.



SONUÇ:

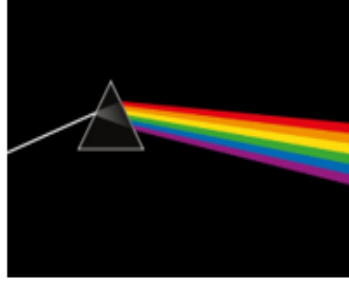
- 1) Arabanın ortam değiştirirken doğrultusu değişti mi?
- 2) Düz yüzeyden yumuşak yüzeye geçişte arabanın hızı nasıl değişti?
- 3) Işık ışınlarını arabanın hareketine benzettiğimiz bu durumda ışığın hızı yoğunluğu farklı ortama geçişinde nasıl değişti? Kendinden yoğun ortama geçişinde hızı ve normale yaklaşma uzaklaşma durumu için ne düşünürsünüz?

4) Deney sonucunda ulaştığımız verileri inceleyerek hipotezinizin doğru olup olmadığını tartışınız.

1) Deney sonucunda ulaştığımız verileri inceleyerek hipotezinizin doğru olup olmadığını tartışınız.

FARKLI IŞIK RENKLERİNDE IŞIĞIN KIRILMASI

Önemli Kavramlar:



Beyaz ışığı bir prizmadan geçirdiğimizde beyaz ışığın kırılarak renklerine (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor) ayrıldığını öğrenmiştik. Sizce prizmada en çok ve en az kırılan ışık rengi ne olabilir? Renk ile kırılma arasında bir ilişki olabilir mi?

ARAŞTIRMA SORUSU: Işık ışınlarının rengi değişirse kırılan ışının normalle yaptığı açı değişir mi?

HİPOTEZ BELİRLEME:

Yukarıda verilen araştırma sorusu ile ilgili düşüncenizi belirten bir hipotez(ler) yazınız. Aşağıdaki kavramlar size yardımcı olabilmesi için verilmiştir.

- Işığın rengi değişirse
- Kırılan ışının normalle yaptığı açı değişir
- Kırılma ışının normalle yaptığı açı değişmez

Hipotez(ler)inizi aşağıdaki kutucuğa yazabilirsiniz.

DEĞİŞKENLERİ BELİRLEME: Hipotez(ler)inizi test edebilmek için araştırma sorusuna uygun deney değişkenlerini yazınız.

Bağımsız Değişken:

Bağımlı Değişken:

Kontrol Değişkeni:

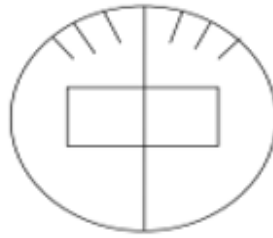
Araç Gereçler:

- Optik Daire
- Prizma
- Lazer ışık (Kırmızı, yeşil, mavi renkli).

VERİ TOPLAMA

Deneyin Yapılışı:

- 4) Bir ışık prizmasını optik dairenin üzerine yerleştirin.

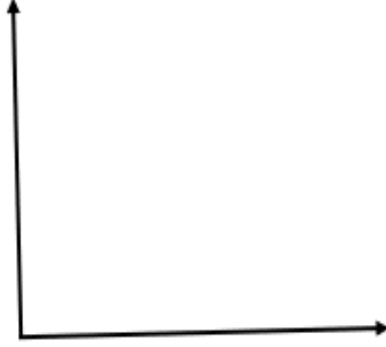


- 5) Kırmızı, mavi ve yeşil renkli lazer ışınlarını sırasıyla hava ortamından cam ortamına göndererek "kırılma açısı" değerlerini bulunuz. Elde ettiğiniz açı değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.

	Kırmızı	Yeşil	Mavi
Işığın gelme açısı			
Işığın kırılma açısı			

Yukarıda doldurduğunuz tablodaki verileri kullanarak gelme açısı ile kırılma açısı ilişkisini gösteren bir çizgi grafiği oluşturun.

Kırılma Açısı



Işığın rengi

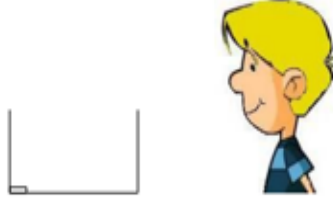
SONUÇ

1. Gelme açısı ve ortamların yoğunluğu aynı iken ışık rengini değiştirdiğinizde kırılma açısı değişti mi?

2. Deney sonucunda ulaştığımız verileri inceleyerek hipotezinizin doğru olup olmadığını tartışınız.

3. Prizmadan geçen beyaz ışık kırılıp renklerine ayrıldığında en çok kırılan ve en az kırılan ışık rengi hangisidir? Yaptığınız deney ile ilişkilendirerek açıklayınız.

GÖRÜNÜR DERİNLİK



Emir fen bilimleri dersinde yaptığı bir deneyde, cam kabın içine madeni para koyarak parayı göremeyecek şekilde kaba bakıyor. Öğretmeni cam kaba yavaşça su eklediğinde Emir madeni parayı gördüğünü fark ediyor.

Araştırma Sorusu: Emir'in su eklenmeden önce yani kap boşken parayı görememesi ancak su ekledikten sonra görmesinin sebebi ne olabilir? Aşağıya tahmininizi yazınız.

Tahmin:

Araç Gereçler

Bardak

Madeni para

Su

Veri Toplama

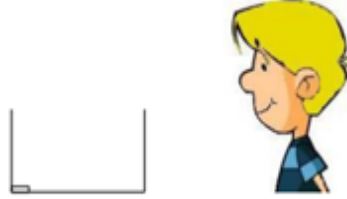
- Bardağın içine madeni parayı yerleştirin.
- Parayı göremeyecek şekilde bardağın içine bakın.
- Bu sırada arkadaşınız bardağa yavaşça paranın yerini değiştirmeyecek şekilde az miktarda su eklemeye başlasın.

Deney sonucunda gözlemlediklerinizi aşağıda ki kutucuğa yazınız



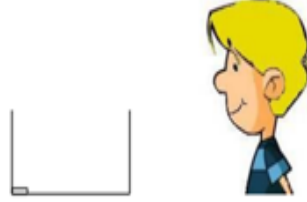
Sonuç

1. Cam kap boşken madeni parayı göremediniz. Bunu şekil üzerinde ışık ışınları çizerek açıklayınız.

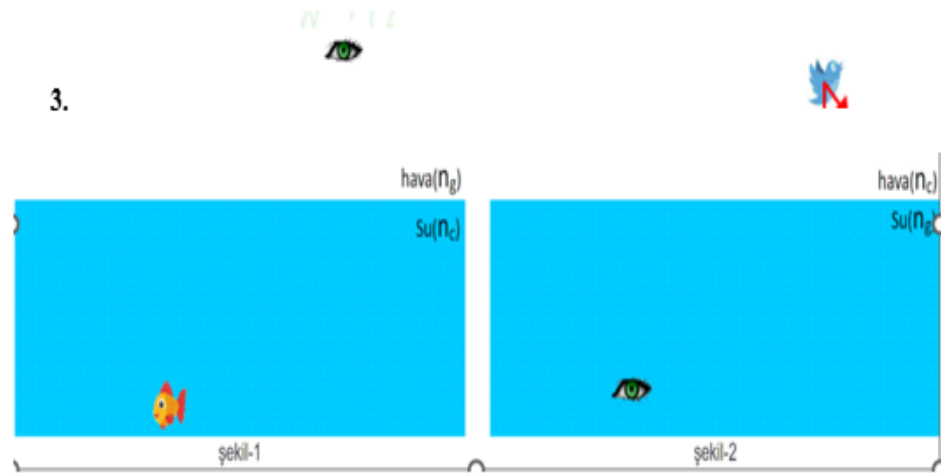


Açıklama:

2. Cam kaba su eklendikten sonra parayı nasıl görebildiğinizi ışık ışınları çizerek ve ortamların kırıcılıklarını, normale yaklaşma veya uzaklaşma kavramlarını da kullanarak açıklayınız.



Açıklama:



- ❖ Şekil 1 de yer alan gözlemci balığı nerede görür? Şekil üzerinde çizerek ortamların kırıcılıklarını, normale yaklaşma veya uzaklaşma kavramlarını da kullanarak açıklayınız.
- Şekil 2 de yer alan gözlemci kuşu nerede görür? Şekil üzerinde çizerek ortamların kırıcılıklarını, normale yaklaşma veya uzaklaşma kavramlarını da kullanarak açıklayınız

EK-3. Ders Gözlem Formu

Gözlem Formu	Evet	Hayır
Öğrenciler gruplara ayrıldı.		
Derse kazanımın yapısına uygun bir giriş yapıldı.		
Hedef davranışlar öğrencilere tanıtıldı.		
Öğrencilere konu hakkında görüşleri soruldu.		
Öğrencilerin ön bilgileri sorgulandı ve yeni öğrenmeler ile bağ kuruldu.		
Öğrencilerin kazanıma dair gözlem ve bilgi alışverişi yapmasına olanak sağlandı.		
Öğrenciler konu ile ilgili araştırma sorusundan hareketle hipotez kurdular		
Öğrenciler hipotezlerine uygun değişkenleri belirlediler.		
Öğrenciler hipotezlerini test edecekleri simülasyon/deney araç gereçleri ile deneyi gerçekleştirdi.		
Öğrenciler, deneyden elde ettikleri sayısal verileri tabloya kaydetti.		
Öğrenciler tablodaki verilerden yararlanarak grafik çizdi.		
Öğrenciler araştırma sonuçlarından genellemelere ulaşarak konuyu özetledi		
Öğrencilerin aktif katılımı sağlandı.		
Öğrenciler öğrendikleri bilgileri gerçek yaşam durumları ile kıyasladı.		
Zamanı verimli kullandı.		
Öğretmen süreçte öğrencilere rehberlik ederek öğrencileri yönlendirdi.		

EK-4. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği

BİLİMSSEL SÜREÇ BECERİLERİ ÖLÇEĞİ

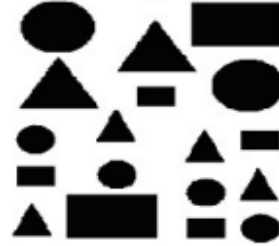
1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi sadece gözlem sonucunu yansıtmaktadır?
A) Bitkiler büyümüş, iyi sulanmış olmalı.
B) Heykel, altından yapılmış gibi görünüyor.
C) Duvardaki tablo dikdörtgendir.
D) Binanın duvarlarında çatlaklar var, depremden olmalı.
2. Aşağıdaki ifadelerden hangisi sadece gözlem sonucuna dayalı olarak oluşturulmuştur?
A) Metal kırmızı, sıcak olmalı.
B) Akvaryumdaki balıklar turuncu renkli ve benekli.
C) Araba kaza yapmış, yoldaki buzdan olmalı.
D) Ev ahşaptan yapılmış gibi görünüyor.
3. Aşağıda verilen malzemeleri iki grupta sınıflandırmanız isteniyor. . Bu sınıflamayı doğru olarak yapabilmek için aşağıdaki seçeneklerden hangisi en uygundur?

Süt, sabun, zeytinyağı, peynir, su, buz, meyve suyu, ceviz, elma, ıspanak, zeytin

- A) Süt ürünleri ve meyveler
- B) Katılar ve sıvılar
- C) Meyveler ve sebzeler
- D) Süt ürünleri ve sebzeler

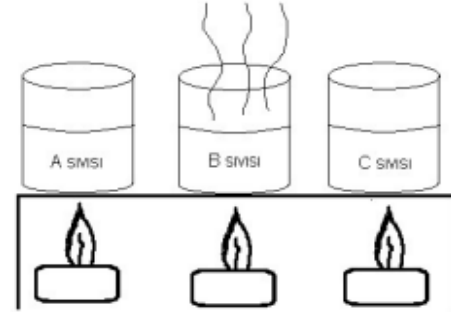
4. Yanda bazı şekiller verilmiştir. Bu şekillerin tümünü göz önüne alarak nasıl bir sınıflandırma yapabilirsiniz?

- A) Üçgen ve dikdörtgen şekiller
- B) Kare ve yuvarlak şekiller
- C) Dikdörtgen ve yuvarlak şekiller
- D) Büyük ve küçük şekiller



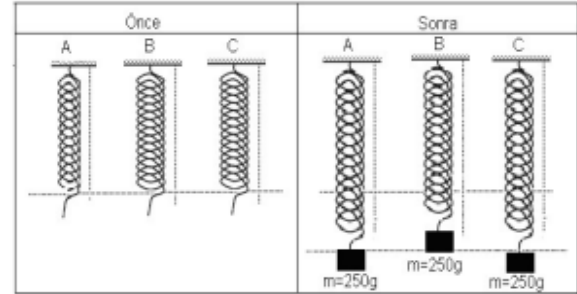
5. Yandaki şekilde özdeş kaplar içinde aynı hacme sahip üç sıvı bulunmaktadır. Bu sıvılar, özdeş ocaklarla aynı sürede ısıtılmaktadır. Belli bir süre sonra B sıvısının kaynadığı gözlenmiş ve derhal deney sonlandırılmıştır. Bu verilere dayalı olarak aşağıdaki çıkarımlardan hangisini yapabilirsiniz?

- A) A ve B sıvısı aynıdır, çünkü B sıvısının kaynaması önemli değildir.
- B) A ve C sıvısı aynıdır, çünkü B sıvısı kaynadığı anda ikisi de kaynamamıştır.
- C) B ve C sıvıları aynı değildir, çünkü B sıvısı kaynamıştır.
- D) A, B ve C sıvıları aynıdır, çünkü kaynama önemli değildir.



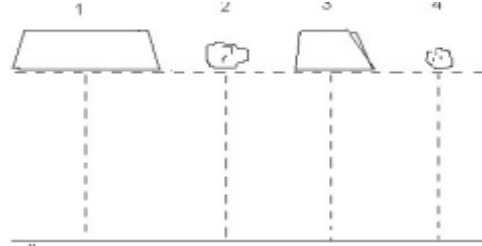
6. Yandaki şekilde görüldüğü gibi aynı boya sahip üç yaya 250 gramlık kütleler asılmıştır. A ve C yaylarının uzama miktarları aynıyken, B yayı daha az uzamıştır. Bu verilere dayalı olarak aşağıdaki çıkarımlardan hangisi doğrudur?

- A) A ve B yayı özdeşdir, çünkü farklı uzama miktarları önemli değildir.
- B) A ve C yayı özdeşdir, çünkü aynı uzama miktarlarına sahiptir.
- C) B ve C yayı özdeş değildir, çünkü farklı uzama miktarlarına sahiptir.
- D) Üç yayda özdeşdir, çünkü uzama miktarları önemli değildir.



7. Dört adet özdeş kâğıda yandaki şekilde görüldüğü gibi farklı şekiller veriliyor. Kâğıtlar aynı yükseklikten ilk hızlız yere bırakılıyor. Kâğıtlardan hangisinin en önce yere düşeceğini tahmin ediyorsunuz? (Hava sürtünmesi vardır)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4



8) Merve bitkinin büyümesinde suyun etkisini araştırmaktadır. Özdeş iki saksı bitkisi alıp birine hiç su vermezken, diğerine haftada bir 100 ml su verir. Su haricindeki diğer tüm koşulları her iki bitki içinde aynı (özdeş) tutar. Merve birkaç hafta sonra gözlemlerine dayalı olarak deney raporunu oluşturur. Siz başka bir değişken eklemeksizin onun bu deneyi geliştirmesi için ne önerebilirsiniz?

- A) Her iki bitkiye de daha çok besin vermek
B) Farklı iki çeşit saksı bitkisi ve onlara farklı miktarda su eklemek
C) Farklı miktarlarda suyun ekleneceği, daha fazla sayıda özdeş saksı bitkisi hazırlamak
D) Farklı miktarlarda suyun ekleneceği, farklı türden saksı bitkileri hazırlamak

9) Aynı miktar ve yoğunlukta ancak farklı sıcaklıklarda su içeren özdeş kapların içerisine özdeş demir parçaları bırakılmaktadır.

Deney Öncesi					
Deney Sonrası					

Yukarıdaki şekle bakarak nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz?

- A) Özdeş demir parçalarının konulduğu suyun sıcaklığı arttıkça, demir parçalarının genleşme miktarı azalır.
B) Farklı demir parçalarının konulduğu suyun sıcaklığı azaldıkça, demir parçalarının genleşme miktarı artar.
C) Özdeş demir parçalarının konulduğu suyun sıcaklığı arttıkça, demir parçalarının genleşme miktarı artar.
D) Özdeş demir parçaların konulduğu suyun yoğunluğu arttıkça, demir parçalarının genleşmesi azalır.

10) Aşağıdaki tabloda arabanın hızı, yakıt miktarı ve yakıtı konan katkı maddesi miktarı verilmiştir. Bu verilere göre arabanın hızı ile yakıt miktarı arasında nasıl bir hipotez kurabilirsiniz?

Arabanın hızı (km/h)	70 km/h	40 km/h	60 km/h	50 km/h
Arabanın yakıt miktarı (lt)	5.6 lt	6.5 lt	5.9 km/h	6.2 km/h
Katkı maddesi (gr)	100 gr	100 gr	100 gr	100 gr

- A) Arabaya konan katkı maddesi miktarı artarsa, yakıt miktarı artar.
B) Arabanın hızı artarsa, yakıt miktarı artar.
C) Arabanın hızı artarsa, yakıt miktarı azalır.
D) Arabanın motor hacmi artarsa yakıt miktarı artar.

11) Aşağıdaki tabloda arabanın hızı, yakıtı konan katkı maddesi ve yakıt miktarı verilmiştir. Bu verilere göre yakıtı konan katkı maddesi ile yakıt miktarı arasında nasıl bir hipotez kurabilirsiniz?

Arabanın hızı (km/h)	90 km/h	90 km/h	90 km/h	90 km/h
Katkı maddesi (gr)	200 gr	150 gr	250 gr	100 gr
Arabanın yakıt miktarı (lt)	5.8 lt	5.9 lt	5.7 lt	6.0 lt

- A) Arabaya konan katkı maddesi miktarı artarsa, yakıt miktarı azalır.
B) Arabanın hızı azalırsa, yakıt miktarı azalır.
C) Arabaya konan katkı maddesi miktarı artarsa, yakıt miktarı artar.
D) Arabanın kütlesi artarsa, yakıt miktarı artar.

12) Oğulcan, bitkilerin büyümesinde ışığın etkisini araştırmak istiyor. Oğulcan'ın deney yaparken aşağıdaki yöntemlerden hangisini kullanması gerekir?

- A) Farklı bitkiler almalı, onlara farklı miktarda ışık vermeli ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.
B) Özdeş bitkiler almalı, onları karbondioksit oranı yüksek ortama koymalı ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.
C) Özdeş bitkiler almalı, onlara farklı miktarda ışık vermeli ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.
D) Farklı bitkiler almalı, onlara farklı miktarda su vermeli ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.

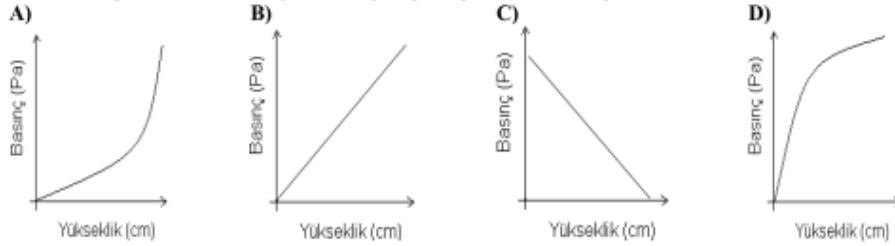
13) Ece, iletkenin cinsi ile iletkenin direnci arasındaki ilişkiyi araştırmak istiyor. Bu problemine çözüm bulabilmek için nasıl bir deney yapmalıdır?

- A) Özdeş iletkenler almalı ve farklı gerilimler vererek dirençleri ölçmeli.
- B) Aynı kesit ve uzunlukta, farklı cinsten iletkenler almalı ve aynı gerilim vererek dirençleri ölçmeli.
- C) Aynı kesit ve uzunlukta, farklı cinsten iletkenler almalı ve farklı gerilim vererek dirençleri ölçmeli.
- D) Özdeş iletkenler almalı ve aynı gerilimi vererek dirençleri ölçmeli.

14) Melih sıvıların basıncı ile sıvı yüksekliği arasındaki ilişkiyi araştırmak için deney yapmıştır. Bir behere farklı yüksekliklerde özdeş sıvı eklemiş, her defasında sıvının basıncını ölçmüştür. Aşağıdaki tabloda deneyden elde edilen veriler görülmektedir.

Özdeş beherler					
Yükseklik (cm)	4 cm	8 cm	2 cm	6 cm	10 cm
Basıncı (Pa)	0,4 Pa	0,8 Pa	0,2 Pa	0,6 Pa	1 Pa

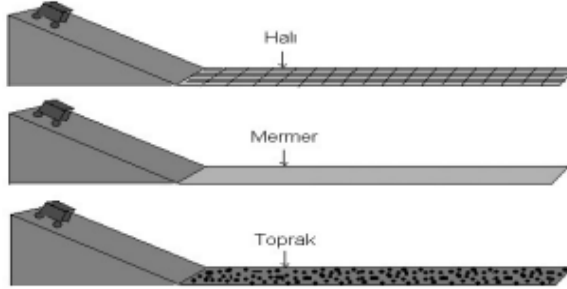
Tablodaki verilere göre sıvının basınç-yükseklik grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



15. Handan, tuz miktarının suyun kaynama noktasına etkisini araştırmak istiyor. Handan'a nasıl bir deney yapmasını önerirsiniz?

- A) Özdeş kaplar alarak içine aynı hacme sahip su koymalı ve her birine farklı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kapları kaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.
- B) Özdeş kaplar alarak içine farklı hacme sahip su koymalı ve her birine farklı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kapları kaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.
- C) Özdeş kaplar alarak içine farklı hacme sahip su koymalı ve her birine aynı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kapları kaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.
- D) Özdeş kaplar alarak içine aynı hacme sahip su koymalı ve her birine aynı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kapları kaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.

Senaryo: Burak, oyuncak arabanın aldığı yolda farklı zeminlerin etkisini araştırmak için bir deney yapmıştır. Burak, deney düzeneğini hazırlarken, aşağıdaki şekilde görülen özdeş eğik düzlemleri kullanmış ve eğik düzlemin hemen altına aynı en ve boyda sahip üç farklı zemin (halı, mermer, toprak) yerleştirmiştir. Burak daha sonra farklı zeminlerde oyuncak arabanın aldığı yolu gözlemiştir.



16) Yukarıdaki senaryoya göre, araştırmanın problemi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Arabanın aldığı yolda farklı zeminlerin etkisi var mıdır?
- B) Arabanın aldığı yolda eğimin etkisi var mıdır?
- C) Arabanın aldığı yolda arabanın kütlesinin etkisi var mıdır?
- D) Arabanın aldığı yolda arabanın hızının etkisi var mıdır?

17) Yukarıdaki senaryoya göre, araştırmanın hipotezi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Araba ne kadar ağır olursa, aldığı yol o kadar artar.
- B) Araba ne kadar yüksekte bırakılırsa, aldığı yol artar.
- C) Zeminin pürüzü arttıkça, arabanın aldığı yol azalır.
- D) Arabanın hızı arttıkça, aldığı yol artar.

18) Yukarıdaki senaryoya göre, araştırmanın bağımlı değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Arabanın kütlesi
- B) Arabanın hızı
- C) Zeminin cinsi
- D) Arabanın aldığı yol

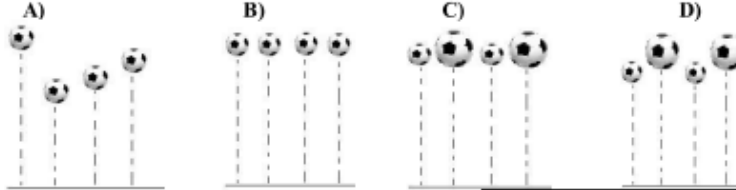
19) Yukarıdaki senaryoya göre, araştırmanın bağımsız değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Arabanın kütlesi
- B) Arabanın hızı
- C) Zeminin cinsi
- D) Arabanın aldığı yol

20) Yukarıdaki senaryoya göre araştırmanın kontrol değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yataydaki zeminin cinsi
- B) Arabanın kütlesi
- C) Arabanın aldığı yol
- D) Arabanın yatay zemindeki ortalama hızı

21) Ahmet, topun zıplama yüksekliğinin, bırakıldığı yükseklikle ilişkisini araştırmak istiyor. Ahmet bu problemi cevaplayabilmek için aşağıdaki seçeneklerde verilen deney düzeneklerinden hangisini tercih etmelidir?



Araştırma Konusu: Serkan, özdeş yaylara asılan farklı kütlelerin yayın uzama miktarı üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Bu amaçla yandaki şekilde görülen deney düzeneklerini tasarlayarak araştırmasını yapmış, elde ettiği verileri de tabloya kaydetmiştir.

Önce		Sonra			
1	2	3	4		

EK-5. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Kullanım İzni



Kübra Akdoğan

Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Kullanım İzni

2 İleti

Kübra Akdoğan

22 Ocak 2023 15:58

Alıcı:

Sayın Hocam

Ben Kübra Akdoğan, 1

Fen Bilgisi öğretmeniyim. Aynı zamanda Gazi Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans yapmaktayım. Sanal, Uygulamalı ve Karma Laboratuvar Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisine yönelik tez çalışması yapmaktayım. Araştırmam da sizin 2012 yılında geliştirmiş olduğunuz Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeğinizden atıf kurallarına uyarak yararlanmak istediğimi tarafınıza bildirir, söz konusu ölçeği kullanabilmem için gerekli izni vermenizi temenni ederim. Saygılarımla.

Prof. Dr. Bulent AYDOĞDU

22 Ocak 2023 19:52

Alıcı: Kübra Akdoğan <

Kübra hanım merhaba, ilgili ölçeği çalışmanızda kullanabilirsiniz, iyi çalışmalar..

Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU
Afyon Kocatepe Üniversitesi

EK-6. Işığın Kırılması Kavramsal Anlama Ölçeği

Bu anket sizin ışıkla ilgili kavramlara ilişkin düşüncelerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu konuda sizin görüşleriniz çok önemli olup yanıtlarınızın doğru ya da yanlış olması önemli değildir. Her bir soru için ayrılan açıklama bölümlerine cevabınızı yazınız ve gerekiyorsa şekil çiziniz.

Ad:

Soyadı:

Cinsiyeti:

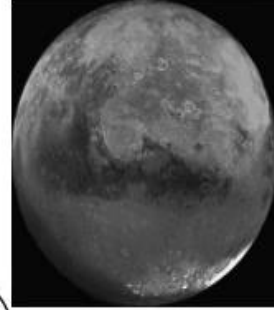
Kız:

☐

Erkek:

☐

1. Ali ile Can bulutsuz bir gecede, bir lazer ışın kaynağını açarak Mars gezegenine doğru tutuyorlar. Ali ve Can bu konuda konuşuyorlar;



Siz, Ali ile Can'ın ifadelerinden hangisine katılıyorsunuz? Nedenini açıklayınız.

Ali ☐

Can ☐

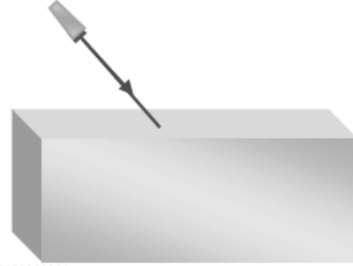
Açıklamanız:.....
.....



2. Su dolu bir bardağın içine koyulan bir kalem kırılmış gibi görünür. Sizce neden böyledir?

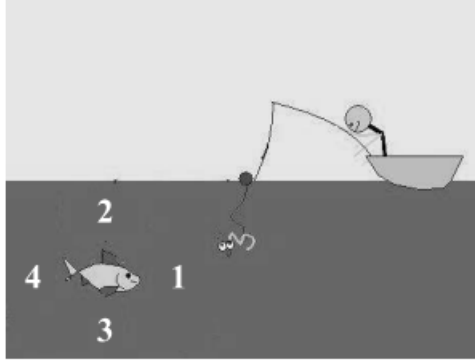
Açıklamanız:.....

3. Bir lazer ışını, havadan cama doğru şekildeki gibi gönderiliyor. Lazer ışınının cama girince izleyeceği yolun nasıl olacağını şekil üzerinde çizerek gösteriniz. Çiziminizin gerekçesini açıklayınız.



Açıklamanız:.....

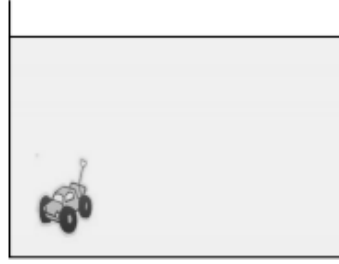
4. Balık tutan bir çocuk denizin içindeki balığı numaralandırılmış yerlerden hangisinde görür? Şekil üzerinde çizerek açıklayınız.



- ☐ Olduğu yerde
- ☐ 1 numaralı yerde
- ☐ 2 numaralı yerde
- ☐ 3 numaralı yerde
- ☐ 4 numaralı yerde

Açıklamanız:.....

5. Burak arabasıyla oynarken arabasını yanlışlıkla havuza düşürüyor. Burak'ın havuzun dibinde bulunan arabasını görebilmesi için arabadan gelen ışık ışınlarının izleyeceği yolu şekil üzerinde gösteren bir çizim yapınız ve çiziminizin neden böyle olduğunu açıklayınız. (Tek bir ışık ışını ile çizim yapabilirsiniz.)



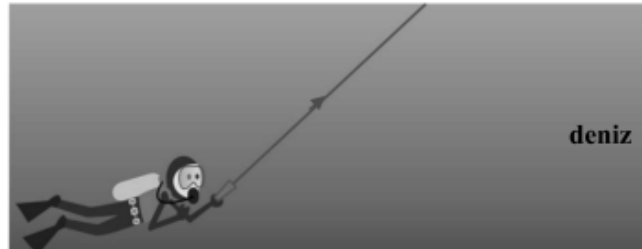
Bura

Açıklamanız:.....
.....
.....
.....

6. Aşağıdaki iki farklı duruma ait soruları açıklayınız.

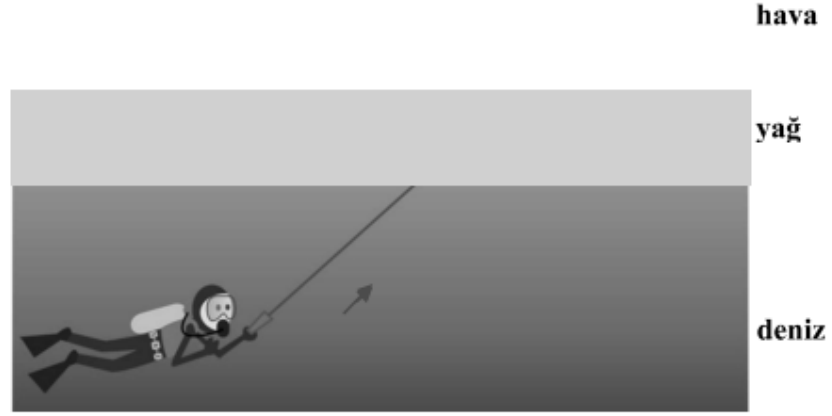
A) Şekilde görüldüğü gibi bir dalgıç su yüzeyine doğru lazer ışını göndermektedir. Sizce lazer ışınının izleyeceği yol nasıl olur? Şekil üzerine çiziniz ve çiziminizin gerekçesini aşağıda kısaca açıklayınız.

hava



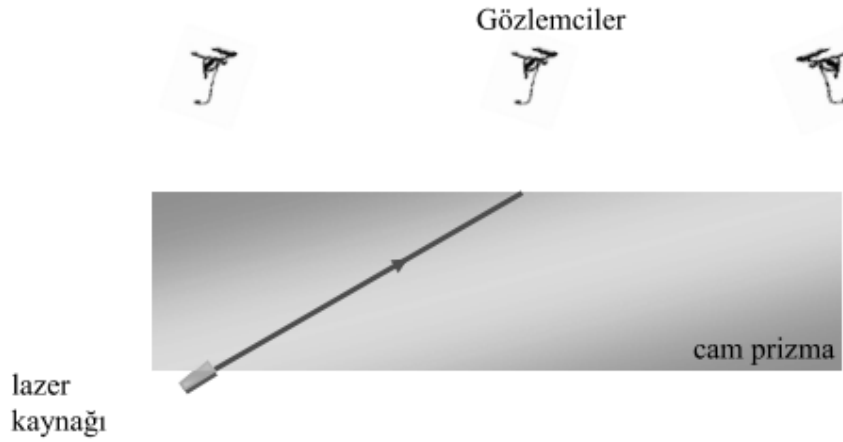
Açıklamanız:.....
.....

B) Dalgıcın yüzdüğü ortamda tanker devriliyor ve suyun yüzeyi yağ ile kaplanıyor. Dalgıç suyun yüzeyine ışık tutuyor. Işık ışınları sizce nasıl bir yol izler? Şekil üzerine çiziniz ve çiziminizin gerekçesini aşağıda kısaca açıklayınız.



Açıklamanız:.....
.....

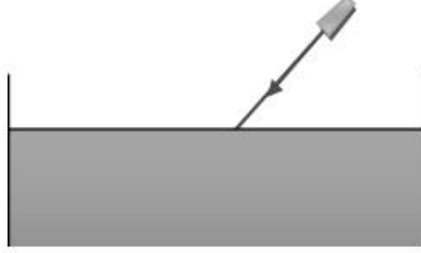
7.



Bir cam prizmaya şekildeki gibi bir lazer ışını gönderiliyor. Gözlemciler, prizmanın üst tarafından bakıyor. Fakat gözlemcilerin hiçbiri lazer ışınını göremiyorlar. Bunun sebebi sizce ne olabilir?

Açıklamanız:.....
.....
.....

8. Su dolu bir kaba şekildeki bir lazer ışını tutuluyor. Lazer ışınının suya girince izleyeceği yolun nasıl olacağını şekil üzerinde çizerek gösteriniz. Çiziminizin gerekçesini açıklayınız.



Açıklamanız:.....
.....
.....
.....

9.



**Prizmayı güneş ışığına
tuttuğum zaman
gökkuşağındaki gibi renk
dizilimini elde ediyorum.**

Isaac Newton'ın yaptığı deney sonucunda gökkuşağındaki gibi renklerin oluşmasının sebebi sizce ne olabilir?

Açıklamanız:.....
.....
.....

10. Yıldızlı bir gecede gökyüzüne baktığınızda, yıldızların göz kırpar gibi göründüklerini farketmiş olmalısınız. Sizce bu olayın nedeni ne olabilir? Bu olaya ilişkin tahminlerinizi açıklayınız. İsterseniz ışık ışınları çizerek gösterebilirsiniz.

Açıklamanız:.....
.....
.....
.....
.....

Çizim:



11.



Bir Fen bilimci bir de Sosyal bilimci yukarıdaki fotoğraflarda görülen serap olayı ile ilgili olarak tartışıyorlar.



Sizce Fen Bilimci'nin serap olayının oluşumu ile ilgili söylediği bu ifadeyi nasıl tamamlaması gerekir?

Açıklamanız:.....
.....
.....

EK-7. Gazi Üniversitesi Etik Komisyon İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 06.03.2023-E.603995



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-603995
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

06.03.2023

Dağıtım Yerlerine

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı **Yüksek Lisans Öğrencisi Kübra AKDOĞAN'ın, Dr.Öğr.Üyesi Meltem IRMAK'ın** danışmanlığında yürüttüğü **"Sanal, Uygulamalı ve Karma Laboratuvar Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi"** adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **21.02.2023** tarih ve **03** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2023 - 241

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste
DAĞITIM
Gereği:
Sayın Dr. Öğr. Üyesi Meltem IRMAK

Bilgi:
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

EK-8. Yozgat İl Milli Eğitim Müdürlüğü İzni



T.C.
YOZGAT VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-55005497-20-73006477

24/03/2023

Konu : Araştırma İzni
(Kübra AKDOĞAN)

VALİLİK MAKAMINA

- İlgi: a) Millî Eğitim Bakanlığının 21/01/2020 tarihli ve 1563890 sayılı Araştırma Uygulama İzinleri 2020/2 Nolu Genelgesi.
b) Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün 17.03.2023 tarihli ve E-80287700-302.08.01-615330 (72735187) sayılı yazısı.

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans öğrencisi Kübra AKDOĞAN'ın, Dr. Öğr. Üyesi Meltem IRMAK danışmanlığında yürüttüğü "Sanal, Uygulamalı ve Karma Laboratuvar Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi" konulu tez çalışmasını ilimiz genelindeki resmi imam-hatip ortaokullarında uygulayabilmesi isteğine ait ilgi (b) yazı ve ekleri ilişikte sunulmuştur.

Söz konusu araştırmanın, gönüllülük esasına dayanmak koşuluyla ilgi (a) Genelgeye, Türkiye Cumhuriyeti Anayasasına, Millî Eğitim Temel Kanununa ve Türk Millî Eğitiminin genel amaçlarına aykırılık teşkil etmeyecek ve eğitim öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde; 2022-2023 eğitim öğretim yılı içerisinde ilimiz genelindeki resmi imam-hatip ortaokullarında uygulanmasında herhangi bir sakınca bulunmamakta olup, Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Yusuf YAZICI
İl Milli Eğitim Müdürü

OLUR
24/03/2023

Adnan KAYIK
Vali a.
Vali Yardımcısı



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR