T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

FEN BİLİMLERİ DERSİNDE SANAL LABORATUVAR UYGULAMALARIYLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ BEYİN TEMELLİ ÖĞRENME YAKLAŞIMININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARI, MOTİVASYONLARI VE 21. YÜZYIL BECERİLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Ceyda BALCI ÇÖMEZ

(Doktora Tezi)

İstanbul, 2025

T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

FEN BİLİMLERİ DERSİNDE SANAL LABORATUVAR UYGULAMALARIYLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ BEYİN TEMELLİ ÖĞRENME YAKLAŞIMININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARI, MOTİVASYONLARI VE 21. YÜZYIL BECERİLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE IMPACT OF THE BRAIN-BASED LEARNING APPROACH ENRICHED WITH VIRTUAL LABORATORY APPLICATIONS IN SCIENCE LESSONS ON MIDDLE SCHOOL STUDENTS' ACADEMIC ACHIEVEMENT, MOTIVATION AND 21st CENTURY SKILLS

Ceyda BALCI ÇÖMEZ

(Doktora Tezi)

Danışman

Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM

İstanbul, 2025

Tüm kullanım hakları

M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.

© 2025

Uluslararası Eğitim Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. 17-19 KASIM 2022

15. ESERA (Avrupa Bilim Araştırma Derneği) Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. 28 AĞUSTOS-1 EYLÜL 2023

16. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. 4-7 EYLÜL 2024

ONAY

Ceyda BALCI ÇÖMEZ tarafından hazırlanan “Fen Bilimleri Dersinde Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarıları, Motivasyonları ve 21. Yüzyıl Becerileri Üzerine Etkisinin İncelenmesi” konulu bu çalışma, 09/01/2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda aşağıdaki jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuş ve Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	**İmza**
TEZ DANIŞMANI	Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM	
JURİ ÜYESİ	Prof. Dr. Hakan AKÇAY	
JURİ ÜYESİ	Prof. Dr. İlknur GÜVEN	
JURİ ÜYESİ	Doç. Dr. Elif BENZER	
JURİ ÜYESİ	Prof. Dr. Işıl KOÇ SARI	

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Ceyda BALCI ÇÖMEZ

EĞİTİM

2012-2015	Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı
2008-2012	Adnan Menderes Üniversitesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı
2004-2008	Adnan Menderes Anadolu Lisesi

İŞ DENEYİMİ

2013-	Yunus Emre İmam Hatip Ortaokulu/ İstanbul

ETİK BEYANI

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

- Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmamda yararlandığım eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

09/01/2025

Ceyda BALCI ÇÖMEZ

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanması ve yürütülmesi sürecinde akademik ve manevi desteğini esirgemeyen, yol gösterici rehberliği ve sonsuz anlayışıyla her zaman yanımda olan; karşılaştığım her zorlu süreçte beni cesaretlendiren değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM'a en derin teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme sürecinde ve tez savunmasında yer alarak sürecin tamamında desteklerini bir an olsun esirgemeyen, her koşulda bana rehberlik eden değerli hocalarım Prof. Dr. İlknur Güven'e ve Prof. Dr. Hakan Akçay'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca tez savunmamda yer alarak görüş ve önerileri ile katkı sağlayan değerli hocalarım Doç. Dr. Elif Benzer'e ve Prof. Dr. Işıl Koç Sarı'ya çok teşekkür ederim.

Bu uzun ve zorlu süreçte, bilgisi ve içten arkadaşlığıyla her zaman yanımda olan sevgili yol arkadaşım Hatice Cansu Özpir'e, bu araştırmanın uygulama sürecinde, ilgi ve katılımlarıyla çalışmamı anlamlı kılan sevgili öğrencilerime teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olan, sevgileri ve destekleriyle beni bugünlere getiren, çalışmalarım boyunca her türlü fedakârlığı gösteren canım annem Yıldız Balcı'ya, abim Cafer Balcı'ya, çalışmam boyunca bütün derdimi çeken, sevgisini, ilgisini bir an olsun eksik etmeyen sevgili eşim Onur Çömez'e ve bu süreçte gülüşüyle ilham kaynağım olan biricik kızım Ayliz'e çok teşekkür ederim. İyi ki varsınız.

Son olarak, her zaman bana herkesten daha çok güvenen, sözümü tuttuğumu bir yerlerden gururla izlediğine inandığım, varlığını hep hissettiğim ve hissedeceğim canım babam İlyas Balcı'ya, sonsuz teşekkür ediyorum.

ÖZET

Teknolojik araçlar ve modern yaklaşımlar, bireysel öğrenme hızına uygun içerikler sunarak öğrencilerin ilgisini çekmekte ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda, fen eğitiminde yenilikçi yaklaşımların ve teknolojilerin kullanımının önemli olduğu düşünülmektedir. Beyin temelli öğrenme yaklaşımı, öğrenmenin nörolojik temellerine dayalı olarak bireysel farklılıkları gözeten ve öğrencilerin öğrenme sürecini daha etkili hale getirmeyi amaçlayan bir model sunmaktadır. Bunun yanı sıra, sanal laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin fen bilimleri derslerinde soyut kavramları somutlaştırmasına ve deneyerek öğrenmesine olanak tanıyan etkili teknolojik araçlar olarak değerlendirilmektedir. Bu araştırmada, yedinci sınıf "Işığın Maddeyle Etkileşimi" ünitesinde farklı öğretim yöntemlerinin öğrenciler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sanal ve gerçek laboratuvar uygulamaları, beyin temelli öğrenme yaklaşımı, bu iki yöntemin birleşimiyle zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme modeli ve mevcut öğretim programı kullanılarak; öğrencilerin akademik başarıları, fen öğrenimine yönelik motivasyonları, 21. yüzyıl becerileri, öğrenme ortamlarına bakışları ve öğrenme süreçlerine ilişkin görüşleri değerlendirilmiştir.

Araştırmada nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma araştırma desenlerinden gömülü (iç içe geçmiş) desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2021- 2022 eğitim öğretim yılında İstanbul ili Sultangazi ilçesindeki bir ortaokulda öğrenim gören dört yedinci sınıf oluşturmaktadır. Uygulamanın yapıldığı sınıflar belirlenirken seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada dört ayrı deney grubu oluşturulmuştur. Birinci deney grubunda sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı (BTÖS); ikinci deney grubunda gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı (BTÖL); üçüncü deney grubunda sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programı (ÖPS); dördüncü deney grubunda ise gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programı (ÖPL) kullanılarak dersler işlenmiştir. Araştırmada nitel ve nicel veri toplama araçları kullanılarak veri toplanmıştır. Nicel veri toplama aracı olarak Işık konusuna yönelik akademik başarı testi, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği ve fen öğreniminde 21.yüzyıl becerileri ölçeği kullanılmıştır. Nitel veri toplama aracı olarak yarı-yapılandırılmış görüşmeler formu ve öğrenci günlükleri kullanılmıştır. Araştırmada beyin temelli öğrenme yaklaşımının ilkeleri doğrultusunda, Jensen'in yedi aşamalı beyin temelli öğrenme planlaması esas alınarak

çalışma yaprakları ve ders planları hazırlanmıştır. Işık konusu ile ilgili deneyler, BTÖS ve ÖPS uygulamalarının yapıldığı gruplarda sanal laboratuvar ortamın, BTÖL ve ÖPL uygulamalarının yapıldığı gruplarda ise gerçek malzemelerle laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçlarının ön test ve son test uygulamaları ile görüşmelerin yapılması süreci araştırma kapsamında 10 hafta sürmüştür. Veri toplama araçlarından elde edilen nicel verilerin analizinde, bir istatistik paket programı kullanılarak betimsel ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Nitel verilerin analizinde ise içerik analizi yönteminden yararlanılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, beyin temelli öğrenmenin akademik başarı, fen öğrenmeye yönelik motivasyon (özellikle araştırma, performans ve iletişime yönelik motivasyon alt boyutları) ve 21. yüzyıl becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Sanal laboratuvar uygulamalarının ise akademik başarı üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı, ancak 21. yüzyıl becerileri ölçeğinin bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme alt boyutuna ve fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeğinin araştırma, performans ve iletişime yönelik motivasyon alt boyutlarına olumlu etkiler sağladığı tespit edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda ise, akademik başarı, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve 21. yüzyıl becerilerine yönelik en etkili uygulamanın sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımına ilişkin öğrenci görüşlerinin olumlu yönde olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının fen bilimleri derslerinde kullanılması önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Sanal laboratuvar, laboratuvar, beyin temelli öğrenme, fen öğretimi, motivasyon, 21. yüzyıl becerileri.

ABSTRACT

Technological tools and modern approaches capture students' interest by offering content tailored to individual learning speeds and help them develop 21st-century skills. In this context, it is considered important to use innovative approaches and technologies in science education. The brain-based learning approach presents a model that aims to make the learning process more effective by considering individual differences based on the neurological foundations of learning. Additionally, virtual laboratory applications are regarded as effective technological tools that allow students to concretize abstract concepts and learn through experimentation in science courses. This research examines the effects of different teaching methods on students in the seventh grade "Interaction of Light with Matter" unit. By using virtual and hand-on laboratory applications, the brain-based learning approach, a brain-based learning model enriched by combining these two methods, and the current teaching program; students' academic achievements, motivations towards learning science, 21st-century skills, views on learning environments, and opinions about the learning process were evaluated.

A mixed research design combining quantitative and qualitative research methods, specifically the embedded design, was used in the study. The study group consisted of four seventh-grade classes in a middle school in the Sultangazi district of Istanbul during the 2021-2022 academic year. While determining the classes where the application was carried out, the non-random sampling method of purposive sampling was used. Four separate experimental groups were created in the study. In the first experimental group, the brain-based learning approach enriched with virtual laboratory applications (BBLV); in the second experimental group, the brain-based learning approach enriched with real laboratory applications (BBLH); in the third experimental group, the teaching program enriched with virtual laboratory applications (TPV); and in the fourth experimental group, the teaching program enriched with hands-on laboratory applications (TPH) were used to conduct the lessons. Both qualitative and quantitative data collection tools were used to collect data in the research. Quantitative data collection tools included an academic achievement test on the topic of light, a motivation scale for learning science, and a 21st-century skills scale in science learning. Qualitative data collection tools included semi-structured interview forms and student diaries. In the research, in line with the principles of the brain-based learning approach, study sheets and lesson plans were prepared based on Jensen's seven-stage brain-

based learning planning. Experiments related to the topic of light were conducted in virtual laboratory environments in the BBLV and TPV groups, and in laboratory environments with real materials in the BBLH and TPH groups. The process of pre-test and post-test applications of the data collection tools and conducting interviews lasted 10 weeks within the scope of the research. Descriptive and statistical analyses were performed using a statistical software package for analyzing the quantitative data obtained from the data collection tools. For the analysis of qualitative data, the content analysis method was used.

According to the findings, it was determined that brain-based learning had positive effects on academic achievement, motivation towards learning science (especially in the sub-dimensions of research, performance, and communication motivation), and 21st-century skills. It was found that virtual laboratory applications did not create a significant difference in academic achievement but had positive effects on the sub-dimension of meaningful learning through the use of information technology in the 21st-century skills scale and on the sub-dimensions of research, performance, and communication motivation in the motivation scale for learning science. Comparisons between groups revealed that the most effective application for academic achievement, motivation towards learning science, and 21st-century skills was the brain-based learning approach enriched with virtual laboratory applications. Additionally, it was determined that students' opinions about the brain-based learning approach enriched with virtual and hands-on laboratory applications were positive. It is recommended that activities based on the brain-based learning approach enriched with virtual laboratory applications can be used in science classes.

Keywords: Virtual laboratory, laboratory, brain-based learning, science teaching, motivation, 21st-century skills**.**

İÇİNDEKİLER

ONAY ..... **i**
ÖZGEÇMİŞ ..... **ii**
ETİK BEYANI ..... **iii**
ÖNSÖZ ..... **iv**
ÖZET ..... **v**
ABSTRACT ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
BÖLÜM I: GİRİŞ **1**
1.1. Problem Durumu 1
1.2. Araştırmanın Amacı 5
1.3. Araştırmanın Önemi 6
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları 10
1.5. Araştırmanın Varsayımları 10
1.6. Araştırma Tanımları ve Kısaltmalar 10
BÖLÜM II. KAVRAMSAL ÇERÇEVE **12**
2.1. Fen Eğitimi 12
2.2. Beyin ve Öğrenme 12
2.2.1. Beynin biyolojik yapısı ve öğrenme 13
2.2.2. Öğrenmeyi sağlayan sinir hücreleri 16
2.3. Beyin Temelli Öğrenme 18
2.3.1. Beyin temelli öğrenmenin ilkeleri 20
2.3.2. Beyin temelli öğrenmeye uygun öğrenme ortamları 22
2.3.3. Beyin temelli planlama 26
2.4. Beyin Temelli Öğrenme ve Fen Eğitimi 33
2.5. Fen Eğitiminde Laboratuvar Türleri 35
2.5.1. Gerçek laboratuvar uygulamaları 36
2.5.2.Sanal laboratuvar uygulamaları 36
2.5.3. Laboratuvar uygulamalarının karşılaştırılması 38
2.6. Motivasyon 40

2.7. 21. Yüzyıl Becerileri 41
2.8. İlgili Alanyazın 44
2.8.1. Ulusal alanda yapılan çalışmalar 44
2.8.1.1.Beyin temelli öğrenme ile ilgili çalışmalar 44
2.8.1.2.Sanal laboratuvar uygulamalarıyla ilgili çalışmalar 49
2.8.1.3.Teknoloji destekli beyin temelli öğrenmeyle ilgili çalışmalar 51
2.8.2. Uluslararası alanda yapılan çalışmalar 53
2.8.2.1. Beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile ilgili çalışmalar 53
2.8.2.2. Sanal laboratuvar uygulamalarıyla ilgili çalışmalar 54
2.8.2.3.Teknoloji destekli beyin temelli öğrenmeyle ilgili araştırmalar 56
BÖLÜM III. YÖNTEM 60
3.1. Araştırmanın Modeli 60
3.1.1. Nicel araştırma yöntemi 62
3.1.2. Nitel araştırma yöntemi 63
3.2. Çalışma Grubu 63
3.3. Araştırma Ortamının Özellikleri 64
3.4. Veri Toplama Araçları 67
3.4.1. Nicel veri toplama araçları 67
3.4.1.1. Işık konusuna yönelik akademik başarı testi (IKYABT) 67
3.4.1.2. Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği (FÖYMÖ) 73
3.4.1.3. Fen öğreniminde 21. yüzyıl becerileri ölçeği (FÖBÖ) 73
3.4.2. Nitel veri toplama araçları 74
3.4.2.1. Öğrenci günlükleri 74
3.4.2.2. Yarı-yapılandırılmış görüşme formu 74
3.5. Etkinliklerin Geliştirilmesi ve Uygulama Süreci 76
3.5.1. Jensen'in beyin temelli planlama aşamalarına uygun çalışma yapraklarının geliştirilmesi 76
3.5.1.1. Laboratuvar etkinliklerinin geliştirilmesi 78
3.5.2. Uygulama süreci 86
3.5.2.1. BTÖS grubundaki uygulamalar 87
3.5.2.2. BTÖL grubundaki uygulamalar 88
3.5.2.3. ÖPS grubundaki uygulamalar 89
3.5.2.4. ÖPL grubundaki uygulamalar 89
3.6. Verilerin Analizi 93

3.6.1. Nicel verilerin analizi 94
3.6.2. Nitel Verilerin Analizi 95
3.7. Araştırmanın Güvenirlik ve Geçerliği 96
3.7.1. Güvenirlik 96
3.7.2. Geçerlik 97
BÖLÜM IV: BULGULAR 99
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 99
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 103
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular 113
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular 126
4.4.1. Öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşmelere ilişkin bulgular 127
BÖLÜM V: SONUÇ VE TARTIŞMA 144
5.1. Sonuç ve Tartışma 144
5.1.1. Birinci alt probleme yönelik sonuç ve tartışma 144
5.1.2. İkinci alt probleme yönelik sonuç ve tartışma 147
5.1.3. Üçüncü alt probleme yönelik sonuç ve tartışma 151
5.1.4. Dördüncü alt probleme yönelik sonuç ve tartışma 156
5.2. Öneriler 159
5.2.1. Araştırma sonularına yönelik öneriler 159
5.2.2. Araştırmacılara ve kurumlara yönelik öneriler 160
KAYNAKÇA 163
BÖLÜM IV: EKLER 184
EK 1. Başarı Testi Belirtke Tablosu 184
EK 2. Işık Konusuna Yönelik Akademik Başarı Testi 185
EK 3. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Kullanım İzni 191
EK 4. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği 192
EK 5. 21. yüzyıl Beceri Ölçeği Kullanım İzni 194
EK 6. Fen Öğreniminde 21.yüzyıl Beceri Ölçeği 195
EK 7. Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Sürecine Yönelik Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu 198
EK 8. Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Sürecine Yönelik Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu 199
EK 9. Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programına Dayalı Öğretim Sürecine Yönelik Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu 200

EK10. Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programına Dayalı Öğretim Sürecine Yönelik Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu 201
EK 11. Öğrenci Günlüğü 202
EK 12. Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Sürecine Yönelik Geliştirilen Çalışma Yaprakları 204
EK 13. Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Sürecine Yönelik Geliştirilen Çalışma Yaprakları 253
EK 14. Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programına Dayalı Geliştirilen Çalışma Yaprakları 301
EK 15. Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programına Dayalı Geliştirilen Çalışma Yaprakları 322
EK 16. MEB Araştırma İzni 341
EK 17. Marmara Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulu Onayı 342
EK 18. Veli Onam Formu 343
EK 19. Uygulamalara İlişkin Öğrenci Fotoğrafları 345

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Beyin Yarım Küreleri ve Fonksiyonları 15
Tablo 2.2. Beyin Temelli Öğrenmenin Temel Noktaları ve Uygulama Aşamaları 23
Tablo 2.3. Laboratuvar Türlerinin Avantaj ve Dezavantajları 39
Tablo 3.1. Araştırmanın Faktöriyel Tasarıma İlişkin Gruplar 62
Tablo 3.2. Deneysel Desen 63
Tablo 3.3. Grupların Cinsiyete İlişkin Dağılımları 64
Tablo 3.4. Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri 70
Tablo 3.5. Başarı Testinin Madde Güçlüğü, Madde Ayırt Ediciliği ve t – testi Sonuçları . 71
Tablo 3.6. Başarı Testi Test Analiz Sonuçları 72
Tablo 3.7. Konu ve Gruplara İlişkin Laboratuvar Etkinliklerinin Bulunduğu Çalışma Yaprakları 79
Tablo 3.8. Araştırma Kapsamında Kullanılan Laboratuvar Uygulamalarına İlişkin Çalışma Yapraklarının Dönüştürülmesi 80
Tablo 3.9. Konu ve Gruplara İlişkin Kullanılan Çalışma Yaprakları 84
Tablo 3.10. Gruplarda Uygulanan Örnek Ders Planı 91
Tablo 3.11. Araştırmada Kullanılan Veri Analizleri 93
Tablo 4.1. Grupların Başarı Testi Ön Test- Son Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları ve Merkezi Eğilim Ölçüleri 99
Tablo 4.2. Grupların Başarı Testi Ön Test Puanlarına İlişkin Tek Yönlü Anova Sonuçları 100
Tablo 4.3. Tek Yönlü Anova ve İkili Karşılaştırma Sonuçları 100
Tablo 4.4. Grupların Öğretim Yöntemi ve Laboratuvar Türüne Göre Başarı Testi Ön Test, Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri 101
Tablo 4.5. Tekrarlı Ölçümler İçin Anova Analiz Sonuçları 101
Tablo 4.6. Grupların Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Ön Test- Son Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları ve Merkezi Eğilim Ölçüleri 103
Tablo 4.7. Grupların Ön Testlerine İlişkin Anova Sonuçları 105
Tablo 4.8. Tek Yönlü Anova ve İkili Karşılaştırma Sonuçları 106
Tablo 4.9. Gruplarının Öğretim Yöntemi ve Laboratuvar Türüne Göre Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Toplam ve Alt Boyutlar İçin Ön Test, Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri 108

Tablo. 4.10. Laboratuvar ve Öğretim Türü Değişkenlerinin Bağımlı Değişkenler Üzerindeki Etkisini Bulmak İçin Yapılan Varyans Analizi Sonuçları 109
Tablo 4.11. Laboratuvar Türü Değişkenin Etkisine İlişkin İkili Karşılaştırma Sonuçları 111
Tablo 4.12. Öğretim Türü Değişkenin Etkisine İlişkin İkili Karşılaştırma Sonuçları 112
Tablo 4.13. Grupların FÖBÖ Test- Son Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları ve Merkezi Eğilim Ölçüleri 114
Tablo 4.14. Grupların FÖBÖ Ön Testlerine İlişkin Anova Sonuçları 117
Tablo 4.15. Tek Yönlü Anova Sonuçları 118
Tablo 4.16. Gruplarının Öğretim Yöntemi ve Laboratuvar Türüne Göre 21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği Toplam ve Alt Boyutlar İçin Ön Test, Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri 121
Tablo 4.17. Varyans Analizi Sonuçları 123
Tablo 4.18. İkili Karşılaştırma Sonuçları 125
Tablo 4.19. Yapılan İkili Karşılaştırma Sonuçları 126
Tablo 4.20. Öğrenme Ortamlarına İlişkin Öğrenci Görüşleri 127
Tablo 4.21. Öğrencilerin Etkinlikleri Yaparken Zorlandığı Noktalara İlişkin Görüşleri .. 128
Tablo 4.22. Öğrencilerin Deney Yaparken Kendilerini Güçlü ve Zayıf Gördüğü Yönlerine İlişkin Görüşler 130
Tablo 4.23. Farklı Uygulamaların Öğrencilerin Motivasyonlarına Etkisine İlişkin Görüşler 131
Tablo 4.24. Yapılan Etkinliklerin Öğrencilere Katkılarına İlişkin Olumlu Öğrenci Görüşleri 133
Tablo 4.25. Öğrencilerin Uygulama Sürecindeki En Beğendiği ve En Beğenmediği Yönler ve Nedenlerine İlişkin Görüşler 135
Tablo 4.26. Fen Bilimleri Dersinin Bu Şekilde İşlenmesinin Tercih Edilmesine İlişkin Öğrenci Görüşleri 137
Tablo 4.27. Nicel ve Nitel Sonuçlar 139

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Beynin Temel Bölümleri 13
Şekil 2.2. Sinir Hücresinin Yapısı 16
Şekil 2.3. Zenginleştirilmiş Çevrede Sinir Hücrelerinin Yapısı. 17
Şekil 3.1. Gömülü Desen Modeli 61
Şekil 3.2. Veri Toplama Araçları 67
Şekil 3.3. Doldurulan Örnek Çalışma Yaprakları 88
Şekil 4.1. Grupların Katılıma Yönelik Alt Boyut Son Test Puan Ortalamalarının Laboratuvar ve Öğretim Türüne İlişkin Grafik 113

BÖLÜM I: GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

21. yüzyıl, bilim ve teknolojinin hızlı bir gelişim ve dönüşüm geçirdiği bir çağdır. Bu değişiklikler bireylerin sahip olması gereken bazı yeni becerileri de beraberinde getirmektedir. 21. yüzyıl becerileri olarak belirtilen bu beceriler bilgiyi ezberlemekten ziyade, onu anlamlandırabilmeyi gerektirmektedir. Bu bağlamda eleştirel düşünebilen, yeni fikirler üretebilen, problem çözebilen, girişimci ve nitelikli bireylerin yetiştirilmesi ön plana çıkmaktadır. Bu değişimin gerisinde kalmamak ve nitelikli bireyler yetiştirmek için toplumlar öğretim programlarını bu yönde yenilemektedirler. Yenilenen öğretim programlarından biri de Fen öğretim programıdır. Ülkemizde 2018 ve 2024 yıllarında yenilenen fen öğretim programlarında kazandırılmak istenen becerilerde 21. yüzyıl insanını yetiştirme çabası ortak nokta olmuştur. 2024 yılında yenilenen fen öğretimi programı, eğitimi sadece bilgi aktarımıyla sınırlamayan; ahlaki, kültürel ve manevi değerlere dayalı bir anlayışı benimser. Bu model, öğrencilerin entelektüel, duygusal, sosyal ve manevi gelişimlerini bütüncül bir yaklaşımla ele alarak, onları 21. yüzyıl becerilerine sahip çok yönlü bireyler olarak yetiştirmeyi hedefler (MEB,2024).

Fen öğretim programında 21. yüzyıl becerileri paralelinde bireylerin sahip olması gereken beceriler arasında yenilikçilik, problem çözme, teknolojiyi kullanabilme, eleştirel ve analitik düşünme gibi beceriler vurgulanmaktadır (MEB, 2024). Ayrıca Fen bilimleri alanında 21. yüzyıl becerilerinin derslere entegre edilmesinin önemine vurgu yapılmaktadır (Chai, Deng, Tsai, Koh ve Tsai, 2015). 21.yüzyıl becerilerine sahip nitelikli bireylerin yetiştirilmesi hedefleri doğrultusunda fen bilimleri öğretim programında öğrencinin aktif olarak katılımının esas alındığı öğretim sürecinin önemi vurgulanmıştır. Öğrenciyi merkeze alan ve aktif katılımını sağlayan yaklaşımlardan biri de beyin temelli öğrenme yaklaşımıdır (Duman, 2015).

Beyin temelli öğrenme, öğrenmenin beyinde nasıl gerçekleştiğini ve beynin öğrenme sürecinde nasıl çalıştığını anlamaya yönelik nörofizyolojik araştırmalara dayanan bir yaklaşımdır. Anlamlı ve kalıcı bir öğrenme ve öğretme için, öğrenmenin gerçekleştiği beynin biyolojik yapısının ve işleyiş kurallarının benimsenmesi ve öğretme sürecinin bu işleyiş kurallarına göre yapılandırılması gerekmektedir (Caine ve Caine, 2002). Duman

(2015)'e göre beyin ve işlevselliği ne kadar iyi bilinirse, anlamlı ve etkili öğrenmenin nasıl gerçekleştiği anlaşılmış olacaktır. Her öğrencinin farklı bir beyin yapısı olduğu görüşünden hareketle öğrencilerin bireysel özelliklerini dikkate alan beyin temelli öğrenme yaklaşımı "Beyinde öğrenme nasıl gerçekleşir?", "Çevresel, duyusal, psikolojik vb. faktörlerin öğrenme üzerindeki olumlu ve olumsuz yanları nelerdir?", "Öğrenmede etkili olan faktörler nasıl organize edilebilir?" gibi konularına odaklanmakta ve eğitimcilere destek sağlamayı amaçlamaktadır (Palavan, 2018). Beyin temelli öğrenme tehdit ve stresten uzak, düşünmeye sevk eden aktif bir öğrenme ortamını sağladığı için, öğrenenlerin derse olan ilgi, tutum, motivasyon ve başarılarına olumlu yönde katkı sağlamaktadır (Caine ve Caine, 2002; Yıldırım, 2010; Akyürek, 2012). Jensen (2008)'e göre beyin temelli öğrenme ortamlarında öğrenenlere daha fazla kontrol ve sorumluluk verilmeli; sınıf ritüelleri, projeleri, kuralları, prosedürleri oluşturulurken öğrenenlerin sürece dâhil edilmeli; kendi özgür duygularını, düşüncelerini yansıtan bir öğrenme ortamı oluşturulmalıdır. Bununla birlikte bu süreçte grup çalışmaları desteklenmeli ve beynin her iki lobunu da aktif bir şekilde kullanma imkânı sağlayan farklı yöntem ve teknikler tercih edilmelidir. Bu bağlamda deney ve gözleme önem veren fen bilimleri dersi için aktif öğrenme ortamı sunan yöntemlerin başında laboratuvar uygulamaları akla gelmektedir (Hofstein ve Lunetta, 2004).

Laboratuvar uygulamaları öğrencilere bilimsel çalışmanın; gözlem yapma, sınıflandırma, veri toplama, açıklama ve deney yapma gibi bilimsel süreç becerilerini geliştirme konusunda önemli katkılar sağlamaktadır (Aydoğdu ve Kesercioğlu 2005). Ancak öğretmenin yeterli bilgi ve beceriye sahip olmaması, okullarda fen laboratuvarı bulunmaması, araç ve gereç eksikleri, sınıf mevcudunun kalabalık olması gibi durumlar sebebiyle laboratuvar uygulamaları etkili bir şekilde yapılamamaktadır (Ürey ve Aydın, 2014). Bu nedenle öğretim kurumlarında laboratuvar uygulamalarına yönelik sınırlılıkları ortadan kaldırması, zamandan ve mekândan bağımsız, etkileşimli ve güvenlikli bir öğrenme ortamı sunduğu için sanal laboratuvarlara olan ilgi artmaktadır (Altun, Feyzioğlu ve Demirağ, 2011).

Sanal laboratuvarlar, öğrencilerin deney yaparak teorik bilgilerini uygulama fırsatı buldukları, öğrencileri araştırmaya teşvik eden, yaratıcılıklarını geliştiren ve öğrenme merakını gideren üst düzey simülasyonlardır. Sanal laboratuvarlarda benzetim ve modelleme ile soyut kavramları somutlaştırma, öğrenenlerin bireysel hızına göre öğrenmeyi kolaylaştırma, tehlikeli ve gerçekleştirilmesi mümkün olmayan deneyleri mekândan

bağımsız olarak tekrar tekrar gerçekleştirebilme imkânı sunmaktadır. Ayrıca öğrenme ortamını görsel ve işitsel bakımdan zenginleştirerek, öğrenenlerin zevkli ve kalıcı öğrenmeleri gerçekleştirmesini sağlamaktadır (Güven ve Sülün, 2012).

Fen bilimleri derslerinin genel amaçları arasında öğrencilerin temel fen kavramlarını öğrenmeleri, günlük yaşamlarına aktarmaları, sınıf ve ödevlerinde olumlu bir şekilde çalışmaları yer almaktadır (Yenice, Saydam ve Telli, 2012). Seviye ne olursa olsun öğrencilerin öğrenme motivasyonuna ihtiyaçları vardır (Karakaya, Avgın ve Yılmaz, 2018). Motivasyon, bireyin bir amaç için aynı anda eylemde bulunmasını, eylemleri gerçekleştirmesini ve sonlandırmasını sağlayan en önemli faktördür. Çünkü motivasyonu yüksek öğrenciler, motivasyonu düşük öğrencilere göre sınıf içi etkinlik ve sorumluluklarda daha fazla çaba gösterme gayretinde bulunurlar (Wolters ve Rosenthal, 2000). Fene yönelik motivasyonu arttırılan öğrencilerin, sınıf içi etkinliklere daha çok katılmakta ve bunun sonucu olarak akademik başarıları da artmaktadır (Yenice vd., 2012). Miller (2004) öğrenme amacıyla kullanılan teknolojilerin beyin temelli öğrenmeye destek olduğunu ve motivasyonu arttırdığını savunmuştur. Beyin temelli öğrenme, öğrencilerin motivasyonlarını artırarak öğrenme süreçlerini daha etkili ve kalıcı hale getirirken; teknolojinin ve sanal laboratuvarların kullanımı, öğrencilerin hem duygusal hem de bilişsel yönlerini destekleyerek akademik başarıyı artıran önemli araçlar olarak öne çıkmaktadır.

Beyin temelli öğrenme, öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden ve öğrenme süreçlerine duygusal bağlanmayı artıran bir yaklaşım olarak tanımlanabilir (Duman, 2015). Bu bağlamda, sanal laboratuvarlar, öğrencilere bilimsel kavramları deneyimleme imkânı sunarak bu aktif katılımı pekiştiren bir araç olarak öne çıkmaktadır (Yıldırım, 2021). De Jong, Linn ve Zacharia (2013) gerçekleştirdiği araştırmada, sanal laboratuvarların öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine olanak sağladığı vurgulanmıştır. Öğrenme sürecinde duygusal bağlılık, başarıyı etkileyen önemli bir faktördür. Sanal laboratuvarlar, öğrencilerin ilgisini çekerek duygusal katılımı artırma potansiyeline sahiptir. Bu durum, beyin temelli öğrenmenin temel bir bileşeni olan olumlu duyguların öğrenmeyi pekiştirme işleviyle örtüşmektedir (Caine ve Caine, 2002). Öğrenciler, sanal laboratuvarlar aracılığıyla kendi hızlarında ilerleyebilme fırsatına sahip olarak ve hatalarını güvenli bir ortamda düzelterek motivasyonlarını artırabilirler (Schunk ve Zimmerman, 2008). Beyin temelli öğrenme, her öğrencinin benzersiz bir öğrenme tarzına sahip olduğu gerçeğini vurgulamaktadır (Caine ve Caine, 2002). Bu bağlamda, sanal laboratuvarlar, öğrencilere

kendi hızlarında çalışmalarına imkân tanıyarak bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun bir öğrenme ortamı yaratır (De Jong vd., 2013). Örneğin, bazı öğrenciler deneyleri daha hızlı tamamlayabilirken, diğerleri daha fazla zamana ihtiyaç duyabilir. Bu esneklik, sanal laboratuvarların sunduğu olanaklar sayesinde mümkün hale gelir. Ayrıca, sanal laboratuvarlar, öğrencilere anında geri bildirim sunma imkânı tanır. Bu geri bildirim, beyin temelli öğrenme stratejileriyle birleşerek öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirmektedir (Jensen, 2008). Öğrenciler, hatalarını anında görüp düzeltme şansı bulduklarında, öğrenme süreçleri daha etkili ve verimli bir hale gelmektedir.

Sonuç olarak, beyin temelli öğrenme ve sanal laboratuvar uygulamalarının entegrasyonu, öğrenci başarısını arttırma potansiyeline sahiptir. Bu iki yaklaşımın bir arada kullanımı, öğrencilerin bilimsel kavramları daha derinlemesine kavramalarını, duygusal düzeyde bağ kurmalarını ve bireysel öğrenme gereksinimlerine uygun şekilde öğrenme süreçlerini şekillendirmelerini sağlamakta etkili olmaktadır. Yapılan çalışmalarda beynin, sol ve sağ loblardan oluştuğu kabul edilir. Bu çalışmalar sonucunda beynin sol yarım küresinin bilgiyi parçalara bölerek algıladığı, sağ yarı küresinin ise bilgiyi bir bütün olarak algılayıp işlediği belirlenmiştir (Caine ve Caine, 1995). Öğrenme sırasındaki işitsel, görsel ve fiziksel deneyimlerin öğrenmeye katkı sağladığı ve aynı anda beynin her iki yarım küresinin işlevini artırdığı belirtilmektedir (Caine ve Caine, 1995). Benzer şekilde sınıfta teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmak birden çok duyu organına hitap ettiğinden öğrenmeyi daha kalıcı hale getirecektir. Fen eğitimi alanında yapılan çalışmalarda beyin temelli öğrenme ve sanal laboratuvar uygulamalarının birleşiminin, öğrenme süreçlerini olumlu yönde etkilediğine dair çalışmalar bulunmaktadır (Bozan, 2022; Wulansari, Suarni ve Widiana, 2020; Al-Balushi ve Al-Balushi, 2018; İnci, 2014; Oktay- Esen, 2014; Paliç, 2009; Keleş, 2007). Wulansari, Suarni ve Widiana (2020) yapmış oldukları çalışmada animasyon temelli beyin temelli öğrenme modelinin öğrencilerin fen bilimleri dersi akademik başarılarına olumlu yönde bir etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Keleş (2007) çalışmasında geliştirdiği beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyalinin öğrenci başarısını arttırmada oldukça etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu bağlamda beyin temelli öğrenme sürecinde sanal laboratuvarların kullanımının anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayacağı söylenebilir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı; Beyin temelli öğrenme yaklaşımının ve sanal laboratuvar uygulamalarının ışık konusunun öğretilmesinde yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, motivasyonlarına, 21. yüzyıl becerilerine, öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine etkisinin incelenmesidir.

Bu amaç doğrultusunda dört ayrı deney grubu oluşturulmuştur. Birinci deney grubunda sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı (BTÖS), ikinci deney grubunda gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı (BTÖL), üçüncü deney grubunda sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programı (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programı (ÖPL) ile dersler işlenmiştir.

Araştırmanın problem cümlesi "Beyin temelli öğrenme yaklaşımının ve sanal laboratuvar uygulamalarının ışık konusunun öğretilmesinde yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, motivasyonlarına, 21. yüzyıl becerilerine, öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine etkisi nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir. Araştırmanın alt problemleri aşağıda verilmiştir.

Birinci deney grubunda, sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı (BTÖS), ikinci deney grubunda gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı (BTÖL), üçüncü deney grubunda sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programı (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programı (ÖPL) uygulanmıştır. Buna göre aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır;

1) Deney gruplarında gerçekleştirilen uygulamaların ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi nasıldır?
2) Deney gruplarında gerçekleştirilen uygulamaların ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisi nasıldır?
3) Deney gruplarında gerçekleştirilen uygulamaların ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin fen öğreniminde 21.yüzyıl becerilerine etkisi nasıldır?
4) Deney gruplarında gerçekleştirilen uygulamalarla ilgili öğrencilerin öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine ilişkin görüşleri nasıldır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Fen eğitiminin amacı, araştıran, sorgulayan, eleştirel düşünebilen, problemlere yenilikçi çözümler getirebilen fen okuryazarı bireyler yetiştirmektir. Fen bilimleri dersinde öğrenciler anlamlı bir öğrenme gerçekleştirilirse bilgi kalıcı hale getirilebilir. Yani öğrenci bilgiyi ezberlememeli beyinde anlamlı hale getirmelidir. Bu nedenle, öğretimde öğrencilerin gözlem yapabilen, deney yapabilen, tartışabilen ve araştırabilen bireyler olarak yetişmeleri, öğretme-öğrenme ortamında öğrenciyi merkeze alan öğretim yöntemlerinin uygulanmasıyla mümkün olabilmektedir (Özden, 2005). Öğrenciyi merkeze alan öğretim yaklaşımlarından biri de, öğrenmenin beyinde nasıl gerçekleştiği üzerinde duran, kalıcı ve anlamlı öğrenmelerin hangi koşullar altında daha iyi gerçekleştiğini açıklamaya çalışan beyin temelli öğrenme yaklaşımıdır (Caine ve Caine, 2002). Beyin temelli öğrenme modellerinin kullanıldığı öğrenme süreçlerinin, gerçek hayatta daha etkili olacağı (Winter, 2019), öğrencilerin bilişsel yapılarını geliştirerek öğrenmelerini kolaylaştıracağı (Yaşar, 2017) ve öğretmenlere yardımcı olmayı amaçlayan öğrenci merkezli bir yaklaşım sunduğu belirtilmiştir. Ayrıca, bu modellerin, öğrencilerin düşünme yeteneklerini zorlayarak, stres ve tehditten uzak bir öğrenme ortamı yaratma potansiyeli taşıdığı (Purnama, 2016) ve öğrencilerin öğrenme ile deney yapma becerilerini geliştirdiği (Sani, Rochintaniawati ve Winarno, 2019) tespit edilmiştir. Bu bilgilerden hareketle, söz konusu sınavlarda ve 21. yüzyıl beklentilerini karşılayabilen bireylerin yetiştirilme sürecinde, eğitimde yeni yaklaşımlardan biri olan beyin temelli öğrenmeye yönelik çalışmaların yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Fen eğitiminde beyin temelli öğrenmenin akademik başarı üzerinde olumlu etkiler yarattığını gösteren birçok çalışmanın bulunmaktadır (Özden, 2005; Erduran Avcı, 2007; Aydın, 2008; Öner, 2008; İnci, 2010; Yıldırım, 2010; Yücel, 2011; Akyürek, 2012; Gürer, 2012; Albayrak, 2013; Çakıroğlu, 2014; Kılıç, 2018 ve Albayrak, 2019; Kahraman, 2021). Bununla birlikte fen eğitiminde beyin temelli öğrenme yaklaşımının motivasyonu ve bilimsel süreç becerilerine olumlu yönde etkisinin olduğuna ilişkin çalışmalar da bulunmaktadır (Yıldırım, 2010; Akyürek, 2012; Kahraman, 2021).

Alanyazında fen eğitiminde teknolojik uygulamalarla destekli beyin temelli öğrenmeye ilişkin sınırlı sayıda çalışma olduğu tespit edilmiştir. Gürer (2012), beyin temelli öğrenmeye dayalı bir web destekli fen ve teknoloji dersinin öğrenci başarısı ve fen dersine karşı tutum üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında, deney ve kontrol gruplarında başarı ve tutum

açısından anlamlı bir fark bulunmadığını tespit etmiştir. Buna karşın Oktay- Esen (2014), sekizinci sınıf "Kuvvet ve Hareket" ünitesinin teknoloji destekli beyin temelli öğrenmeye dayalı etkinliklerle işlenmesinin öğrencilerin başarılarına ve hatırlama düzeylerine olumlu yönde bir etkisi olduğunu belirlemiştir. Al-Balushi ve Al-Balushi (2018) çalışmalarında, beyin temelli öğrenme, teknoloji destekli beyin temelli öğrenme ve öğretim programına dayalı öğretim yöntemlerinin öğrenci başarısı ve hatırlama düzeylerine etkilerinikarşılaştırmışlardır. İki deney grubu ve bir kontrol grubuyla yapılan bu çalışmada, teknoloji destekli beyin temelli öğrenmenin öğrenci başarısını arttırmada daha etkili olduğunu ancak hatırlama düzeylerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Laboratuvarlar, etkili ve kalıcı öğrenmelerin sağlandığı, öğrencilerin aktif katılım gösterdiği öğrenme ortamları olduğu için fen eğitiminde sıkça kullanılmaktadır (Pınar ve Dönel Akgün, 2021). Ancak, çeşitli nedenlerle okullarda laboratuvarların verimli bir şekilde kullanılmaması, teknolojik gelişmelerin etkisiyle sanal laboratuvarların eğitimde daha fazla ön plana çıkmasına neden olmaktadır. Sanal laboratuvarlarla gerçek laboratuvarların öğrenci başarısı üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, sanal laboratuvar uygulamalarının, sanal olmayan laboratuvar uygulamalarına göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Koç Ünal, 2019; Demir, 2018; Duman ve Avcı, 2016; Ürey ve Aydın, 2014; Olympiou ve Zacharia, 2012; Farrokhnia ve Esmailpour, 2010). Buna karşın alanyazında sanal ve gerçek laboratuvarın öğrenci başarısında anlamlı bir fark yaratmadığı ancak sanal laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği grubun puan ortalamalarının daha yüksek olduğu ve sanal laboratuvara yönelik öğrenci görüşlerinin olumlu olduğu sonuçlarını bulan bazı çalışmalar da mevcuttur (Aydın, 2018; Demir, 2018). Aydın (2018) deneysel çalışmasında sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının asit baz konusunda kullanımının öğrenci başarısına ve sanal laboratuvara ilişkin öğrenci görüşlerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda her iki gruptaki öğrencilerin başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmazken, deney grubu öğrencilerinin sanal laboratuvarda ders işlemekten zevk aldıklarını ve sanal laboratuvar uygulamasının öğrenmelerine katkı sağladığını görüşlerini belirttiklerini tespit etmiştir. Benzer şekilde Demir (2018) deneysel çalışmasında fen bilimleri dersi kuvvet ve hareket ünitesinde kullanılan sanal laboratuvarın, öğrenci başarısına ve sanal laboratuvara yönelik öğrenci görüşlerine görüşlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda her iki grubun puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı ancak sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısını arttırmada etkili olduğu ve öğrencilerin sanal laboratuvarı eğlenceli bulduklarını,

sanal laboratuvarın konuyu daha anlaşılır hale getirdiği ve görsellik sağladığı yönünde görüşlerinin olduğunu belirlemiştir.

Ortaokul yedinci sınıf fen bilimleri dersinde "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesi, öğrencilerin soyut kavramları anlamada yaşadığı zorluklar nedeniyle öğretim sürecini olumsuz etkilemektedir (Taber, 2002). Bu bağlamda, ışık konusunun daha iyi anlaşılabilmesi için somut örneklerle ve anlaşılır bir dil kullanılarak açıklamalar yapılması gerekmektedir. Ayrıca ışık konusu, deneylerle desteklenerek çok daha etkili bir şekilde öğrencilere aktarılabilir. Özellikle sanal laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin fiziksel laboratuvar ortamında gerçekleştiremeyecekleri deneyleri güvenli bir şekilde yapmalarına olanak tanıyarak, öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirmektedir. Fen eğitiminde sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının karşılaştırıldığı çalışmalarda fen bilimlerindeki fizik konularından kuvvet ve enerji (Pınar ve Dönel Akgül, 2021), elektrik (Koç Ünal, 2019), kuvvet ve hareket (Demir, 2018), madde ve ısı (Duman ve Avcı, 2016), ışık ve ses (Çinici, Özden, Akgün, Ekici ve Yalçın, 2013) gibi soyut kavramlar içeren fen konuları üzerinde yapıldığı ve öğrenci başarısını arttırmada sanal laboratuvarlar lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar ışık konusu gibi soyut ve anlaşılması zor konuların sanal laboratuvar uygulamalarıyla gerçekleştirilen deneylerle daha iyi anlaşıldığını göstermektedir. Ayrıca, beyin temelli öğrenme yaklaşımının uygulanması, öğrencilerin bilişsel, duygusal ve sosyal boyutlarını dikkate alarak öğrenme ortamını zenginleştirmeyi hedeflemektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin deneylere aktif katılımını da teşvik ederek, duyusal uyarımları artırmakta ve önceki bilgileri ile yeni bilgileri ilişkilendirmelerine yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak, ışık konusunun öğretiminde sanal laboratuvar uygulamaları ile beyin temelli öğrenme yaklaşımının entegrasyonu, öğrencilerin soyut kavramları daha iyi anlamalarına katkı sağlayacak yenilikçi bir öğretim modeli sunmaktadır. Öte yandan fen eğitimi alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde ışık konusunun öğretilmesinde sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle araştırmanın ortaokul yedinci sınıf ışık konusunda yapılması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

Fen eğitimi alanında beyin temelli öğrenmenin motivasyona etkisinin incelendiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Yıldırım, 2010; Akyürek, 2012). Benzer şekilde sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının motivasyona etkisinin karşılaştırıldığı yalnızca bir çalışma bulunmaktadır (Saleh, 2012) Bu bağlamda farklı öğretimsel yöntemlerin

öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisini incelemesi bakımından alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Beyin temelli öğrenme yaklaşımında; öğrenme sürecinde ne kadar çok duyuya hitap edilirse, öğrenmenin o kadar kalıcı ve etkili olacağı vurgulanmaktadır (Jensen, 2008). Demir (2018) çalışmasında sanal laboratuvarların içeriğindeki yer alan hareketli görüntülerin kalıcı öğrenmeler sağlayabileceğini ifade etmiştir. Demiroğları (2021), beyin temelli öğrenme sürecinde sınıf ortamının düzenlenmesinin önemine dikkat çekerek, öğrenmenin etkin bir şekilde gerçekleşebilmesi için görsel ve işitsel materyallerin ortama uygun bir biçimde tasarlanması gerektiğini ve bilişim ile iletişim teknolojileriyle donatılmış ortamların sağlanmasının kritik olduğunu vurgulamıştır. Öğrenme ortamında, tüm sınıfa hitap eden etkinliklerde, iş birliğine dayalı grup çalışmalarında veya öğrencilerin bireysel olarak katıldığı çalışmalarda, belirlenen hedeflere ulaşabilmek için sanal laboratuvarların kullanılmasının, beyin temelli öğrenme yaklaşımıyla uyumlu olacağı düşünülmektedir. Bu ortamlar, öğrencilerin farklı öğrenme tarzlarına hitap edebilme ve öğrenme sürecini daha etkili hale getirme potansiyeline sahiptir.

Fen eğitimi alanında beyin temelli öğrenmeye dayalı sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının öğrenme sürecine etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu konuda yapılacak araştırmaların, alan yazındaki boşluğu dolduracağı ve bu alanda ileride yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Ayrıca araştırma kapsamında, incelenecek değişkenlerin etkisini tam olarak ortaya koyabilmek amacıyla, beyin temelli öğrenme yaklaşımı ve öğretim programı esas alınarak laboratuvar etkinliklerinin hem sanal ortamda hemde fiziksel laboratuvar ortamında gerçekleştirilmesi, dört farklı öğrenme ortamının kıyaslanması, araştırmanın önemini arttırmaktadır. Bu durum, farklı öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarıları ve öğrenme süreçleri üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde değerlendirmeyi mümkün kılacaktır.

Öğrenme ve öğretme sürecinde öğretmenlerin yeni yaklaşımlara yönelik bilgi sahibi olmaları ve öğrenme ortamlarını çağın gerekliliklerine uygun şekilde düzenlemeleri öğrenmenin üst seviyede gerçekleşmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda, araştırma kapsamında geliştirilen deneysel etkinlikler, beyin temelli öğrenme ve sanal laboratuvar uygulamaları ile ilk defa karşılaşan öğretmenlere fen öğretiminde örnek teşkil edecektir. Bu yenilikçi yaklaşımlar, öğretmenlerin derslerinde daha etkili ve öğrenci merkezli bir öğretim

süreci uygulamalarına katkıda bulunabilir ve öğrencilerin akademik başarıları ile motivasyonlarını artırabilir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma ;

- Uygulama zamanı açısından 2021-2022 eğitim öğretim yılı ile,
- Çalışma grubu açısından İstanbul ili Sultangazi ilçesindeki bir ortaokulda yedinci sınıfta öğrenim gören 81 öğrenci ile,
- Araştırma öğrencilerin internet kullanımı, bilgisayar kullanımı ve eğitimde kullanılan teknolojiler ve yazılım programlarıyla,
- Konu açısından 2021-2022 eğitim öğretim yılı Fen Bilimleri dersi yedinci sınıf "Işığın Maddeyle Etkileşimi" ünitesi konu ve kazanımları ile sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmanın varsayımları şu şekildedir:

- Araştırmaya katılan öğrenciler, kendilerine uygulanan testleri, soruları, ölçek ve formlara verdikleri cevapları, samimi ve objektif olarak cevaplandırmışlardır.
- Araştırmada kontrol altına alınamayan değişkenler, araştırma gruplarını aynı düzeyde etkilemiştir.

1.6. Araştırma Tanımları ve Kısaltmalar

Beyin temelli öğrenme: Anlamlı öğrenme için beynin işleyiş kurallarının kabul edilmesi ve zihindeki bu kurallara göre öğretimin organize edilmesi gerektiğini savunan öğrenme şeklidir (Caine ve Caine, 2002).

Beyin temelli öğretim: Nöropsikolojik alanda yapılan araştırma bulgularının sonuçlarını çoklu bağlamda öğrenme-öğretme sürecini kılavuzlama, zenginleştirme ve öğrenciyi aktif süreçleme içinde derinlemesine daldırarak anlamlı bilgiyi yapılandırmayı sağlayan beyin uyumlu tüm etkinliklerdir (Duman, 2015).

Sanal Laboratuvar: Animasyon ve simülasyondan oluşan deneylerin istenilen zamanda yapılabileceği ortamlar veya animasyonlardan oluşuyorsa sanal laboratuvar adını alır. (Çinici vd., 2013). Sanal laboratuvarlarda simülasyonlarla öğrenme simülasyonu kullanan bireyle hazırlanan simülasyonun etkileşimi ile gerçekleşir (Çinici vd., 2013).

Go-Lab: Uzaktan ve sanal laboratuvar imkânı sağlayan, öğretmenlerin ilkokuldan üniversite seviyesine kadar öğrencileri için öğrenme alanları, ders planları tasarladıkları ve paylaştıkları bir platformdur (Go-Lab Sharing and Authoring Platform, 2015).

BTÖS: Beyin temelli öğrenme ve sanal laboratuvar uygulamaları

BTÖL: Beyin temelli öğrenme ve gerçek laboratuvar uygulamaları

ÖPS: Öğretim programına dayalı öğrenme ve sanal laboratuvar uygulamaları

ÖPL: Öğretim programına dayalı öğrenme ve gerçek laboratuvar uygulamaları

BÖLÜM II. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Fen Eğitimi

Fen eğitimi, öğrencilerin bilimsel düşünme yeteneklerini ve doğal dünyaya olan ilgilerini artırarak, onları yaşam boyu öğrenmeye teşvik eder. Bu bağlamda, 2024 yılında yenilenen fen öğretimi programı, bilimsel keşif ve araştırma odaklı bir yaklaşım benimsemekte ve öğrencilerin aktif katılımını ön planda tutmaktadır (MEB, 2024). Program, aynı zamanda öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarını hedeflemekte olup, eleştirel düşünme, yaratıcılık, iş birliği ve iletişim becerileri gibi önemli yetkinlikleri geliştirmeye yönelik etkinlikler sunmaktadır. Fen bilimleri derslerinde gerçekleştirilen deneyler ve uygulamalar, öğrencilerin bilimsel düşünme, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini desteklerken, bilimsel yöntemleri kullanarak deney yapma ve teknolojik araçları etkin bir şekilde kullanma fırsatı tanır (MEB, 2024).

Beyin temelli öğrenme ise, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını ve öğrendiklerini anlamlandırabilmesini vurgular. Bu noktada sanal laboratuvarlar, öğrencilerin deney yaparken teori ile pratiği birleştirmesine olanak tanıyarak etkili bir araç işlevi görebilir. Sanal laboratuvarlar, öğrencilerin kendi hızlarında ilerlemelerine imkân tanıyarak öğrenmeyi daha derin bir düzeyde deneyimlemelerine yardımcı olur. Böylece, yeni fen öğretim programı çerçevesinde sunulan sanal laboratuvarlar, öğrencilerin beyin temelli öğrenme ilkeleri doğrultusunda aktif katılımlarını desteklerken, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına da katkıda bulunmaktadır. Bu şekilde, fen eğitimi süreci hem bilgi edinmeyi hem de beceri geliştirmeyi entegre eden bir yapı kazanır.

2.2. Beyin ve Öğrenme

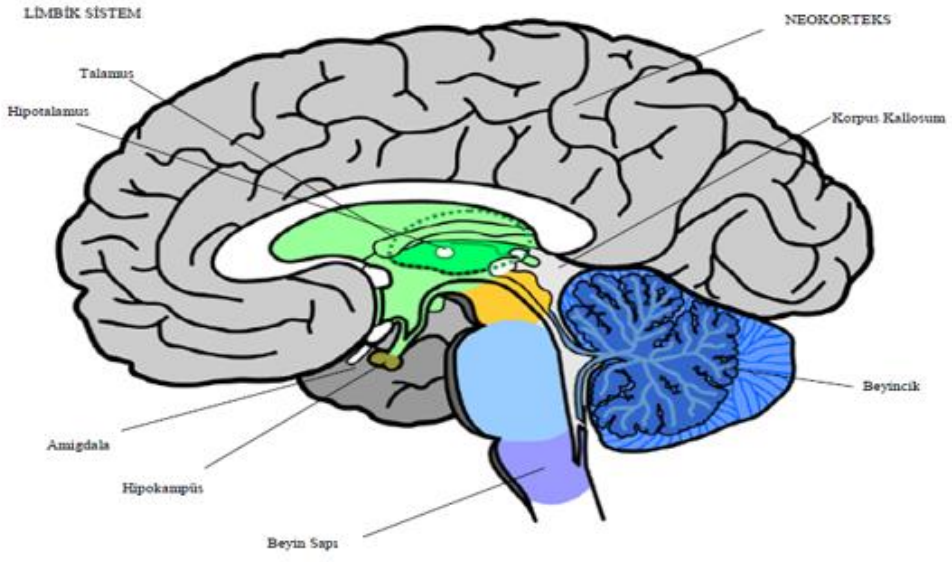
Beyin ile öğrenme kavramları farklı gibi görünse de, aralarında önemli bir paralellik bulunmaktadır (Çakıroğlu, 2014). Öğrenme, bireylerin mutlu ve huzurlu bir yaşam sürdürebilmesi açısından hayati bir öneme sahiptir. Beyin, öğrenme sürecinde merkezi bir rol üstlenir ve bu iki kavram birbirinden ayrılamaz bir bütün olarak değerlendirilmelidir (Bulut, 2014). Öğrenme, bireylerin davranışlarını etkileyen ve insanları diğer canlı türlerinden ayıran beynin işlevleriyle doğrudan ilişkilidir. Beynin hangi koşullarda ve ortamlarda etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını anlamak için, onun kapasitesi, yapısı, işlevleri ve fonksiyonları detaylı bir şekilde incelenmelidir (Baştuğ, 2007). Bu nedenle,

beyin ve öğrenme arasındaki bağlantının araştırılması, beyin temelli öğrenme yaklaşımının daha iyi kavranmasına katkıda bulunur.

2.2.1. Beynin biyolojik yapısı ve öğrenme

Beyin merkezi sinir sisteminin en önemli organı olup, ağırlığı 1300-1400 gramdır (Jensen, 2006). Beyin, gri ve pembe-beyaz renkte, buruşturulmuş bir kağıt gibi görünür ve kafatasının içinde üç kat beyin zarıyla örtülüdür. Gri renk, sinir hücreleri olan nöronlardan, pembe-beyaz renk ise sinir bağlarından kaynaklanır. İnsan beyninde yaklaşık 100 milyar hücre bulunur; bunların 10-15 milyarı düşünme ve öğrenmeyi sağlayan nöronlardır, geri kalanlar ise glia hücrelerdir (Özden ve Gültekin, 2008; Çoban, 2011).

Beyin yapısal olarak beyin sapı, limbik sistem ve neokorteks olmak üzere üç kısımda incelenmektedir. Her bir yapının farklı görevleri olmasıyla birlikte aynı zamanda birbiriyle bağlantılı çalışmaktadırlar (Call ve Featherstone, 2010; Özden,2003). Maclean bu üç temel yapının evrimsel gelişimle karşılıklı olarak hiyerarşik bir şekilde gelişim gösterdiğini ileri sürmüştür (Sousa,2001). Üçlü beyin teorisi, davranışları farklı bir bakış açısıyla ele alması bakımından eğitimciler için önemlidir (Caine ve Caine, 2002).



Şekil.2.1. Beynin Temel Bölümleri https://www.brainhq.com/resources/image-gallery/brain-anatomy-image-gallery/ adresinden erişilmiştir.

Beyin sapı omuriliğe bağlanan ve beynin alt kısmında yer alan bölümdür. Beyin sapı ve beyincik sürüngen beyin olarak adlandırılır. Beynin bu bölümü nefes almak, tehlike anındaki

refleksler vb. gibi vücudun temel hayat fonksiyonlarından sorumludur. Düşünme ve öğrenmenin gerçekleşmediği beyin sapında, tehdit algılandığında savaş ya da kaç tepkisinin refleks olarak ortaya çıkması sağlanır (Call ve Featherstone, 2010; Özden, 2003).

Limbik sistem orta beyin olarak da adlandırılır ve bir yapıdan ziyade nöronlardan oluşan bir sinir ağıdır. Korku, heyecan, kızgınlık vb. duyguların yönetildiği limbik sistem duygularla ilgilidir (Yeğen, 2021). Ancak limbik sistemi hasar alan kişilerin bellek süreçlerinin de zayıfladığı ve bu nedenle limbik sistemin bellekle de ilişkili olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Ramachandran ve Blakeslee, 2016). Limbik sistemde hipokampüs, talamus, hipotalamus ve amigdala yer almaktadır (Jensen, 2000). Hipokampüs, öğrenme, hafıza ve anıların oluşmasında, talamus çevreden gelen uyarıları beynin diğer kısımlarına iletiminde, hipotalamus beyin ve vücut arasında dengeyi sağlamada ve amigdala ise hisler, korku, hafıza ve duygusal tepkilerden sorumludur (Derington ve Goddard, 2008; Duman,2015). Limbik sistemde bulunan bu yapılar öğrenmenin gerçekleşmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Hipotalamus ısı, ışık, açlık, susuzluk gibi durumları düzenler. Bu faktörler, öğrenme üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Sprenger, 1999). Bu nedenle öğrenme ortamları düzenlenirken ısı, ışık ve öğrenenlerin beslenme düzenleri gibi faktörler göz önüne alınmalıdır. Amigdala çevreden gelen uyarıları işleyerek beynin ilgili yerlerine iletir. Hipokampüse gelen ilgi duyulan alanlardaki bilgiler kaydedilir, ilgi duyulmayan veya ilgi merkezlerini uyarmayan bilgiler unutulur (Yeğen, 2021). Bu nedenle öğrenme ortamlarında bilgiler öğrenenlerin ilgisini çekecek şekilde günlük hayat ile ilişkilendirilerek sunulmalıdır (Oktay-Esen, 2014).

Neokorteks düşünen beyin olarak da adlandırılır ve konuşma, problem çözme, mantık yürütüme, vb. üst düzey düşünme becerilerini yerine getirir. Neokorteks, arka kafa (occipital), ön kafa (frontal), yan kafa (pariental) ve şakak (temporal) lob olarak adlandırılan dört temel yapıdan oluşmaktadır (Jensen, 2000). Arka kafa lobu görmeden sorumludur. Ön kafa lobu, yaratıcılık, problem çözme, hafıza ve mantıksal eylemlerden sorumludur. Yan kafa lobu, farklı duyuların bütünleşmesi ve yüzlerin tanınmasından sorumludur. Şakak lobu, temel olarak duyma, hafıza, anlama ve dilden sorumludur. Ayrıca lobların fonksiyonlarında bazı örtüşmeler de bulunmaktadır (Jensen, 2006). Öğrenilenlerin kalıcı olması için bilgilerin neokorteksin farklı alanlarına kaydedilmesi gerekmektedir. Bu şekilde bilgileri daha kalıcı olması sağlanacaktır (Özden ve Gültekin, 2008).

Neokorteks, korpus kalossum adı verilen beyindeki en büyük sinir grubuyla iki yarım küreye ayrılır. En küçük olaylarda bile beynin büyük bir kısmı çalışmaktadır. Beynin sağ ve sol lobunda korpus kallosum tarafından bilgi akışı olduğundan dolayı bu bağ zedelenirse bilgi alışverişi olamayacağı için beyin görevlerini tam anlamıyla yerine getiremeyecektir (Erduran Avcı ve Yağbasan, 2008). Tablo 2.1'de sağ ve sol beyin yarım kürelerinin görevleri verilmiştir.

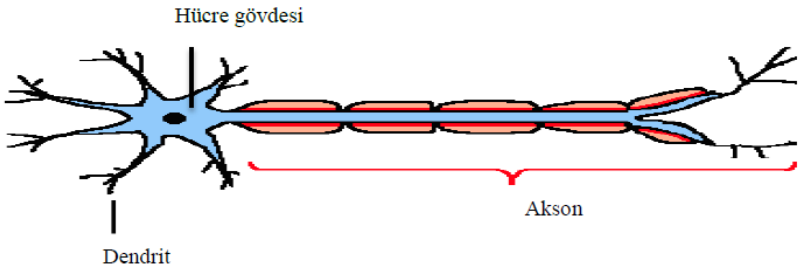
Tablo 2.1. Beyin Yarım Küreleri ve Fonksiyonları

Beyin Yarım Kürelerinin Görevleri	
Sol Yarı Küre	Sağ Yarı Küre
Sağ el kontrolü	Sol el kontrolü
Dil becerisi	Hayal gücü
Zihinsel işlemler	Yaratıcılık
Mantık ve karar verme	Bütüncül düşünme
Problemleri analiz etme	Resim, müzik gibi sanatsal faaliyetler
Matematiksel düşünme	Beden dilini kullanma
Sayısal beceriler	Bütünseldir.
Yazım becerileri	Duygusaldır.
Somut düşünme	Soyut düşünme
	Risk alma

Beynin iki yarı küresi farklı işlevlerde uzmanlaşmış olsa da, günlük hayatta yapılan birçok faaliyet beynin her iki yarım küresini de ilgilendirir ve beyin bir bütün olarak çalışır (Sprenger, 1999; Senemoğlu, 2018). Bu nedenle sağ ve sol yarım kürelerin fonksiyonlarına dair net bir ayrım yapmak mümkün değildir.

2.2.2. Öğrenmeyi sağlayan sinir hücreleri

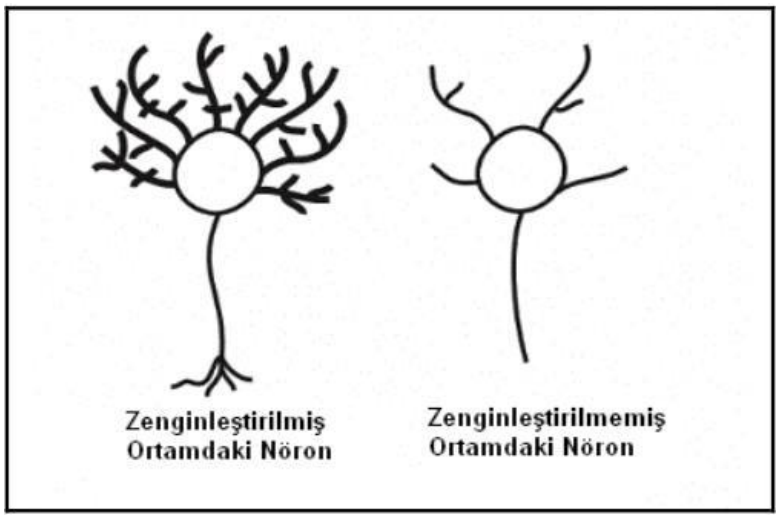
Nöronlar ve glia hücreleri sinir sistemini oluşturan hücrelerdir. Nöronlar düşünme ve öğrenmeden sorumluyken, glialar beslenme ve temizlikten sorumlu yardımcı hücrelerdir (Çoban,2011). Nöronlarda dendrit ve akson adı verilen önemli bölgeler bulunmaktadır. Dendritler, çevreden gelen uyarıları sinir hücrelerine taşır. Aksonlar ise bu uyarıların yanıtını çevreye, başka bir organa veya bir başka sinir hücresine iletir (Campbell ve Reece, 2006). Şekil 2.2.'de bir sinir hücresinin yapısı verilmiştir.



Şekil 2.2. Sinir Hücresinin Yapısı (Üçüncü, 2017; Campbell ve Reece, 2006)

Sinir sistemindeki bir diğer hücre olan glia hücreler, nöronların çalışmasını engel teşkil edecek kimyasalların temizlenmesine yardım ederler (Çoban,2011). Öğrenme için sinir hücreleri arasında kurulan bağlar önemlidir. Zenginleştirilmiş ortamlarda gerçekleştirilen öğretim sonucu beyindeki nöronların sayısı ve birbiriyle kurulan yeni bağlantılar da artmaktadır (Üçüncü, 2017).

Zenginleştirilmiş çevrede sinir hücrelerinin gelişimini gösteren şema Şekil 2.3.'te verilmiştir (Sprenger, 1999).



Şekil 2.3. Zenginleştirilmiş Çevrede Sinir Hücrelerinin Yapısı (Sprenger, 1999).

Beyinde öğrenme, duyularımızla çevreden gelen bilgilerin alınması ve ardından düşünme ve hafızanın aktif hale gelmesiyle başlar. Bilgiler ilk olarak işlenmesi için talamusa gönderilir. Daha sonra eş zamanlı olarak analiz ve cevap için neokortekse, tarama ve hafıza için amigdalaya gönderilir (kısa süreli bellek). Daha sonra bilgi gerekli değerlendirmeler için hipokampüse iletilir (uzun süreli bellek). Zaman içinde hipokampüs, uzun süreli depolama için neokorteksin ilgili alanlarındaki belleklerle bağlantı kurarak bilgiliyi dağıtır. Eğer bilgi acil bir uyaran ise, amigdala savaşma ya da kaçma cevabı için hipotalamus ile bağlantı kurar. Bu durumda hızlı bir cevap oluşturulacaktır (Duman, 2015).

Dopamin, öğrenmede kritik bir role sahip olan bir nörotransmiterdir. Dopamin, beyindeki ödül sisteminin temel bir bileşeni olup, motivasyon, dikkat, hafıza ve hata düzeltme mekanizmalarında etkilidir (Shohamy ve Adcock, 2010). Ayrıca dopamin, uzun ve kısa süreli bellek oluşumunda önemli bir yere sahiptir. Birey ödüllendirici bir deneyim yaşadığında dopamin salınımı artar, bu da öğrenme sürecini güçlendirir. Örneğin, bir öğrencinin doğru bir yanıt verdiğinde duyduğu başarı hissi, dopamin artışıyla pekiştirilir ve bireyin aynı davranışı tekrarlamasını teşvik eder (Shohamy ve Adcock, 2010). Dopamin, ödül beklentisinin karşılanmadığı veya hataların yapıldığı durumlarda da önemli bir sinyal görevi görür. Dopamin düzeylerindeki değişimler, bireyin hataları fark etmesini ve davranışlarını buna göre ayarlamasını sağlar (Holroyd ve Coles, 2002). Bununla birlikte dopamin, pozitif bir öğrenme ortamında stresin etkilerini azaltır ve öğrenme kapasitesini

artırır. Eğlenceli veya ilgi çekici öğrenme etkinlikleri dopamin seviyelerini yükselterek bireyin öğrenme sürecine daha iyi uyum sağlamasını sağlar.

Özetle, dopamin sadece bir ödül sinyali olarak değil, aynı zamanda öğrenme sırasında hataları düzeltme, motivasyonu artırma, hafıza süreçlerini güçlendirme ve pozitif öğrenme ortamlarında stres yönetimine yardımcı olma gibi çeşitli işlevler üstlenir. Dolayısıyla, öğrenme süreçlerinde dopamin salınımını artıran yaklaşımların kullanılması, öğrenme deneyimlerini daha kalıcı ve etkili hale getirebilir.

2.3. Beyin Temelli Öğrenme

Beynin nasıl çalıştığına ilişkin araştırmalar Antik Yunan Çağı'ndan günümüze kadar devam etmektedir. Günümüzde; beyne bütünsel bir bakış açısıyla yaklaşan ve beynin bütünün, parçalarının toplamından daha büyük olduğu bütüncül beyin teorisine odaklanılmaktadır (Bonomo, 2017; Akçay, Adıgüzel, Tiryaki ve Yavuz, 2023). Beyinle ilgili yapılan araştırmalarda ilk olarak beynin iki loblu olduğu üzerine odaklanılmıştır. 1836 yılında Mark Dax'ın konuşma kaybı konusundaki araştırma sonuçları vücudun sağ tarafının beynin sol lobu, sol tarafının ise beynin sağ lobu tarafından kontrol edildiğini ortaya koymuştur. Beynin iki lobuna ilişkin araştırmalar Michael Gazzaniga ve R. W. Sperry ile devam etmiştir. Araştırmacılar sol beynin; konuşma, problem çözme ve mantıksal düşünme işlevlerinde baskın iken, sağ beynin; üç boyutlu şekilleri çizmek gibi uzamsal işlevlerde baskın olduğunu belirtmişlerdir. Gazzaniga ve Sperry'nin bu araştırmaları, Dax'ın çalışmalarını desteklemekle birlikte, beyinle ilgili yapılacak sonraki çalışmalar için temel olmasını sağlamıştır (Odabaşı, 2010). 1861 yılında Paul Broca, beyni Frontal lob, parietal lob, temporal lob ve oksipital lob olmak üzere dört bölüme ayırdı. 1930 yılında Wilder Penfield ve Montreal Nöroloji Enstitüsü'ndeki ekibi, beyindeki elektriksel uyarılarla çeşitli fonksiyonların yerlerini belirledi. 1940 yılında Jerre Levy ve arkadaşları sağ ve sol lobu birbirine bağlayan ve aralarındaki iletişimi sağlayan Corpus Collusum'u keserek sol lobun sayısal, sağ lobun ise sözel üstünlüğe sahip olduğu bulunmuştur. 1960 yılında Maclean, beynin evrimsel gelişimini üç temel yapı olarak tanımladı: Sürüngen sistem, limbik sistem (duygusal beyin) ve neokorteks (mantıksal beyin). 1990'lı yıllarda insanlarda müzikle ilgili işlevlerin beynin sağ lobunda olduğu belirlendi. 20. yüzyılda ise Juhn Wada fonksiyon konumlarını belirlemek için Wada testi"ni uyguladı (Duman, 2015; Göcen, 2021, Akçay vd., 2023).

Beyin ile ilgili yapılan çalışmalar ışığında, beyin ile zihnin bağlantısının daha iyi anlaşılması ve elde edilen bulguların eğitime aktarılması, eğitim kalitesini artıran yeni fırsatlar sunmaktadır. Beyin temelli öğrenme, bu yeni yaklaşımlar arasında önemli bir yer tutmaktadır (Madrazo ve Motz, 2005). Beyin temelli öğrenme veya beyin uyumlu öğretim teorisinin temelleri 1980'lerde Leslie Hart tarafından atılmıştır (Gülpınar, 2007; Koyuncu, 2009; Odabaşı, 2010; Üçüncü, 2017). Caine ve Caine ise bu modeli, anlamlı öğrenme için beyin kurallarının kabul edilmesi ve öğrenme ortamının bu kurallara göre düzenlenmesi şeklinde yorumlamıştır (Caine ve Caine, 2002).

Beyin temelli öğrenme yaklaşımı, beynin işlevine ve yapısına dayanır. Beyin Temelli Eğitim, beynin eğitimsel açıdan çalışma prensiplerine uygun olarak geliştirilen stratejilerin amaca yönelik kullanılmasıdır (Göral, 2021). Beyin temelli öğrenme, beyin bilimi ve sağduyunun bir birleşimi olarak adlandırılır. "Beyin temelli" öğrenme etkinlikleri, beynin her iki yarım küresini aynı anda çalışmasını sağlayan, daha anlamlı öğrenme deneyimleri ve kalıcı beyin bağlantıları sağlar (Ramakrishnan ve Annakodi, 2013).

Beyin temelli öğrenme, sağduyu, bireylerin deneyimleri ve beyin araştırmalarının, sınıf ortamı ve bu ortamdaki öğrenciler için nasıl faydalı araçlar ve ilkeler ürettiğini anlatan çok boyutlu kavramsal bir yaklaşımdır. Beyin temelli öğrenme, anlamlı öğrenme için beynin işleyiş kurallarına göre öğretimin yapılandırılmasını içermektedir (Duman, 2015). Jensen (2000) beyin temelli öğrenmeyi, beyinle uyumlu bir şekilde öğrenme olarak tanımlamaktadır. Bulut (2014)'e göre beyin temelli öğrenme, öğrencilerin ön öğrenmeleri ile sonraki öğrenmeler arasında bağ kurmasını sağlayan beynin fizyolojisine uygun olarak oluşmuş bir öğrenme modelidir. Göral'a (2021) göre beyin temelli öğrenme, öğrencinin fiziksel, duyuşsal ve bilişsel ihtiyaçlarına göre öğretimin planlanmasıdır. Salem (2017) beyin temelli öğrenme yaklaşımını, öğrencilerin tüm bireysel özelliklerini dikkate alarak öğrenmeyi en üst düzeye çıkarmayı hedefleyen bütüncül bir yaklaşım olarak ifade etmiştir. Bu tanımlardan hareketle, beyin temelli öğrenme beynin fizyolojisine uygun, bireysel farklılıkların gözetildiği bir yaklaşımdır.

Öğrencilerin pasif olarak öğretmeni dinledikleri geleneksel öğretim yöntemlerinde öğretmen merkezli bir sınıf ortamı bulunurken, beyin temelli öğrenme yaklaşımında öğretmenin gözlemci olduğu, öğrencilerin, sorumluluk alarak öğrenme becerilerini geliştirdiği ve öğrenmeyi öğrendiği öğrenci merkezli bir sınıf ortamı yaratılmaya çalışılır (Göral, 2021). Bu bağlamda beyin temelli öğrenme yaklaşımına dayalı sınıf ortamlarında

stres ve tehditten uzak, öğrenenlerin birbirleriyle etkileşim halinde olduğu, iş birliğine dayalı çalışmaların yapıldığı, gerçek yaşam deneyimlerine dayalı etkinliklerin uygulandığı bir sınıf ortamı olması gerekmektedir (Çengelci, 2005). Beyin temelli öğrenmede bilginin kaynağı klasik ders kitapları yerine çalışma yaprakları, filmler, öğrencilerin grupla keşfetmesi, bireysel araştırma, yansıtma, rol oynama, bütünleştirilmiş ders konularıdır (Çoban, 2011). Ayrıca beyin temelli öğrenmede etkili öğrenmelerin gerçekleştirilebilmesi için açlık, stres, kaygı, korku gibi beyin fonksiyonlarını ve öğrenme ortamlarını olumsuz yönde etkileyebilecek fizyolojik-psikolojik etkenlerin ortadan kaldırılması, öğrencilerin tüm duyu organlarının aktif olmasını sağlayacak etkinliklere yer verilmesi önerilmektedir (Bulut, 2014; Göral, 2021). Duyu organları, öğrenme sürecinde büyük bir rol oynamaktadır. Beyin temelli öğrenme yaklaşımında, eski ve yeni bilgiler arasında bağlantılar oluşturulur. Beyin, parçaları ve bütünü aynı anda algılama yeteneğine sahiptir (Çoban, 2011).

Beyin bilişsel ve duyuşsal etkinlikleri öğrenmenin idari merkezidir (Duman, 2015). Demiroğulları'na göre (2021) öğrenme doğrudan beyinle ilgilidir ve beyin yaptığımız her şeyle ilgilidir. Dolayısıyla beynin fizyolojisini etkileyen unsurlar öğrenmeyi de etkilemektedir. Bu nedenle öğrenme ortamları keyifli bir atmosfere sahip olmalıdır. Dersler ısınma aktiviteleriyle başlamalı, işbirliğine dayalı etkinlikler tercih edilmeli ve öğrenciler kendi öğrenmelerini gözden geçirirken fon müziği kullanılmalıdır (Materna, 2007).

Demir (2016), öğrenmenin gerçekleştiği beynin, öğrenmeye hazır olmasının önemini vurgularken, beynin yapısının ve işleyişinin anlaşılması gerektiğini belirtmektedir. Jensen (2008) ise beyin temelli öğrenmenin, öğrenme sürecine dair düşünme yolları sunduğunu ve bu sürecin işleyişi hakkında daha anlamlı kararlar almak için gerekli bilgi ve becerilere dayanan ilkeler içerdiğini ifade etmektedir.

2.3.1. Beyin temelli öğrenmenin ilkeleri

Jensen (2008) beyin temelli öğrenmenin, aktif katılım, amaçlı stratejiler ve nörobilim ilkeleri çerçevesinde şekillendiğini belirtirken, Rushton (2011) bu öğrenmenin dört temel ilkesini sıralamaktadır: beynin eşsiz tasarımı, sürekli gelişimi, olumlu duygularla ilişkilendirilmiş sınıflar ve çocukların uygulamalı deneyimlere ihtiyaç duyması. Wolfe (2010) ise beyin temelli öğrenmenin, gerçek yaşam deneyimleri sunması, yeni bilgilerin önceki bilgilerle inşa edilmesi, uygun tekrar stratejileri kullanılması gibi özelliklerini vurgulamaktadır. Bu bağlamda beyin temelli öğrenme yaklaşımı, bireysel öğrenme

stillerine, duygulara ve uygun öğrenme ortamlarına dayanarak etkili bir öğrenme süreci sağlamayı hedeflemektedir.

Beyin temelli öğrenmede temel olarak, Caine ve Caine (2002) tarafından ortaya atılan on iki ilke yer almaktadır. Bu ilkeler şu şekilde belirtilmektedir;

1. Beyin paralel bir işlemcidir.
2. Öğrenme, fizyolojik bir olaydır.
3. Beyin kendisine iletilen verileri anlamlandırmaya çalışır.
4. Anlam yükleme, örüntüleme yoluyla gerçekleşir.
5. Örüntülemede, duygular önemli bir yer tutar.
6. Beyin parçaları ve bütünü aynı zamanda algılar.
7. Öğrenme, hem doğrudan hem de yan uyarıcılardan algılanan bilgileri kapsar.
8. Öğrenme, bilinçli olan ve olmayan süreçlerden meydana gelir.
9. İki farklı tip hafızamız bulunmaktadır.
10. Olgular ve beceriler uzaysal hafızada depolandığı zaman daha da iyi öğrenilir.
11. Öğrenme zihni zorlayıcı etkinliklerle birlikte artar ve tehditle de azalır.
12. Her beyin eşsizdir ve hiçbir beyin bir diğerine benzemez.

Caine ve Caine (2002) beynin paralel bir işlemci olmasıyla ilgili olarak, insan beyninin aynı anda birden fazla işlemi gerçekleştirebildiğini bu nedenle beynin her iki yarım küresini de meşgul edecek etkinliklerin öğretim ortamlarında kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Duman (2015) ise eğitimin, öğrencilere farklı alternatifler sunan ve düzenli yönlendirmeler içeren bir ortam sağlaması gerektiğini vurgular. Bu bağlamda beyinde olduğu gibi öğretimde de paralel işlemlerin bir orkestra şefi gibi yönetilmesi gerektiğini belirtir. Bunun için de eğitimde çok iyi organize edilmiş öğretim teori ve yöntemlerin kullanılması gerektiğini vurgular. Bireydeki baskı, korku ve stres gibi durumlar öğrenmeyi olumsuz etkilerken, mutluluk ve başarı gibi durumlar öğrenmeyi olumlu yönde destekler. Duman (2015) öğrenmenin fizyolojik bir olay olmasıyla ilgili olarak yaşamın her unsurunun öğrenmeyi etkilediğini, düzenli beslenme, uyku, stres yönetimi ve ilaç kullanımının bu etkileşimde önemli rol oynadığını vurgular. Ayrıca, sınıf ortamının öğrenciler için anlamlı, ilgi çekici ve keşif yapabilecekleri bir yer olması gerektiğini belirtir.

Caine ve Caine (2002), anlam arayışının doğuştan geldiğini, hayatta kalmaya yönelik olduğunu ve örüntü oluşturma yoluyla gerçekleştiğini belirtir. Örüntü oluşturma anlamlı ve sistemli bir şekilde bilgilerin sınıflandırılmasıdır. Beyin, örüntüleri algılamak için

tasarlanmış olup, duygular bu süreçte kritik bir rol oynar. Öğrenilen bilgiler duygular tarafından etkilenir ve yeniden düzenlenir. Beynin sağ ve sol yarım küreleri sürekli iletişim halindedir. Bu sayede beyinin bütünü ve parçaları aynı anda işlediğini vurgular. Öğrenme, zorlamayla artarken tehdit altında engellenir; beyin tehdit algıladığında vites küçültürken, uygun şekilde zorlandığında daha iyi öğrenir.

Erişti (2012), her bireyin beyninin kendine özgü olduğunu ve öğrenme sürecinin beynin yapısında değişikliklere yol açabileceğini ifade etmektedir. Bu nedenle, öğretim sürecinde farklı zeka türlerine hitap eden ve çeşitli duygusal-duyusal seçenekler sunan yaklaşımların öğrenmeyi destekleyebileceği düşünülmektedir.

2.3.2. Beyin temelli öğrenmeye uygun öğrenme ortamları

Öğrenme ortamı, öğrenme sürecinin etkili ve verimli bir şekilde gerçekleşmesi için önemli bir unsurdur. Beyin temelli öğrenme, öğrenme ortamının öğrenciyi merkezine alan bir şekilde düzenlenmesini öngörür. Eğitimcilerin beynin çalışma prensiplerini bilmesi, öğrenci merkezli öğrenme ortamları oluşturmalarına yardımcı olur. Bu tür ortamlar, öğrencilerin mevcut bilgilerini yeni bilgilerle birleştirmelerine ve önceki bilgileriyle akademik sorumlulukları arasında bağlantı kurmalarına olanak tanır (Uğurlu, 2019).

Öğretmenin rolü, öğrencilerin öğrenme süreçlerini kendilerinin yönlendirmelerine olanak tanımaktır. Öğrenci merkezli eğitimde, öğrencilerin mevcut bilgileri, motivasyonları ve öz yönetim becerileri önemli yer tutar. Ayrıca, beyin temelli öğrenme ortamları fiziksel, sosyal ve duygusal açıdan güvenli olmalıdır (Duman, 2015). Zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamı, çeşitli öğrenme stillerine hitap eden farklı aktivitelerle desteklenmelidir. Jensen (2000) beyin temelli öğrenme ortamlarında, öğrencilere daha fazla kontrol ve sorumluluk verilmesi, sınıf ritüellerinin ve kurallarının oluşturulmasında onların sürece dahil edilmeleri gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca, öğretim programında öğrencilere seçenekler sunulmasını, özgür duygularını ve düşüncelerini yansıtan bir ortam sağlanmasını, grup çalışmalarının desteklenmesini ve farklı öğrenme stillerinin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Öğrencilerin öğrenme sürecine başlamadan önce hazırlanmaları da beyin temelli öğrenme açısından büyük bir öneme sahiptir (Jensen, 2000).

Beyinle uyumlu bir ortam oluşturmak için, öğrenmeyi etkileyen çevresel faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Her bireyin duyusal eşikleri farklıdır; bu nedenle ses, gürültü, tat, dokunma ve görme gibi duyusal unsurlar, bireylerin ihtiyaçlarına göre düzenlenmelidir.

Sınıftaki duyusal ve duygusal atmosfer, öğrenciler üzerinde önemli etkiler yaratır. Metaforlar, hikayeler ve çeşitli çevresel faktörler, yaratıcı uyaranlar olarak kullanılabilir. Beyin temelli öğrenme etkinlikleri için sınıf, beynin en iyi öğrenebileceği şekilde düzenlenmelidir. Görsel ve işitsel materyallerin uygun bir şekilde tasarlanması, bilişim ve iletişim teknolojileriyle donatılmış ortamların sağlanması önemlidir. Gerçek nesneler, grafikler, resimler, müzik ve diğer araçlar, öğrenme sürecini desteklemek amacıyla sınıf içinde kullanılabilir (Demiroğları, 2021).

Beyin Temelli Öğrenme ortamında öğretmen, öğrenmeyi sevme konusunda bir model olmalı, mesleğini coşkuyla sevdiklerini göstermeli, tartışma ortamı yaratıp iyi yönetmeli, baskı ve korku ortamını kaldırmalı ve dikkat çekmek için yenilikler yapmalıdır (Doğanay, 2006). Bununla birlikte öğretmenler, öğrenme sürecinde katkı sağlayacak çeşitli fiziksel aktiviteler planlayarak öğrencileri fiziksel hareket etmeye teşvik etmelidir (Jensen, 2000). Beyin temelli öğrenme ortamında öğrenciler, bilgi ve deneyimlerini paylaşır, kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu alır, derinlemesine araştırma yapar, öğrendiklerini gözden geçirir, aktif olarak soru sorar ve duygularını ifade eder (Çengelci,2007). Beyin temelli öğrenme yaklaşımının uygulamadaki etkililiğini arttırmaya yönelik Politano ve Paquin (2000), on önemli nokta önermiştir. Erduran Avcı (2007), bu noktaların uygulanmasına ilişkin görüş ve öneriler içeren bir tablo oluşturmuştur (Tablo 2.2)

Tablo 2.2. Beyin Temelli Öğrenmenin Temel Noktaları ve Uygulama Aşamaları

Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımının Temel Noktaları	Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımının Uygulanma Aşamaları
Teklik (Biriciklik) • Öğrenenlere seçenekler sunma • Ön bilgiler ve yeni öğrenmeler arasında ilişki kurabilecekleri fırsatlar sunma • Öğrenme stillerini, duygularını ve güçlü yanlarını tanıma	• Öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgileri farklı yöntemlerle hatırlatılır. Kavram haritaları bu noktada tercih edilebilir. • Öğrencilerin baskın beyin özellikleri ve güçlü yanları tanınır. Sağ/sol beyin özelliklerine göre farklı etkinlikler planlanır.
Değerlendirme • Öğretmenin geri bildirimleri zamanında iletmesi	• Öğretmen, etkinlik yaprakları ve öğrenci günlüklerini düzenli bir şekilde değerlendirir ve bu

• Öğrencilerin birbirlerine geri bildirimde bulunmaları • Öğrencilerin kendilerini değerlendirmelerine olanak tanınması • Hataların, olumlu bir öğrenme deneyimine dönüştürülmesi	değerlendirmeleri öğrencileriyle paylaşır. • Öğrencilere, birbirlerini değerlendirme imkânı sunulur. • Grup tartışmaları, soru-cevap ve proje çalışmaları aracılığıyla öğrencilere kendilerini ifade etme fırsatı tanınır.
Duygular • Öğrenenleri duygularını ifade etmeleri için teşvik etme • Eğlencenin öğrenme sürecinin önemli bir unsuru olduğunu kabul etme • Oyun oynamanın öğrenmenin kritik bir bileşeni olarak görülmesi • Olumlu bir dil kullanma alışkanlığını benimseme	• Öğrencilere, sınıf tartışmaları ve günlük yazma yöntemleri aracılığıyla duygularını ifade etme imkânı sunulur. • Bazı etkinlikler oyun formatında düzenlenerek öğrencilerin öğrenme sürecinde eğlenmeleri teşvik edilir.
• **Anlam** Bütüncül öğrenme yaklaşımlarına yer verme • Bireysel farklılıkları ve duygusal boyutları göz önünde bulundurma • Çalışmalar için yeterli süre sağlama • Gelişim ve öz değerlendirme için zaman tanıma	• Öğrencilerin konunun tüm kavramlarını bir bütün olarak görmeleri sağlanır. • Öğrencilere etkinliklerini tamamlamaları ve öğrendiklerini değerlendirebilmeleri için yeterli zaman tanınır.
Çoklu yol • Çoklu zekâları tanıma • Farklı tasarım yollarını keşfetme • Çeşitli sunumlar için fırsatlar oluşturma • Öğrenme ortamına müziği dahil etme	• Farklı zekâ türlerine yönelik etkinlikler planlanır. • Öğrencilerin etkinlik ve proje çalışmalarında ürettikleri ürünleri sergilemeleri için fırsatlar sunulur. • Ders etkinliklerine müzikal aktiviteler de dahil edilir.
Beyin-Beden Birlikteliği • Etkin öğrenmeyi sağlama • Gezi düzenleme ve gösteriler yapma • Öğrencilerin hareket etmelerini sağlama	• Öğrencilerin sınıf içinde serbestçe hareket etmelerine imkân tanınır. • Konuyla ilgili çeşitli geziler organize edilir. • Etkinlikler arasında sınıfça egzersizler yapılır.

Bellek • Zihin haritalarından yararlanma • Çevreyi etkin bir şekilde kullanma • Zengin deneyimler sunma	• Kavram haritası oluşturma veya eksik bir kavram haritasını tamamlama gibi etkinlikler gerçekleştirilir. • Çevre olanakları, dersin içeriğiyle uyumlu hale getirilir. • Konuyla ilgili çeşitli slaytlar, ilgi çekici resimler sınıf ortamına getirilir.
Beslenme • Beslenme konusunda bilgilendirme ve yararlı besinleri tercih etme • Öğrenme ortamında su bulundurma imkanı sağlama	• Öğrencilere, dengeli beslenme konusunda bilgilendirme yapılır • Her öğrencinin derste su bulundurması ve içmesi teşvik edilir.
Döngü ve Ritim • Enerjik etkinlikler için yeterli süre ayırma • Öğrenenlerin heyecanlarını tanıma • Ritüel, yenilik ve zorlukların uygun şekilde kullanılmasını sağlama	• Ders etkinlikleri, öğrencilerin enerjilerini hem zihinsel hem de bedensel olarak harcamalarına imkan tanıyacak şekilde planlanır. • Öğrencilerin günlükleri, çalışma yapraklarındaki yansıtıcı ifadeleri ve sınıf içindeki tutumları sayesinde öğretmen, öğrencilerinin duygu ve heyecanlarını tanıma ve doğru bir şekilde yönlendirme fırsatı elde eder
Korkularla Baş Etme • Stres yönetimi • Demokratik bir ortam oluşturma • Öğrenenleri destekleme • Ödül yerine içsel motivasyonu teşvik etme	• Öğretmen, korkutucu ve tehdit içeren (not, idare vb.) ifadelerden kaçınarak stressiz bir öğrenme ortamı yaratmaya çalışır. • Sınıfta demokratik bir atmosfer sağlanır. • Öğretmen, öğrencilerini öğrenme konusunda cesaretlendirici övgülerle destekler. • Öğrenciler, derste gerçekleştirdikleri bireysel ve grup etkinliklerini dosyalarında biriktirir ve bunlarla ilgili düşüncelerini yansıtıcı ifadelerle aktarırlar.

Özetle beyin temelli öğrenme ortamında, stresten uzak ve pozitif bir atmosfer sunulmalıdır. Pozitif bir atmosferin oluşumunda ışıklandırma, ses, ısı, resim ve müzik gibi unsurlar önemli rol oynar. Keşif ve yenilik desteklenmeli ve dengeli bir şekilde sunulmalıdır. Kahkaha, eğlence, müzik ve oyun gibi etkinliklerle ortamın stresten arındırılması sağlanmalıdır. Ayrıca, duygusal pekiştirme, öğrenci ilgisini kodlama ve hafızadan geri çağırma gibi unsurlar da öğrenme sürecinde kritik öneme sahiptir (Caine ve Caine, 2002; Jensen, 2005; Yücel, 2011).

Caine ve Caine (2002) tarafından beyin temelli öğrenme yaklaşımının üç ana aşaması vardır: Rahatlatılmış uyanıklık, derinlemesine daldırma ve aktif süreçleme.

- Rahatlatılmış Uyanıklık: Bu aşamada, insan beyni stres ve kaygı hissetmediğinde bilgi akışı sağlanır. Olumsuz duygular amigdala bölgesinde nöron akışını azaltarak öğrenmeyi olumsuz etkiler. Bu nedenle, olumlu duygular öğrenme için kritiktir. Öğretmenler, oyunlar, rahatlatıcı müzikler ve motive edici etkinliklerle bu aşamayı destekleyebilir (Caine ve Caine, 2002).

- Derinlemesine Daldırma: Beyin, olaylara ve durumlara yoğunlaşarak derinlemesine analiz yapar. Öğrenciler bu aşamada tartışma, araştırma ve analiz yaparak problem çözme becerilerini geliştirir. Deneyler, beyin fırtınası ve kavram haritası gibi teknikler bu aşamada kullanılabilir (Caine ve Caine, 2002).

- Aktif Süreçleme: Beyin, hedefe ulaşana kadar bilgi akışını aktif tutar. Bu aşamada öğrenciler, öğrendikleri bilgileri farklı problemleri çözmekte kullanır. Analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişimi için önemlidir (Caine ve Caine, 2002).

2.3.3.Beyin temelli planlama

Beyin temelli öğrenme, beynin etkili bir şekilde çalışabilmesi için en uygun koşulların sağlanmasına odaklanmakta ve bu nedenle kendi doğasına uygun bir planlama gerektirmektedir. Öğrenmeyi planlama sürecinde beynin doğal eğilimlerinin dikkate alınması gerektiğini ifade eden Jensen (2008) tarafından önerilen ve Duman (2015) tarafından uyarlanan beyin temelli planlamanın yedi aşaması şunlardır;

Ön Açıklama (Pre-exposure): Bu aşamada, öğrenciler yeni bir konuyu anlamadan önce, konunun ana hatlarıyla tanışır. Bu, zihin haritaları gibi araçlarla yapılır ve bu sayede beynin kavramsal haritalarını geliştirmesi sağlanır. Bu aşamada uygulanabilecek etkinlikler ve stratejiler aşağıda verilmiştir (Duman, 2015).

- *Temel Noktaların Görselleştirilmesi:* Zihin haritaları ve benzeri araçlar kullanılarak konunun ana hatlarının görsel bir biçimde sunulması, öğrencilerin bilgiye erişimini kolaylaştırmakta ve kavramsal bütünlük oluşturmalarını desteklemektedir.

- *Öğrenme ve Bellek Stratejileri:* Öğrencilere etkili öğrenme yöntemleri ve hafıza geliştirme stratejilerinin öğretilmesi, öğrenme sürecini daha verimli ve kalıcı hale getirmektedir.

- *Beyin Sağlığı:* Sağlıklı beslenme ve yeterli su tüketiminin teşvik edilmesi, öğrencilerin bilişsel kapasitelerini destekleyerek öğrenme süreçlerine olumlu katkı sağlamaktadır.

- *Motive Edici Öğrenme Ortamları:* İlgi çekici, uyaran zengin ve motive edici bir öğrenme ortamının oluşturulması, öğrencilerin katılım ve ilgisini artırmada kritik bir rol oynamaktadır.

- *Beyin Döngülerine Uygun Planlama:* Gün içindeki beyin ritimleri dikkate alınarak aktivitelerin planlanması, öğrencilerin en yüksek performans sergilediği zaman dilimlerinde öğrenim görmesini sağlamaktadır.

- *Öğrencilerin Hazırbuluşnuluğu:* Öğrencilerin mevcut bilgi seviyelerinin belirlenmesi ve dersin bu doğrultuda planlanması, bireysel ihtiyaçlara uygun bir öğrenme süreci oluşturulmasını mümkün kılmaktadır.

- *Hedef Belirleme:* Öğrencilerin bireysel hedeflerini belirlemelerine olanak tanımak ve sınıf içerisinde bu hedeflerin tartışılmasını sağlamak, öğrenme sürecine anlam kazandırmakta ve motivasyonu artırmaktadır.

- *Pozitif Uyarıcıların Kullanımı:* Canlı renkler ve olumlu çevresel düzenlemeler, öğrenme ortamında dikkat ve ilgi seviyesini yükseltmekte etkili olmaktadır.

- *Hareketli Aktiviteler:* Öğrencilerin fiziksel olarak hareket edebileceği ve çeşitli seçenekler arasından tercihler yapabileceği aktivitelerin düzenlenmesi, öğrenme sürecine dinamizm kazandırmaktadır.

- *Olumlu Beklentilerin İfade Edilmesi:* Pozitif beklentilerin açıkça dile getirilmesi ve öğrencilerin bu beklentilere yönelik düşüncelerini paylaşmalarına olanak sağlanması, öğrenme ortamındaki güven ve motivasyonu artırmaktadır.

- *Güçlü İlişkilerin Kurulması:* Öğretmen-öğrenci arasındaki pozitif ve destekleyici ilişkiler, öğrenme sürecine ilişkin olumlu tutumları güçlendirmektedir.

Hazırlık (Preparation): Bu aşama, öğrencilere merak ve heyecan yaratmayı hedefler ve onların dikkatini çekerek öğrenme hedefine odaklanmalarını sağlar. Bu aşamada uygulanabilecek etkinlikler ve stratejiler aşağıda verilmiştir (Duman, 2015).

- *"Sen Oradasın" Deneyimi:* Öğrencilerin konuyu daha anlamlı ve gerçekçi bir şekilde kavrayabilmeleri için, gerçek yaşam deneyimleri sunulması etkili bir yaklaşımdır. Bu yöntem, öğrencilerin bilgiyi yalnızca teorik değil, aynı zamanda pratik bir bağlamda anlamlandırmalarını sağlar.

- *Temel Noktaların Gösterilmesi:* Öğrenme sürecinin başlangıcında, konunun ana hatları ve büyük resmi gözden geçirmek, öğrencilerin derinlemesine bir anlayış geliştirmelerine olanak tanır. Bu yöntem, konuya yönelik zihinsel bir çerçeve oluşturarak öğrenmeyi kolaylaştırır.

- *Kişisel İlgi ve Duygusal Bağın Teşvik Edilmesi:* Öğrencilerin, öğrenilen konuyla kişisel ve duygusal bir bağ kurmaları, motivasyonlarını artırmanın yanı sıra bilgiyi daha kalıcı hale getirmektedir. Bu doğrultuda, öğrencilerin ilgi alanlarına yönelik sorular sormak veya onların yaşamlarına dair örnekler sunmak etkili olabilir.

- *Somut Deneyimlerin Sağlanması:* Deneyler, okul gezileri, görsel materyaller ya da alanında uzman misafir konuşmacılar gibi somut deneyimler, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılmalarını sağlar. Bu tür deneyimler, teorik bilginin pratik bağlamda anlamlandırılmasını destekler.

- *Disiplinlerarası Bağlantıların Kurulması:* Konunun diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi, öğrencilerin konuyu daha geniş bir bağlamda değerlendirmelerine

olanak tanır. Bu yaklaşım, öğrencilerin farklı disiplinler arasındaki bağlantıları görmelerini ve bütüncül bir bakış açısı geliştirmelerini sağlar.

- *Sürpriz ve Yeniliklerin Kullanılması:* Öğrencilerin dikkatini çekmek ve öğrenme sürecini ilgi çekici hale getirmek amacıyla sürpriz unsurlar veya yenilikçi uygulamalar eklemek faydalı olabilir. Bu tür yenilikler, öğrencilerin derse olan ilgisini artırarak öğrenme sürecine katılımı teşvik eder.

Başlama ve Kazanma (Initiation and Acquisition): Bu aşama, öğrencilerin içeriğe derinlemesine dalmalarını sağlar ve yoğun bir şekilde odaklanır. Basit sunumlar yerine, düşünceler, ayrıntılar ve karmaşıklık üzerinde durulur. Öğrencilerin bilgiyle geçici olarak dolup taşmalarına izin verilir ve bu süreç, tahmin etme, merak ve kişisel anlam keşfiyle devam eder. Zamanla, öğrenciler bilgiyi sınıflandırır ve organize eder. Bu aşamada uygulanabilecek etkinlikler ve stratejiler aşağıda verilmiştir (Duman, 2015).

- *Somut Öğrenme Deneyimleri:* Durum çalışmaları, deneyler, alan gezileri, röportajlar ve deneyime dayalı öğrenme gibi uygulamalar, öğrencilerin gerçek dünyayı keşfetmelerine olanak tanımaktadır. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin teorik bilgiyi pratik bağlamda anlamlandırmalarını destekler.

- *Yaratıcı Aktiviteler:* Tiyatro, skeç ve medya projeleri gibi yaratıcı etkinliklerle öğrencilerin yaratıcılık ve ifade becerileri geliştirilebilir. Bu etkinlikler, öğrencilerin duygusal ve sosyal zekâlarını da desteklemektedir.

- *Zekâ Alanlarına Hitap Eden Etkinlikler:* Çeşitli zekâ alanlarına (mantıksal-matematiksel, sözel-dilsel, görsel-uzamsal, kinestetik vb.) hitap eden etkinlikler düzenlemesi, öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alan bir öğrenme ortamı oluşturur.

- *Grup Projeleri:* İş birliği ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesine yönelik grup projeleri, öğrencilerin hem sosyal etkileşimlerini hem de eleştirel düşünme becerilerini desteklemektedir.

- *Sanat ve Medya Etkinlikleri:* Tiyatro, skeç, radyo/TV reklamı veya okul gazetesi hazırlama gibi yaratıcı projeler, öğrencilerin hem bireysel becerilerini hem de takım çalışması yetkinliklerini geliştirmektedir.

- *Bilgisayar Programlarının Kullanımı:* İyi tasarlanmış eğitim yazılımları, öğrenmeyi destekleyen etkili araçlar arasında yer almaktadır. Özellikle görsel ve etkileşimli içerik sunan programlar, öğrencilerin dikkatini çekmekte ve öğrenmeyi zenginleştirmektedir.

Ayrıntılandırma(Elaboration): Bu aşamada öğrenmenin detayları üzerinde düşünülür ve kavramsal anlayış geliştirilir. Bilgiler ve beceriler arasındaki bağlantılar kurulur. Etkileşimli etkinliklerle (tiyatro, video, vb.) desteklenir. Bu aşamada uygulanabilecek etkinlikler ve stratejiler aşağıda yer almaktadır (Duman, 2015).

- *Önceki Etkinliğin Özeti:* Önceki etkinliklerin geniş bir özetinin yapılması, öğrenme sürecinde sürekliliği sağlamanın yanı sıra öğrencilerin önceki kazanımlarını yeniden hatırlamalarını ve yeni bilgiyle bağlantı kurmalarını kolaylaştırır.

- *Disiplinler Arası Bağlantılar:* Öğrenme konusunun bilim, edebiyat, sanat gibi farklı disiplinlerle ilişkilendirilmesi, öğrencilerin konuya daha geniş bir perspektiften yaklaşmalarını sağlar. Bu tür bağlantılar, bilgilerin bütünleştirilmesine ve derinleştirilmesine katkıda bulunur.

- *Değerlendirme Kriterleri:* Öğrencilerin performansını değerlendirirken şeffaf ve anlaşılır değerlendirme kriterleri veya rubriklerin kullanılması, hem öğrenme sürecinin adil bir şekilde değerlendirilmesini hem de öğrencilere net bir geri bildirim sağlanmasını mümkün kılar.

- *Araştırma Faaliyetleri:* Öğrencilerin konuyu derinlemesine anlamalarını teşvik etmek amacıyla internet, kütüphane veya diğer kaynaklardan bilgi toplamalarını sağlamak, araştırma becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur.

- *Görsel ve İşitsel Araçlar:* Konuyla ilgili videolar, slayt gösterileri veya sesli materyallerin kullanılması, öğrenme sürecini daha etkili hale getirir. Bu araçlar, özellikle görsel-işitsel öğrenme stillerine sahip öğrenciler için faydalıdır.

- *Küçük Grup Tartışmaları:* Küçük gruplar halinde gerçekleştirilen tartışmalar, öğrencilerin iş birliği yapmalarını ve farklı bakış açılarını keşfetmelerini sağlar.

Grupların, tartışma sonuçlarını sınıfa rapor olarak sunmaları ise iletişim becerilerini geliştirmeye yönelik bir fırsat sunar.

- *Tartışma Oturumları:* Sınıf tartışmaları veya paneller düzenlemek, öğrencilerin eleştirel düşünme ve fikir paylaşımı becerilerini geliştirmeye olanak tanır.

- *Öğrencilerin Öğretmesi:* Öğrencilerin, küçük gruplar halinde veya sınıf sunucusu olarak belirli konuları öğretmelerine olanak tanımak, onların öğrenme süreçlerini derinleştirmesini ve özgüven kazanmalarını sağlar.

Kuluçka ve Bellek Kodlama (Incubation and Memory Encoding): Bu aşama, öğrenmenin zaman içinde etkili şekilde gerçekleşmesini sağlar. Bu aşamada uygulanabilecek etkinlikler ve stratejiler aşağıda yer almaktadır (Duman, 2015).

- *Rehbersiz Gözden Geçirme:* Öğrencilere, öğrenilen bilgileri rehber olmaksızın gözden geçirme fırsatları sunmak, bilgilerin içselleştirilmesine ve bireysel düşünme süreçlerinin gelişmesine katkı sağlar.

- *Öğrenci Günlüğü:* Öğrencilerin öğrenme süreçlerini bir günlükte kayıt altına almaları, bilgileri yeniden gözden geçirme ve kendilerini değerlendirme olanağı sunar. Bu yöntem, hem yansıtıcı düşünmeyi destekler hem de öğrenmenin kişiselleştirilmesine olanak tanır.

- *Çiftler Arası Tartışma:* Öğrencilerin konuyu çiftler halinde tartışmaları, sosyal öğrenme ortamları oluşturarak fikir alışverişini teşvik eder ve öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesine yardımcı olur.

- *Gevşeme Egzersizleri:* Gevşeme egzersizleri gibi aktiviteler, öğrencilerin stres seviyelerini azaltarak zihinsel rahatlama sağlar ve öğrenmeye daha açık bir zihin durumu oluşturur.

- *Müzik Dinleme:* Öğrencilerin, öğrenme sürecine uygun bir müzik dinleme alanında vakit geçirmeleri, zihinsel rahatlama sağlarken duygusal bir bağ kurarak öğrenmenin daha etkili hale gelmesine katkıda bulunabilir.

- *Bilgi Paylaşımı:* Öğrencilerden, öğrendikleri bilgileri aileleri ve arkadaşlarıyla tartışmaları istenebilir. Bu tür bir paylaşım, bilgilerin pekiştirilmesine, farklı bakış açılarıyla zenginleşmesine ve sosyal bağların güçlendirilmesine yardımcı olur.

Doğrulama ve Güven Kontrolü (Verification and Confidence Check): Bu aşamada öğrenciler öğrendiklerini gözden geçirir ve pekiştirmeye çalışır. Öğrenilenlerle ilgili çeşitli çalışmalar yapılır ve öğrenciler birbirlerine öğrendiklerini anlatır. Bu aşamada uygulanabilecek etkinlikler ve stratejiler aşağıda yer almaktadır (Duman, 2015).

- *Sunum Yapma:* Öğrencilerin öğrendiklerini sınıf arkadaşlarına veya daha geniş bir kitleye sunmalarını sağlamak, bilgi paylaşımını teşvik eder ve öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirir. Sunumlar, öğrencilerin öğrendiklerini yapılandırmalarına ve kendilerini ifade etmelerine olanak tanır.

- *Görüşme ve Fikir Alışverişi:* Öğrenciler arasında fikir alışverişine dayalı görüşmelerin teşvik edilmesi, öğrenme sürecini iş birliğine dayalı bir yaklaşımla zenginleştirir. Bu yöntem, öğrencilerin farklı bakış açılarını keşfetmelerini ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerini sağlar.

- Proje Sergileme: Öğrencilerin, öğrendikleri konuları projeler aracılığıyla (örneğin, zihin haritası, video, haber bülteni vb.) sergilemeleri, yaratıcı düşünme becerilerini ve iş birliği yetkinliklerini geliştirmelerine imkân tanır. Projelerin sergilenmesi, öğrencilerin başarılarını paylaşarak özgüven kazanmalarını da destekler.

- *Rol Oynama ve Dramatizasyon:* Rol yapma, skeç veya tiyatral performanslar gibi etkinliklerin gerçekleştirilmesine olanak tanımak, öğrencilerin hem duygusal zekâlarını hem de ifade becerilerini geliştirmelerine katkı sağlar. Bu tür etkinlikler, öğrenilen bilgilerin daha kalıcı hale gelmesine yardımcı olur.

- *Soru-Cevap Faaliyetleri:* Öğrencilere sözlü veya yazılı sorular sormak, bilgilerin pekiştirilmesi ve eksik kalan noktaların tespit edilmesi açısından etkili bir yöntemdir. Soru-cevap oturumları, öğrencilerin eleştirel düşünme ve hızlı problem çözme becerilerini destekler.

Kutlama ve Bütünleşme (Celebration and Integration): Bu aşamada öğrenilenler kutlanır ve başarılar takdir edilir. Kutlama ile eğlenceli bir atmosfer yaratılması öğrenmenin

keyfini çıkarmak ve motivasyonu artırmak için önemlidir. Bu aşamada uygulanabilecek etkinlikler ve stratejiler aşağıda yer almaktadır (Duman, 2015).

- *Müzik ve Eğlence:* Öğrenme sürecini sonlandıran eğlenceli bir atmosfer oluşturmak için müzik çalınması, öğrencilerin rahatlamalarını sağlar ve etkinlikleri daha keyifli hale getirir. Müzik, öğrencilerin moralini yükseltirken kutlama ruhunu güçlendirir.

- *Paylaşım Zamanı:* Öğrencilerin, kazandıkları başarıları ve öğrendiklerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşmalarına fırsat tanımak, öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesine ve öğrenciler arasındaki etkileşimin güçlenmesine katkı sağlar. Akran paylaşımları, öğretici bir etkileşim ortamı oluştururken öğrencilerin özgüvenlerini artırır. Ayrıca, teşekkür ve takdir gösterileri ile başarılar kutlanabilir.

- *Davet:* Öğrencilerin projelerini diğer sınıflara, ebeveynlere, okul müdürüne veya misafirlere sunmaları, başarılarının daha geniş bir kitle tarafından takdir edilmesini sağlar.

- Kutlama Partisi: Öğrenciler, sınıfça tasarlanmış bir kutlama partisi düzenleyerek öğrenme sürecini eğlenceli bir şekilde tamamlayabilirler.

Bu aşamalar, öğretmenlerin beynin nasıl çalıştığını anlaması ve bu bilgiye dayanarak etkili bir öğretim tasarlaması gerektiğini vurgular. Beyin temelli etkinliklerle öğrenme düzeyinin artırılması ve öğrencilere üst düzey düşünme becerilerini kazandırmak hedeflenir.

2.4. Beyin Temelli Öğrenme ve Fen Eğitimi

Fen bilimleri, öğrencilerin çevrelerini anlamaları ve doğal dünyayı keşfetmeleri için temel bir alan olarak kabul edilir. Bu alanda başarılı bir eğitim, öğrencilerin temel kavramları anlamalarına ve bu bilgileri etkili bir şekilde kullanmalarına bağlıdır. Temel kavramlar, öğrencilerin daha karmaşık bilimsel düşünceleri ve teorileri anlamalarını sağlar ve öğrenme süreçlerini destekler (Fogarty, 2009). Ancak, fen eğitiminin etkinliği, öğrencilerin öğrenme süreçlerini ve bilgiyi nasıl yapılandırdıklarını anlamakla doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, beyin temelli öğrenme modeli, öğretim yöntemlerini ve öğrenme stratejilerini yeniden şekillendirebilir. Beyin temelli öğrenme, öğrencilerin beyin işleyişine uygun öğrenme

stratejilerini vurgular ve öğrenme süreçlerinin daha etkili hale gelmesini sağlar (Caine ve Caine, 2002).

Öğrencilerin bilgiyi beyninde yapılandırması, ilgi, önceki bilgi ve öğrenme ortamının zenginliğine bağlıdır. Zengin bir öğrenme ortamı, öğrencilerin ilgisini çekerek bilgilerin anlamlandırılmasını kolaylaştırır. Caine ve Caine (2002)'nin beyin temelli ilkeleri, fen bilimi öğretimi için kuramsal bir çerçeve sunmaktadır.

Beyin temelli öğrenmede, öğrencilerin öğrenme çevresinin zenginliği önemli bir faktördür. Öğrencilerin ilgisini çekmek ve öğrenme motivasyonunu artırmak için çeşitli öğrenme materyalleri ve etkinlikler kullanılmalıdır. Zengin bir öğrenme çevresi, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini artırarak derse olan ilgilerini harekete geçirir (Aydın, 2016).

Beynin paralel işlemci özelliği, öğrenmenin etkili olması için çeşitli duyu organlarına hitap eden ve etkileşimli bir sınıf ortamı gerektirir. Fen bilimleri öğretiminde öğretmenler, öğrencilerin birbirini görebileceği ve iletişim kurabileceği bir sınıf düzeni oluşturmalı, çok sayıda duyu organına hitap eden etkinlikler hazırlamalıdır. Ayrıca, fen bilimleri dersinde bilgilerin kalıcılığını artırmak için öğrencilerin laboratuvar çalışmaları sırasında aktif rol alması teşvik edilmelidir (Özden, 2005). Fen bilgisi derslerinde ve laboratuvar etkinliklerinde çeşitli araç-gereçler kullanarak açık uçlu etkinlikler düzenlenmeli ve öğrencilerin deneyim kazanmalarına izin verilmelidir. Bu süreçte, sınıf düzenini bozmalarına ve uygun seviyede gürültü yapmalarına müsaade edilmelidir. Laboratuvar çalışmaları ve ders konuları, gerçek yaşamla ilişkilendirilmelidir (Ceylan, Güzel Yüce ve Koç, 2019). Bununla birlikte Fen bilimleri derslerinde, çeşitli duyusal ve deneysel etkinliklerin kullanılması öğrencilerin bilgi edinme süreçlerini zenginleştirir ve beyinin farklı bölgelerini aktive ederek öğrenme süreçlerini destekler (Aydın, 2016).

Fen bilimleri derslerinde bilgilerin uzun süreli hafızada saklanabilmesi için uzamsal belleğin kullanılması önemlidir. Uzamsal bellekte kalıcı izler bırakmak için dramalar, geziler, duyusal sunumlar, deneyler ve gözlem etkinlikleri gibi çeşitli öğretim yöntemleri kullanılmalıdır (Aydın, 2016). Bu yöntemler, öğrencilerin bilgiyi daha iyi kavramalarını ve hatırlamalarını sağlar.

Öğretmenler, öğrencilerin hem zengin hem de destekleyici bir öğrenme ortamında gelişmelerini sağlamak için çeşitli stratejiler kullanmalıdır. Bu ortamı oluşturmak amacıyla,

bülten tahtası, bilgisayar teknolojisi ve simülasyonlar gibi araçlar kullanılmalıdır. Aynı zamanda, ders planlarının esnek olması ve öğrencilerin duygusal ihtiyaçlarını karşılaması önemlidir (Ceylan vd., 2019).

Olumlu duygular, öğrenme sürecinde önemli bir rol oynar. Olumlu duyguların yer aldığı bir sınıf ortamı, beynin amigdala bölgesini harekete geçirir ve öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir (Erdem, 2021). Fen bilimleri derslerinde olumlu duyguları teşvik eden bir ortam yaratmak, öğrencilerin öğrenme süreçlerini ve bununla birlikte başarılarını olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir.

Beyin temelli öğrenme çerçevesinde fen öğretiminde, tematik öğrenme, zengin bir dil, doğal ve karmaşık projeler ile çeşitli değerlendirme araçlarının kullanımı, öğrenciler üzerinde üç önemli etki yaratır. İlk olarak, öğrenciler aktif katılım sayesinde öğrenme sürecinin nasıl işlediğini anlarlar. İkinci olarak, bilgilerini sadece notlarla değil, uygulamalarla da gösterebileceklerini öğrenirler. Üçüncü olarak ise, düşünme becerilerinin, kendi öğrenmelerine nasıl yardımcı olacağını kavrarlar (Holloway, 2000; Özden, 2005).

Beyin temelli öğrenme, fen eğitimi bağlamında önemli bir yer tutar ve öğretim süreçlerini geliştirmek için etkili bir model sunar. Öğrencilerin bilgiyi daha etkili bir şekilde öğrenmelerini sağlamak için öğrenme çevresinin zenginliği, uzamsal bellek stratejileri ve olumlu duyguların teşvik edilmesi gerekmektedir. Fen öğretiminde beyin temelli öğrenme ilkelerinin entegrasyonu, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini daha anlamlı ve kalıcı hale getirir.

2.5. Fen Eğitiminde Laboratuvar Türleri

Laboratuvar uygulamaları, fen eğitiminde önemli bir yere sahiptir (Fadel ve Lemke, 2021). Laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini, sorgulama, problem çözme, eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirir. Ayrıca, öğrenciler arasında işbirliği ve iletişim becerilerini artırır (Hofstein ve Lunetta, 2004). Laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin akademik hayatlarında gerekli becerileri kazanmalarını sağlar. Laboratuvar uygulamaları olmadan bilgiler teorik düzeyde kalır ve kalıcı öğrenme gerçekleşmez. Öğrenci merkezli eğitim tercih edilerek, bağımsız çalışabilecekleri ve yaratıcılıklarını destekleyen özgür bir eğitim ortamı sağlanmalıdır. Bu ortamlar laboratuvarlar sayesinde sağlanabilir (Özdemir, 2015; Kavlak ve Birhanlı, 2023).

2.5.1. Gerçek laboratuvar uygulamaları

Gerçek laboratuvarlar, öğrencilerin fiziksel olarak laboratuvar ortamında deneyler yapmalarını sağlar. Bu laboratuvarlar, öğrencilerin bilimsel araç ve gereçlerle doğrudan etkileşimde bulunmalarına olanak tanır. Böylece öğrenciler, deneyleri yaparken tüm duyularını kullanarak daha zengin bir öğrenme deneyimi yaşarlar (Hofstein ve Lunetta, 2004). Gerçek laboratuvarlar, teorik bilgilerin doğruluğunu test etme ve görselleştirme imkânı sunar (Aydoğdu, 2009). Bu sayede öğrenciler bilimsel kavramları gerçek dünya bağlamında uygulama fırsatı bulurlar.

Gerçek laboratuvar uygulamaları, Fen Bilimlerinde soyut kavramların somutlaştırılmasına, öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarının artmasına ve çeşitli alanlarda yeteneklerin gelişmesine katkıda bulunur. Bu uygulamalar, öğrencilerin aktif katılımını sağlayarak doğa, canlılar ve bilimsel çalışmalara olan ilgiyi artırır, teorik bilgileri günlük yaşamla bağdaştırır ve bilgiyi ezberlemek yerine uygulama yeteneği kazandırır. Merak duygusunu teşvik eder, anlamlı öğrenmeyi kolaylaştırır ve bilimsel süreçlerin anlaşılmasına yardımcı olur. Ayrıca, öğrencilerin özgüvenlerini artırarak eleştirel, analitik ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirir ve keşfetme ile problem çözme yeteneklerini destekler (Koç Ünal, 2019). Bununla birlikte, laboratuvar uygulamalarının bazı sınırlılıkları da vardır; bunlar arasında kalabalık sınıflar, yetersiz ekipman ve imkanlar, zaman ve maliyet sorunları, düşük beceri seviyesine sahip öğrencilerin katılımının zorluğu, öğretmen yeterliliği eksiklikleri ve beceriye ağırlık verilmesi gibi sorunlar yer alır (Çepni vd, 2005; Koç-Ünal ve Şeker, 2020; Sarı, 2013; Tanel ve Tanel, 2010; Yılmaz-İnce ve Kutlu, 2014).

2.5.2.Sanal laboratuvar uygulamaları

Sanal laboratuvarlar, fen eğitiminde kullanılan yeni teknolojik gelişmelerden biridir. Bu laboratuvarlar simülasyon ve animasyonlarla fiziksel laboratuvarlarda kullanılan materyallerin ve laboratuvar şartlarının sanal ortamda sunulduğu teknolojik uygulamalardır (Lestari ve Pahar, 2020). Sanal laboratuvarlar, simülasyon ve animasyon içerikleriyle okullardaki fiziksel laboratuvarlarda gerçekleştirilmesi mümkün olmayan ya da tehlikeli olan deneylerin yapılmasına olanak sağlayabilmektedir (Zengin ve Keçeci, 2023). Öğrencilere anlamlı bir sanal deneyim sağlamak ve temel kavramları, ilkeleri ve süreçleri sunmak için laboratuvar deneylerini bir bilgisayarda simüle ederek etkileşimli multimedya içerikleri ile sunan sanal laboratuvarlar, bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerden biridir.

Öğrenciler sanal laboratuvarlar aracılığıyla öğrenme-öğretme sürecinde yanlış yapılan deneyleri tekrarlama ve amaçlanan deneyimi derinleştirme fırsatına sahip olabilmektedirler (Tatlı ve Ayas, 2013; Wastberg, Erikson, Karlsson, Sunnerstam, Axelsson ve Billger, 2019). Sınırsız tekrar ve zaman kısıtlaması olmadan istenildiği zaman deney ve etkinlik yapma imkân öğrenme sürecindeki en büyük avantajlardan biri olarak sayılabilir. Ayrıca, sanal laboratuvarlarda gerçekleştirilen deneylerde hata yapma olasılığı daha düşük olduğundan, öğrencilerin derse karşı motivasyon ve tutumları da olumlu yönde etkilenir (Akyürek, 2012; Kavlak ve Birhanlı, 2023).

Sanal laboratuvarlar, belirli disiplin alanlarına özgü farklı teknikler içeren uygulamalar olarak, okullarda fen deneylerinin, etkinliklerin öğrenme-öğretme süreçlerinde zaman ve mekândan bağımsız bir şekilde sunma imkânı tanımaktadır. Geleneksel uygulamalı yöntemlere göre daha etkili olan sanal laboratuvarlar, gerçekçi görselleştirmeler ve görüntüler sunarak yapıcı öğrenme ortamları oluşturabilmektedir (Emhadelima, 2015; Miller, Carver ve Roy, 2018). Okul ortamlarında fen bilimleri derslerinde aktarılacak içeriğin fen laboratuvarlarında uygun materyallerle yeterince açıklanamaması ve gözlemlenememesi, etkili ve kalıcı öğrenmelerin elde edilmesini engellemektedir (Ismail, Permanasari ve Setiawan, 2016). Bu noktada, sanal laboratuvarlar, öğrencilerin gözlemlenmesi zor olan bilimsel kavramlarla etkileşim kurmalarını sağlarken, animasyon ve video içerikleri aracılığıyla soyut ve karmaşık konuları somutlaştırmalarına da yardımcı olmaktadır (Zengin ve Keçeci, 2023).

Sanal laboratuvarlar, fen bilimleri derslerinde çeşitli kazanımlara uygun deneylerin kolayca kurgulanabilmesini sağlar (Duman ve Avcı, 2016). Örneğin, kimya öğretiminde molekül ve iyonların hareketleri, radyoaktif olaylar ve asit-baz tepkimeleri gibi konuların öğretiminde sanal laboratuvarlar kullanılabilir (Gömlekçi, 2019). Fizikte ise, özellikle ışık konusundaki zorluklar, Phet gibi sanal laboratuvarlar aracılığıyla aşılabilir. Bu laboratuvarlar, elektronların hareketini mavi kürecikler şeklinde somutlaştırarak öğrencilerin devre çalışırken kabloda neler olduğunu görmelerini sağlar (Faour ve Ayoubi, 2018).

İnternette sanal laboratuvar ortamlarında deneyler yapılmasına yönelik geliştirilen birçok uygulama bulunmaktadır. Model Science Software, Oxford Virtual Chemistry, Crocodile Chemistry ve irYidium Project gibi sunulan sanal laboratuvar uygulamaları, etkileşim sınırlamaları, gerçekçi olmayan üç boyutlu modeller ve daldırma hissinin eksikliği

gibi bazı kısıtlamalara sahiptir. Bununla birlikte, YÖK Sanal Lab ve CSU ChemLab gibi uygulamalar, fiziksel laboratuvar ortamlarını yüksek etkileşimli ve gerçekçi üç boyutlu modellerle sunarak bu kısıtlamaları aşmayı amaçlamaktadır (Zengin ve Keçeci, 2023).

Sanal laboratuvarlarda kullanılan Phet, Yenka, Merlot, goREACT, chemReaX gibi birçok sanal laboratuvar bulunmaktadır (Günlü, 2019; ACS,2023). Bunlardan bir tanesi de GoLab'dır). Go Lab, Avrupa komisyonu tarafından desteklenen, öğrencilerin ve öğretmenlerin çevrimiçi laboratuvarlara erişimini sağlayarak fen bilimleri eğitimini desteklemeyi amaçlayan iş birlikli bir projedir. Go-Lab projesi, öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgisini artırmayı ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Ayrıca Go-Lab, öğretmenlerin derslerini daha etkileşimli ve ilgi çekici hale getirmelerine yardımcı olur (Go-Lab Sharing and Authoring Platform, 2015).

Sanal laboratuvar uygulamaları için bilgisayar veya mobil cihazlara ihtiyaç duyulması olumsuz bir yanıdır. Ayrıca iyi bir ön hazırlık ve planlama gerektirmektedir (Önder, Tanel ve Tanel, 2023). Alanyazında sanal laboratuvarların öğrencilerin başarısına olumlu etkisi olduğuna yönelik çalışmalar olduğu görülmektedir (Özeler,2024; Tüter, 2024; Kavlak ve Birhanlı, 2023;Matthew ve Thomas, 2020; Sudlow-Naggie, 2020; Baş,2022; Oral,2022; Canöz, 2020; Koç-Ünal, 2019; Duman ve Avcı, 2016; Karagöz-Mırçık ve Saka, 2016; Çinici vd., 2013; Yıldırım, 2010; Bozkurt, 2008). Kavlak ve Birhanlı (2023) sanal laboratuvarların fen bilimleri dersinde etkin bir şekilde kullanılabileceği ve öğrenci başarısını artırabileceğini belirtilmiştir.

2.5.3. Laboratuvar uygulamalarının karşılaştırılması

Rizman Herga, (2015) tarafından hazırlanan sanal ve gerçek (fiziksel) laboratuvarların karşılaştırılmasına ilişkin tablo aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2.3. Laboratuvar Türlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Laboratuvar türü	Avantaj	Dezavantaj
Gerçek Laboratuvarlar	El becerilerini geliştirir.	Uzun ön hazırlık süreci gerektirir.
	Bilimsel yaklaşım basamaklarını takip eder.	Tehlikeli veya zararlı kimyasallarla çalışma riski taşır.
	Kurallı çalışma becerilerini geliştirir.	Yüksek maliyet ve uzun bekleme süreleri olabilir.
	Zengin materyal ve kimyasallarla çalışma imkânı sunar.	Sağlık ve güvenlik riskleri içerir.
Sanal Laboratuvarlar	Sonuçlar değişmez ve tutarlıdır.	Gerçek yaşamdan uzaklaşma riski taşır.
	-Bilimsel yaklaşım basamakları takip edilir	Bilgisayar veya mobil cihaz gerektirir.
	Tehlikeli, yüksek maliyetli veya özel şartlar gerektiren deneylerin kolayca yapılmasına olanak sağlar.	İyi kurgulanmamış deneyler öğrencileri hazırcılığa alıştırabilir.
	Uzun bekleme süreleri ve yüksek maliyetler yoktur.	Kurulum süreçleri zaman alıcı olabilir.
	Ekonomiktir ve görsel öğeler sunar.	
	Deneyler için ön hazırlık yapılmasını sağlar.	
	Mikro boyutta etkileşimleri animasyonlarla sunar	
	Sanal öğrenmeyi etkinleştirir.	

Gerçek laboratuvar deneyleri, bilimsel araştırma becerileri ve fen kavramları hakkında pratik bilgi edinme fırsatı sunar. Sanal laboratuvarlar, tehlikeli ve maliyetli deneylerin güvenli bir şekilde yapılmasını ve hızlı ya da yavaş reaksiyonların gözlemlenmesini sağlar, ancak öğrencilerin bu süreçte el becerilerini kullanma fırsatı bulunmadığı için gerçek dünyadan soyutlanmalarına neden olabilir. Yine de, sanal laboratuvarlar öğrencilerin bireysel ya da gruplar halinde çalışarak deney sürecine müdahale etme, parametreleri değiştirme ve sonuçları tartışma imkanı sunar (Liu ve ark., 2021). Animasyonlar fiziksel laboratuvarlarda yapılamayan deneyleri gerçekleştirme olanağı sağlar. Tamamlayıcı bir eğitim aracı olarak fen kavramlarının anlaşılmasını, mantıksal çıkarımlar yapılmasını ve deney sonuçları ile teorik bilgilerin ilişkilendirilmesini destekler (Wijayanti, Sugjyarto ve Ikhsan, 2019).

Sanal ve gerçek laboratuvarların her ne kadar avantaj ve dezavantajları olsa da her ikisi de birbirini tamamlar ve destekler. Bu bağlamda öğrenme süreçlerinde ne zaman gerçek ne zaman sanal laboratuvarların kullanılacağına karar vermede öğretmenler önemli bir rol oynar (Kapıcı ve Coştu, 2023).

2.6. Motivasyon

Motivasyon, Latince “movere” (hareket ettirme, hareketlendirme) fiilinden türemiştir. Türkçede “güdüleme” veya “güdülenme” olarak da ifade edilen motivasyon, davranışı hedefe yönlendiren ve faaliyete geçiren güçtür (Jansen, Meyer, Wigfield ve Möll 2022). Motivasyon, insanların davranışlarının nedenlerini anlamamıza yardımcı olan bir kavramdır. Hedefe yönelik davranışları ele alır ve bu davranışların sürekli olmasını sağlar (Pintrich ve Schunk, 2002). Motivasyon, istek, arzu, ihtiyaç, dürtü ve ilgiyi kapsayan bir süreçtir (Ryan ve Deci, 2000). Bu süreç içsel dışsal faktörlerin etkisiyle şekillenir.

İçsel motivasyon, bireyin bir etkinliği veya işi yaparken o işten keyif alması ve mutlu olması durumunu ifade eder (Ryan ve Deci, 2000). İçsel motivasyonda, etkinliğin kendisinin eğlenceli veya ilgi çekici olması önemlidir. İçsel motivasyonun temelinde, davranışın sürekliliğini sağlayan içsel istek yatmaktadır. Dışsal motivasyon ise, içsel motivasyonun aksine, davranışın sonucuna odaklanır. Bu tür motivasyonda birey, ödül kazanmak amacıyla davranışını sürdürür (Gülden, 2022).

Öğrenme sürecinde öğrencinin derse karşı olan motivasyonu, hedeflere ulaşma açısından önemli bir faktördür. Motivasyonlu öğrenciler yüksek enerjiye sahip olup,

öğrenme stratejilerini geliştirebilir (Bayrakçeken, Oktay, Samancı ve Canpolat, 2021). Öğrenme motivasyonunu etkileyen çeşitli etkenler vardır; bunlar arasında öz yetenek algısı, çaba, içsel motivasyon, görevin değeri, öz yeterlilik, test kaygısı, öğrenme ortamı, bireylerin öğrenme amaçları, öğrenme stratejileri ve görev yönelimi tarzı bulunur (Yılmaz ve Çavaş, 2007).

Sınıf ortamında konuların öğrenilmesi, derse aktif katılım ve etkinliklerde verimli olma konusunda motivasyonun rolü büyüktür (Işın, Akçay ve Kapıcı, 2020). Bu nedenle eğitim ve öğretim sırasında dikkate alınması gereken önemli bir faktördür (Dede ve Yaman, 2008). Yapılan araştırmalarda, fene yönelik motivasyonun, öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve motivasyondaki değişimin akademik başarıda da benzer yönde bir değişime sebep olduğu vurgulanmıştır (Altun, 2009; Akyürek, 2012). Ayrıca fene yönelik motivasyonu arttırılan öğrencilerin, sınıf içi etkinliklere daha çok katıldığı ve bunun sonucu olarak akademik başarılarında da gözle görülen bir artışın olduğu belirtilmiştir (Yenice vd., 2012).

Beyin temelli öğrenme, öğrencilerin hem bilişsel hem de duygusal yönden motive olmalarını sağlayarak öğrenme süreçlerini optimize etmeye çalışır (Jensen, 2005). Bu süreç, sanal laboratuvarlar gibi dijital araçlarla daha verimli hale getirilebilir. Sanal ortamlar, öğrencilerin beyninin farklı işlevlerini etkin şekilde uyararak öğrenme süreçlerini destekler. Örneğin, sanal deneyler, öğrencilerin görsel, işitsel ve dokunsal yollarla öğrenmelerini teşvik eder, böylece beyindeki farklı bölgeler aktive olur ve öğrenme süreçleri pekişir (Kavlak ve Birhanlı, 2023). Ayrıca, sanal laboratuvarlar öğrencilerin daha fazla etkileşimde bulunmalarını ve öğrendiklerini pratikte uygulamalarını sağlar, bu da sinirsel bağlantıları güçlendirir ve dopamin seviyelerinin artmasını destekler (Schultz, 2007). Bu bağlamda, beyin temelli öğrenme ve sanal laboratuvarlar, öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırarak öğrenme süreçlerini güçlendirmek için güçlü bir sinerji oluşturur. Öğrencilere anlamlı, etkileşimli ve ödüllendirici bir deneyim sunarak hem içsel hem de dışsal motivasyonu destekler, bu da daha derin, kalıcı ve etkili öğrenme sonuçları sağlar (Caine ve Caine, 1991).

2.7. 21. Yüzyıl Becerileri

21. yüzyıl becerileri, çağın gereksinimlerine uygun olarak bireylerin başarılı bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmeleri için gereken bilgi ve yetenekleri ifade eder (Kalemkuş, 2021).

Bilim ve teknoloji çağı olarak tanımlanan bu dönemde, hızlı değişim ve gelişime uyum sağlamak için belirli beceriler önem kazanmıştır. 21. Yüzyıl becerileri ilk olarak ABD merkezli bir kuruluş olan "21. Yüzyıl Becerileri İçin Ortaklık" (P21) tarafından tanımlamıştır. Bu kuruluş 21. Yüzyıl becerilerini öğrenme ve yenilenme becerileri, bilgi, medya ve teknoloji okuryazarlığı, ve yaşam ve kariyer becerileri olmak üzere üç ana başlıkta toplamıştır (P21, 2015). Öğrenme ve yenilenme becerileri, yaratıcılık ve öğrenme, eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim ve işbirliği gibi becerileri içerir. Bilgi, medya ve teknoloji okuryazarlığı bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı ve bilişim ve iletişim teknolojileri (ICT) okuryazarlığı gibi alanları kapsar. Yaşam ve kariyer becerileri ise, esneklik ve uyum, girişimcilik ve öz-yönetim, sosyal ve kültürel beceriler ile liderlik ve sorumluluk gibi becerileri içerir (P21, 2015).

Alanyazında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin bir diğer tanımlama ise uluslararası bir araştırma organizasyonu olan "Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21S, 2010)" tarafından oluşturulmuştur (TTKB, 2023). Bu tanımda, sınıflarda 21. yüzyıl becerilerinin yenilikçi değerlendirme araçları kullanılarak ölçülmesine katkı sunmak için bu becerilerin açık, anlaşılır ve kullanışlı tanımlarının ortaya konulması hedeflenmiştir (Binkley vd., 2012). ATC21S araştırmacıları bu teorik çerçeveyi 11 farklı organizasyonun ve enstitünün geliştirmiş ve kullanmış olduğu 21. yüzyıl becerileri ile ilişkili çerçeveleri ve tanımları analiz ederek oluşturmuşlardır. ATC21S çerçevesinde 21. yüzyıl becerileri dört ana kategoride gruplandırılmış ve bu çerçeve bu kategoriler kapsamında yer alan 10 beceri türü ile oluşturulmuştur. Bu kategoriler ve ilgili beceri türleri aşağıdaki gibidir (Binkley vd., 2012):

- Düşünme biçimleri (yaratıcılık ve yenilik (buluş), eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme, öğrenmeyi öğrenme ve üst biliş),
- Çalışma biçimleri (iletişim, iş birliği, takım çalışması),
- Çalışma araçları (bilgi okuryazarlığı, BİT okuryazarlığı),
- Dünyada yaşamak (vatandaşlık, yaşam ve kariyer becerileri, kişisel ve sosyal sorumluluklar).

2018 Fen Bilimleri Öğretim Programında, 21. yüzyıl becerileri "Yetkinliklerimiz" başlığı altında 8 ana yetkinlik olarak sunulmaktadır. Bu yetkinlikler: ana dilde ve yabancı dilde iletişim, bilim ve teknoloji yetkinlikleri, matematiksel yetkinlik, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, kültürel farkındalık ve ifade, sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler,

girişimcilik ve inisiyatif almadır (MEB, 2018). Bununla birlikte, "Alana Özgü Beceriler" başlığı altında, bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik ve tasarım becerileri öne çıkmaktadır. Yaşam becerileri arasında yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim, takım çalışması, analitik düşünme ve karar verme, mühendislik ve tasarım becerileri arasında ise yenilikçi ve inovatif düşünme bulunmaktadır. Bu bağlamda, 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda öğrencilere kazandırılmak istenen beceri ve tutumların, alanyazındaki 21. yüzyıl beceri tanımlarıyla uyumlu olduğu söylenebilir.

Beyin temelli öğrenme, öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmek için uygun öğrenme stratejilerini içerir (Jensen, 2008). Bu, 21. yüzyıl becerileri çerçevesindeki öğrenme ve yenilenme becerileriyle uyumludur. Sanal laboratuvarlar, bilgi ve teknoloji okuryazarlığını artırarak dijital yetkinlikleri geliştirir. Ayrıca, etkileşimli öğrenme ortamları, iş birliği ve iletişim becerilerini de destekler (Hofstein ve Lunetta, 2004).

Beyin temelli öğrenme, sanal laboratuvarların etkili kullanımını desteklerken, sanal laboratuvarlar da 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için beyin temelli stratejilerle uyumlu uygulama alanları sağlar. Yani, beyin temelli öğrenme ve sanal laboratuvarlar birbirini tamamlayıcı şekilde etkileşimde bulunarak öğrencilerin bilgiyi derinlemesine anlamalarını ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerini desteklemektedir (Collins ve Halverson, 2009).

Chai vd., (2015) tarafından alanyazında yaygın olarak savunulan 21. yüzyıl öğrenme becerileri altı faktörlü belirlenebilir: öz yönelimli öğrenme, işbirlikli öğrenme, teknoloji ile anlamlı öğrenme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve problemleri çözme. Bu öğrenme faktörleri iki gruba ayrılabilir: Birinci grup öğrenme becerileri ile ilgiliyken, ikinci grup üst düzey düşünme becerileri ile ilgilidir. Ayrıca, bu faktörlere verilen vurgu, öğrencilerin bilgi oluşturma kapasitelerini geliştirmeye yöneliktir. Dolayısıyla bu öğrenme faktörlerine öğrencileri dahil etmek, onların bilgi oluşturma konusundaki etkinliklerini artırmaktadır.

Bu araştırma kapsamında öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri, Chai vd., (2015) tarafından belirlenen yedi alt boyutta değerlendirilmektedir. Öğrencilerin fen derslerindeki 21. yüzyıl öğrenme becerilerine ilişkin bu boyutlar, kendini kendine öğrenme, bilgi ve iletişim teknolojileri ile anlamlı öğrenme, işbirlikli öğrenme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, gerçek dünyadan problem çözme ve bilgi oluşturma yeterliliğidir (Chai vd., 2015; Uğur ve Sungur, 2021). Bu bağlamda, öğrencilerin fen derslerinde ne kadar (1) kendi öğrenmeleri

için sorumluluk aldıkları ve planlar yaptıkları (kendini kendine öğrenme); (2) bilgi ve iletişim araçlarını kullanarak anlamlı bir şekilde öğrendikleri (bilgi ve iletişim teknolojileri ile anlamlı öğrenme); (3) fikir geliştirme sürecinin kolektif bir üyesi olarak katıldıkları (işbirlikli öğrenme); (4) konuları analiz etme, argümanlar sunma, karar verme ve problemleri çözme yeteneklerini geliştirdikleri (eleştirel düşünme); (5) özgün ve uygun ürünler oluşturma yeteneklerini geliştirdikleri (yaratıcı düşünme); (6) günlük yaşamdan gerçek dünya problemleriyle başa çıkabildikleri (problem çözme); ve (7) sorunlara çözüm önerileri geliştirmek için bilgi oluşturma konusunda kendilerine yeterli hissettikleri (bilgi oluşturma yeterliliği) değerlendirilir. Bu boyutlar arasında, kendi kendine öğrenme, işbirlikli öğrenme ve bilgi ve iletişim teknolojileri ile anlamlı öğrenme, 21. yüzyıl öğrenme süreçlerini oluşturmaktadır. Öte yandan, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme, 21. yüzyıl öğrenme düşünme süreçlerini kapsamaktadır. Son olarak, bilgi oluşturma için öz-yeterlik, 21. yüzyıl öğrenmenin sonucudur (Chai vd.,2015).

2.8. İlgili Alanyazın

2.8.1. Ulusal alanda yapılan çalışmalar

2.8.1.1.Beyin temelli öğrenme ile ilgili çalışmalar

Taşkıner Şereflioğlu (2023) fen bilimleri dersinde eğitsel nörobilim temelli etkinliklerin öğrenci başarısı ve bilgilerin kalıcılığına etkisini araştırmıştır. Çalışma, 69 beşinci sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiş ve deney grubu ile geleneksel öğretim yöntemleri kullanılan kontrol grubu arasında kıyaslama yapılmıştır. Araştırma Sonucunda, eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinliklerin, geleneksel öğretim yöntemlerine göre öğrenci başarısını önemli ölçüde artırdığını ve bilgilerin kalıcılığını olumlu yönde etkilediğini bulmuştur.

Tosun ve İlkörücü (2023), beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı fen eğitimi ile ilgili Türkiye'de yapılan nitel araştırma yöntemlerini içeren 9dokuz adet çalışmayı meta-sentez yöntemiyle incelemişlerdir. Araştırma sonucunda fen eğitiminde beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanılmasının, öğrencinin bilimsel konulara karşı ilgisini ve derse katılımını artırdığını, bu durumun da genel akademik başarıyı olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Gülden (2022) fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme modelinin ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve motivasyonel kararlılığına etkisini incelediği karma

desen araştırmasında, deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında akademik başarı ve motivasyonel kararlılık puanları açısından anlamlı bir farklılık bulunmadığını tespit etmiştir. Buna karşın deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğu beyin temelli öğrenme hakkında olumlu görüş bildirmiştir.

Oral (2022) araştırmasında, fen bilimleri dersinde Beyin temelli öğrenmenin akademik başarı, tutum ve kalıcılığa etkisini araştıran çalışmaların meta-analizinin gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya 2005-2020 yılları arasındaki deney ve kontrol gruplu çalışmalar dâhil edilmiştir. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenmenin Fen bilimleri dersi akademik başarı üzerinde anlamlı ve geniş düzeyde, kalıcılık üzerinde de anlamlı ve çok geniş düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilirken, tutum üzerinde ise anlamlı bir etki belirlenmemiştir.

Akyol (2022), gerçekleştirdiği meta-analiz çalışmasında 2005-2022 yılları arasında yapılan Beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin fen bilimleri dersi akademik başarısına, fen dersine yönelik tutumuna ve öğrencilerin işlenilen konuları hatırlama düzeyine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda beyin temelli öğrenme, programda öngörülen yönteme göre öğrencilerin akademik başarı, fen dersine yönelik tutum ve hatırlama düzeyi üzerinde anlamlı ve olumlu bir etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir.

Soyalp (2022), beyin temelli öğrenme kuramının fen öğretiminde sekizinci sınıf öğrencilerinin başarı ve tutumlarına etkisini incelediği ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel çalışmasında, gruplar arası son test akademik başarı ve tutum puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını belirlemiştir. Buna karşın çalışma sonunda deney grubu öğrencileriyle gerçekleştirilen öğrenci görüş anketinde, öğrenciler beyin temelli öğrenmeye ilişkin olumlu görüşler bildirmişlerdir.

Kahraman (2021), çalışmasında ortaokul yedinci sınıf fen bilimleri dersi hücre ve bölünmeler ünitesinde, beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç beceri düzeyleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda deney ve kontrol gruplarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerisi testi son test puanları arasında deney grubu lehinde anlamlı bir fark olduğunu tespit etmiştir. Sonuç olarak, Beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları ve bilimsel süreç beceri düzeylerine olumlu yönde katkı sağladığını belirtmiştir.

Albayrak (2019) tarafından yürütülen çalışmada, beyin temelli öğrenme modelinin ortaokul öğrencilerinin Biyoloji dersindeki akademik başarıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, beyin temelli öğrenme modelinin Biyoloji dersinde öğrencilerin akademik başarılarını artırmada önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Alyıldız Uğurlu (2019), Jensen'ın beyin temelli öğrenme modeline dayalı etkinliklerin ilkokul dördüncü sınıf Türkçe dersinde uygulanmasının öğrencilerin dil becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Karma araştırma deseni kullanılan çalışmasında sonuç Jensen'ın beyin temelli öğrenme modelinin öğrencilerin dil becerilerine olumlu yönde etkisi olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca öğrenciler bu şekilde işlenen derslere ilişkin olumlu yönde görüşler bildirmişlerdir.

Üçüncü (2017) araştırmasında dördüncü sınıf fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme modelinin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarıları ve başarı duyguları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma karma desen göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenme modelinin geleneksel öğretim modeline göre akademik başarı açısından daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Palavan ve Başar (2014) beyin temelli öğrenme yaklaşımının üçüncü sınıf öğrencilerinin Hayat Bilgisi dersindeki başarı ve bilgilerinin kalıcılığı üzerine etkisi incelemişlerdir. Araştırma öntest- sontest kontrol grubu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarını ve bilgilerinin kalıcılığını olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Yaman (2014) fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenmenin üstün zekâlı beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, fene yönelik tutum, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme düzeyine etkisini incelemiştir. Araştırma öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenmenin üstün zekalı öğrencilerin akademik başarılarını, yaratıcılığını, eleştirel düşünmesini ve tutumlarını olumlu şekilde etkilediği belirlenmiştir.

Süral (2014), fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme yaklaşımının, ilkokul beşinci sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisini incelemiştir. Araştırma yarı-deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenme yöntemi öğrencilerin akademik başarılarına pozitif yönde etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Akyürek (2012) beyin temelli öğrenme modelinin Fen Bilimleri dersinde sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik başarısına, derse karşı tutumlarına, motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Araştırma öntest- sontest kontrol grublu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenme modelinin öğrencilerin motivasyonlarını, akademik başarılarını artırmada daha etkili olduğu ve daha kalıcı öğrenmeler sağladığı tespit etmiştir.

Gözüyeşil (2012) beyin temelli öğrenme modelinin akademik başarıya etkisini incelemiştir. Araştırmada meta- analiz yöntemi kullanılmıştır. Beyin temelli öğrenme modelinin akademik başarıya etkisi ile ilgili 2005-2022 yılları arasında yapılan 22 araştırma incelenmiş olup, beyin temelli öğrenme modelinin akademik başarıya büyük düzeyde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yücel (2011) araştırmasında beyin temelli öğrenme modelinin Fen bilimleri dersinde sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırma öntest- sontest kontrol grublu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda beyin öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı ve derse karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir.

Çelebi ve Afyon (2011) beyin temelli öğrenme modelinin Fen Bilimleri dersinde sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve derse yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırma öntest- sontest kontrol grubu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırmada beyin temelli öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı ve derse yönelik tutumlarını olumlu şekilde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

İnci (2010) beyin temelli öğrenme modelinin Fen Bilimleri dersinde sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, tutum ve hatırlama düzeyine etkisini incelemiştir. Araştırma karma desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı, tutumlarına ve hatırlama düzeylerine pozitif yönde etki ettiğini tespit etmiştir.

Yıldırım (2010), fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı, derse yönelik tutum ve motivasyon düzeylerine etkisini incelemiştir. Araştırma, öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda; beyin temelli öğretimin öğrencilerin akademik başarı ve motivasyon düzeylerini

anlamlı derecede arttırdığını, tutumlarında ise anlamlı bir farklılık oluşturmadığını tespit edilmiştir.

Çelebi (2008) beyin temelli öğrenme modelinin Fen Bilimleri dersinde sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisini inceledikleri araştırmada ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada beyin temelli öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarını anlamlı derecede arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Öner (2008), beyin temelli öğrenme yaklaşımının fen bilimleri dersinde altıncı sınıf öğrencilerin başarısına, tutumuna ve hatırda tutma düzeyine etkisini incelemiştir. Ayrıca araştırma sonunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin görüşleri açık uçlu sorulardan oluşan bir form aracılığıyla incelenmiştir. Araştırmada ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenme yaklaşımının yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına kıyasla öğrencilerin başarılarına, tutum ve hatırda tutma düzeylerine anlamlı derece pozitif bir etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte öğrenciler beyin temelli öğrenme yaklaşımına ilişkin olumlu görüş bildirmişlerdir.

Erduran Avcı (2007), beyin temelli öğrenme yaklaşımının yedinci sınıf öğrencilerinin fen dersindeki başarı, tutum ve bilgilerinin kalıcılığına etkisini araştırmıştır. Araştırmada ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Ayrıca araştırma sonunda deney grubundan rasgele seçilen beş öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına, tutumlarına ve bilgilerinin kalıcılığına olumlu yönde etkisi olduğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin beyin temelli öğrenme yaklaşımına ilişkin olumlu görüşlere sahip olduklarını belirlemiştir.

Özden (2005), fen bilgisi dersinde beyin temelli öğrenmenin beşinci sınıf öğrencilerin akademik başarıya ve hatırlama düzeyine etkisini incelemiştir. Araştırmada ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarını ve hatırlama düzeylerini anlamlı derecede arttırdığı tespit etmiştir.

2.8.1.2.Sanal laboratuvar uygulamalarıyla ilgili çalışmalar

Özeler (2024), fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar uygulamalarının sekizinci sınıf ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini incelemiştir. Çalışmada, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısını arttırmada, mevcut programdaki yöntemlere göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Tüter (2024), fizik dersinde sanal laboratuvar uygulamalarının onuncu sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve tutumlarına etkisini incelediği yarı deneysel araştırma sonucunda Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin başarılarını tutumlarını arttırmada önemli düzeyde etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Canöz (2020), yarı deneysel çalışmasında, fen bilimleri dersinde argüman tabanlı sanal laboratuvar uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, argümantasyon seviyeleri ve girişimcilik becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda argüman tabanlı sanal laboratuvar uygulamaları kullanımının öğrencilerin akademik başarı, girişimcilik becerileri ve argümantasyon seviyelerinin, argümantasyon oluşturmalarına pozitif yönde bir etki yarattığı tespit edilmiştir.

Pınar ve Dönel Akgül (2020) sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin Fen Bilimleri derslerine karşı tutum ve motivasyonlarına etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup ile çalışılmıştır. Araştırma sonucunda iki grup arasında Fen Bilimleri dersine karşı tutum ve motivasyon değişimi arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte her iki çalışma grubunun hem sanal hem de gerçek laboratuvar uygulamalarından zevk aldıkları belirtmişlerdir.

Baş (2022), fen dersinde sanal laboratuvar uygulamalarının altıncı sınıf öğrencilerin akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırmada karma desen araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin başarı ve tutumlarına olumlu yönde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde de öğrenciler dersten keyif aldıkları ve fene yönelik tutumlarının pozitif yönde etkilendiği şeklinde olumlu görüşler bildirmişlerdir.

Koç-Ünal (2019), sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının beşinci sınıf elektrik ünitesinde ders başarılarını karşılaştırmış ve sanal laboratuvar yöntemiyle ders işlemenin öğrencilerin başarılarını ve edinilen bilgilerin kalıcılığını arttırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Günlü (2019), fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar kullanımının fen öğreniminde uygulanabilirliği konusundaki görüşlerini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğretmenler sanal laboratuvar kullanımının derste kalıcılığın ve başarıyı arttıracağını, öğrenilen bilgileri somutlaştıracağını, eğitimde fırsat eşitliği sağlayacağı yönünde olumlu görüşler bildirmişlerdir.

Aydın (2018) çalışmasında, sanal laboratuvar ile geleneksel laboratuvarların karşılaştırmasını yaparak sanal laboratuvarların öğrencilerin öğrenimlerine katkıda bulunduğunu saptamıştır. Çalışmada, sanal laboratuvarların akıl yürütmeye destek olduğu, öğrencileri öğrenmeye teşvik ettiği ve öğrenimi kolaylaştırdığı vurgulanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin sanal laboratuvar çalışmalarından keyif aldıkları belirtilmiştir.

Yazıcı ve Kurt'un (2018) çalışmasında, Kahramanmaraş ilinde görev yapan 67 Fen Bilimleri öğretmeni ve 400 ortaokul yedinci sınıf öğrencisinin görüşleri incelenmiştir. Araştırma, Fen Bilimleri dersinde laboratuvar kullanımının öğretmen ve öğrenci görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesini amaçlamıştır. Tarama modeli kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada, veri toplama aracı olarak öğretmen ve öğrenci görüş anketleri kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları, laboratuvar kullanımının öğrencilerin derse olan ilgisini ve dikkatini artırdığını, öğrencilerin derse hazırlıklı gelmelerini sağladığını ve derslerde laboratuvar kullanımının artırılması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, laboratuvar kullanmadan Fen Bilimleri dersinin öğrenciler tarafından öğrenilmesinin zor olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak, Fen Bilimleri ders süresinin ve laboratuvar kullanımının tekrar gözden geçirilmesi, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerini geliştirecek etkinliklere yer verilmesi önerilmektedir.

Duman ve Avcı (2016) çalışmasında, sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısı ve bilgilerin kalıcılığı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Nicel araştırma yöntemlerinden kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak yapılan bu çalışma sonucunda, sanal laboratuvarın öğretmen merkezli öğretim yöntemine kıyasla öğrenci başarısını ve bilgilerin kalıcılığını artırmada daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Karagöz-Mırçık ve Saka (2016) tarafından yapılan yarı-deneysel çalışmada, Fizik öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7E öğretim modeline dayalı geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin başarısına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda sanal laboratuvarların öğrencilerin başarılarına pozitif yönde etkisi olduğu belirlenmiştir.

Mutlu (2015) çalışmasında, sanal laboratuvar uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının akademik başarıları, kavramsal anlamaları, kimya laboratuvarına yönelik tutumları, bilimsel süreç becerileri, sorgulama becerileri ve öğrenme sürecine yönelik düşünceler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu bir desen kullanılmıştır. Araştırmada üç deney bir kontrol grubu bulunmaktadır. Birinci deney grubunda gerçek laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı, ikinci deney grubunda sanal laboratuvar ortamında rehberli sorgulamaya dayalı, üçüncü deney grubunda sanal laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı, kontrol grubunda ise gerçek laboratuvar ortamında geleneksel yaklaşıma dayalı etkinlikler uygulanmıştır. Araştırma sonunda gerçek laboratuvar ortamındaki rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin akademik başarıları, kavramsal anlamaları, kimya laboratuvarına yönelik tutumları, bilimsel süreç becerileri, sorgulama becerilerini artırmada daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Çinici vd. (2013), 5. sınıfların fen bilimleri dersinde ışık ve ses konusunun öğretiminde sanal laboratuvar uygulamaları yapılmasını geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla kıyaslandığı deneysel çalışmasında, sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin olumlu yönde olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Eyecioğlu ve Yeşilyurt (2013) fen bilimleri derslerinde dijital deneylerin kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi incelemişlerdir. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı -deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonucunda dijital deneylerin öğrenci başarısına olumlu yönde bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bozkurt (2008), fizik alanında sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin başarısına etkisini araştırdığı deneysel araştırmasında, sanal laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvar uygulamalarına kıyasla akademik başarıyı olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir.

2.8.1.3.Teknoloji destekli beyin temelli öğrenmeyle ilgili çalışmalar

Bozan (2022), fen bilimleri dersinde algodoo destekli beyin temelli öğrenme modelinin

akademik başarı ve problem çözme becerisine etkisini incelemiştir. Araştırma yarı-deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonunda algodoo destekli beyin temelli öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarı ve problem çözme becerilerine olumlu yönde etkisi olduğu belirlenmiştir.

Kocaoğlu (2015), sekizinci sınıf Türkçe dersinde beyin temelli öğrenmeye dayalı ağ günlüğü sitesinin kullanılmasının öğrenci başarısına ve öğretim sürecine etkisini incelemiştir. Araştırmada ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenmeye dayalı ağ günlüğü sitesinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı ve öğretim süreciyle ilgili öğrenciler arası etkileşimi olumlu etkilediği öğrenci ve öğretmenler üzerinde olumlu izlenimler bıraktığı tespit edilmiştir.

Oktay Esen (2014), fen bilimleri dersinde teknoloji destekli beyin temelli öğrenme yaklaşımının sekinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, bilgilerinin kalıcılığına ve üst bilişsel farkındalıklarına etkisini incelemiştir. Araştırmada yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada teknoloji destekli beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına ve bilgilerinin kalıcılıklarına pozitif yönde etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşın üstbilişsel farkındalıklarında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir.

İnci (2014), yedinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersindeki başarı, tutum ve öğrenme kalıcılığı üzerinde teknoloji destekli beyin temelli öğrenme yaklaşımına uygun geliştirilen fen ağacım isimli internet sitesinin etkisini incelemiştir. Araştırmada yarı-deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonunda deney grubundan 36 öğrenciyle mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin başarı, tutum ve bilgilerinin kalıcılığına pozitif yöne etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinde, beyin baskınlık düzeylerinde değişim gözlenmiş; beyinlerini dengeli bir biçimde kullanan öğrencilerin oranı %24 artmıştır. Ayrıca, deney grubu öğrencileri mülakatlarda beyin temelli öğrenme tasarımlarını sevdiklerini ifade etmişlerdir

Paliç (2009) çalışmasında dokuzuncu sınıf "Enerji" ünitesi için beyin temelli öğrenmeye dayalı bir web destekli öğretim materyali geliştirmiş ve konu uzmanlarının, ders öğretmenlerinin değerlendirmesine sunmuştur. Araştırmada öğretmenlere 21 maddelik bir web sitesi değerlendirme ölçeği uygulanmıştır. Araştırma sonucunda materyalin beyin

temelli öğrenmeye uygun olduğu ve eğitimde kullanılmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Samur (2009) çalışmasında beyin temelli e-öğrenme yaklaşımıyla işlenen İngilizce dersinin yedinci sınıf öğrencilerin akademik başarıları ve İngilizce dersine yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırmada yarı-deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonucunda beyin temelli e-öğrenme yaklaşımının uygulandığı deney grubundaki öğrenciler ile akademik başarılarının, geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarıları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunurken, İngilizce dersine yönelik tutumlarında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Keleş (2007), fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyalinin geliştirilmesi ve altıncı sınıf öğrencilerin akademik başarı, kavramsal anlama, tutum ve görüşlerine etkisini incelemiştir. Araştırmada bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır. Araştırma üç ayrı okuldaki üç adet altıncı sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kullanılan materyal ve etkililiğini incelemek amacıyla uygulama sonunda öğretmen ve seçilen öğrencilerle mülakatlar yapılmıştır. Araştırma sonunda beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyalinin kullanıldığı üç ayrı okuldaki öğrencilerin akademik başarılarında %100 ile %84 arasında değişen bir artış tespit edilmiştir. Bununla birlikte iki okuldaki öğrencilerin tutumlarında azalma meydana gelirken, her üç okuldaki öğrencilerde ortak bazı kavram yanılgıları olduğu görülmüştür. Öğretmen ve öğrenciler hazırlanan web destekli materyali etkili ve verimli bulduklarına ilişkin olumlu görüş bildirmişlerdir.

2.8.2. Uluslararası alanda yapılan çalışmalar

2.8.2.1. Beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile ilgili çalışmalar

Raihan, Supenal, Sumantri ve Gumelar (2024) Beyin Temelli Öğrenme yaklaşımının ilkokul öğrencilerinin fen derslerinde eleştirel düşünme becerileri ve öğrenme motivasyonları üzerindeki etkisini araştırmışladır. Araştırma ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırmada beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri ve öğrenme motivasyonlarını pozitif yönde arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Zakaria, Purwoko ve Hadisaputra (2021) yaptığı çalışmada beyin temelli öğrenme öğretim etkinliklerinin eleştirel düşünme becerileri ve öğrencilerin bilimsel okuryazarlık becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda beyin temelli öğrenmenin eleştirel düşünme becerileri ve bilimsel okuryazarlık yeteneği üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Zuhriyah ve Augistina (2020) beyin temelli öğrenme modelinin, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini incelemiştir. Zuhriyah ve Augistina (2020) yaptıkları araştırmada beyin temelli öğrenme modeli ile öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit etmiştir.

Sani, Rochintaniawati, Winarno (2019) beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin elektrik devresini öğrenme motivasyonuna etkisini araştırmışlardır. Araştırmada bir kontrol grubu ve bir deney grubu olmak üzere iki sınıfın olduğu yarı deney yöntem kullanılmıştır. Kontrol sınıfı 23 öğrenciden, deney sınıfı ise 26 öğrenciden oluşmaktadır. Deney sınıfında beyin temelli öğrenme, kontrol sınıfında ise ders temelli öğrenme kullanıldı. Araştırmanın sonucunda beyin temelli öğrenmenin öğrenci motivasyonunu arttırdığını belirlemişlerdir.

Ramakrishan ve Annakodi (2015) çalışmalarında beyin temelli öğrenme stratejilerinin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin yaratıcılıklarına etkisini incelemişlerdir. Çalışma, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel niteliktedir. Çalışmanın sonucunda, Beyin Temelli Öğrenme stratejisinin öğrencilerin yaratıcılığını geliştirdiği ve artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

2.8.2.2. Sanal laboratuvar uygulamalarıyla ilgili çalışmalar

Yanti, Rahayu ve Rizal (2023) fen eğitiminde sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı makaleleri bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, bazı okullarda sınırlı laboratuvar olanakları göz önüne alındığında, fen öğreniminde sanal laboratuvarların tercih edildiğini tespit etmişlerdir. Ancak, sanal laboratuvarların gerçek deneyim sağlayan geleneksel laboratuvarların yerini alamayacağı, sanal laboratuvarların fen öğreniminde geleneksel laboratuvarlara destek olarak kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Evstatiev, Hristova ve Gabrovska-Evstatieva (2022), yaptığı çalışmada mühendislik öğrencilerinin COVID-19 sırasında sanal laboratuvarlarla ilgili deneyimlerini bir anketle

ölçmüştür. Ölçek hazırlanıp Bulgaristan'daki öğrencilere dağıtılmıştır. Öğrencilerin motivasyonları olumlu olarak etkilenmiş olsa bile çoğunluk yüz yüze laboratuvarların sanal olanlara kıyasla daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Matthew ve Thomas (2020) tarafından yapılan yarı deneysel desen çalışmada iki deney ve bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Deney gruplarından birine sanal laboratuvar diğer deney gurubunda tahmin et, izleme ve açıklama yöntemi uygulanırken, kontrol grubu ile geleneksel yöntem kullanılmıştır. Yapılan uygulamaların öğrenci başarısına etkisinin incelendiği araştırma sonucunda sanal laboratuvar uygulanan deney grubunun başarı ortalaması diğer iki gruptan daha fazla arttığı ve sanal laboratuvar kullanımının öğrenci başarısını olumlu etkilediği tespit edilmiştir.

Rohim ve Ellianawati (2020), sanal laboratuvar uygulamalarının sekizinci sınıf fen bilimleri dersinde kullanılmasının öğrencilerin kavram öğrenimine ve motivasyonlarına etkisini araştırmışlardır. Çalışma ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel niteliktedir. Çalışma sonucunda öğrencilerin kavram anlayışını ve öğrenme motivasyonunu önemli ölçüde arttırdığını tespit etmişlerdir.

Sudlow-Naggie (2020), çalışmasında ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinde sanal laboratuvar uygulamalarının fen bilimleri dersindeki başarılarına ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Araştırma ön test -son tets kontrol gruplu yarı-deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonunda sanal laboratuvarların, gerçek laboratuvarlara göre öğrencilerin başarı ve motivasyonlarını artırmada daha etkili olduğunu belirlemiştir.

Hardiatun (2019), lise öğrencilerinin makromoleküler kimya konularında 21. yüzyıl kavramlarına hakimiyetlerini ve becerilerini geliştirmek için sanal laboratuvarının uygulanmasının etkisini incelemiştir. Araştırma ön test- son test tek gruplu deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda sanal laboratuvarlar, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri kapsamında etkileşimli bir şekilde öğrenmelerini sağlayarak, eleştirel düşünme, problem çözme ve işbirliği gibi becerileri geliştirdiğini tespit etmiştir.

Irwanto, (2018), sanal laboratuvar temelli öğrenme modelinin öğrencilerin düşünme becerileri ve bilimsel tutumları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmada nitel betimsel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada öğrencilerin sanal laboratuvara yönelik

düşünme yetenekleri, becerileri ve bilimsel tutumları ile ilgili 2010 -2016 yılları arasında yayınlanan 23 makale incelenmiştir. Araştırma sonucunda, sanal laboratuvarın öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, kavramsal anlama, bilimsel süreç becerilerini, geliştirdiğini, motivasyon, ilgi, algı ve öğrenme çıktılarına olumlu yönde etki ettiği sonucuna ulaşmıştır.

Brinson, (2017) sanal ve fiziksel laboratuvar etkinliklerinin, yoğunluk konusu ile ilgili öğrencilerin kavramsal anlayış ve sorgulama becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırma öntest-sontest yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda fiziksel ve sanal laboratuvar etkinliklerinin uygulandığı deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlayış ve sorgulama becerisi son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya konmuştur.

2.8.2.3.Teknoloji destekli beyin temelli öğrenmeyle ilgili araştırmalar

Wulansari, Suarni ve Widiana (2020), Animasyon temelli beyin temelli öğrenme modelinin fen öğrenmelerine etkisini incelediği yarı deneysel çalışma sonucunda animasyon temelli beyin temelli öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu sonucu elde edilmiştir.

Al-Balushi ve Al-Balushi (2018) fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenmenin sekizinci sınıf öğrencilerin başarısına ve bilgilerinin kalıcılığına etkisini incelemişlerdir. Araştırmada bir kontrol grubu ve iki deney grubu olmak üzere üç grup bulunmaktadır. Birinci deney grubunda beyin temelli öğrenme, ikinci grupta teknoloji destekli beyin temelli öğrenme, kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Akademik başarı açısından teknoloji destekli beyin temelli öğrenmenin uygulandığı deney grubu ile kontrol grubu arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunurken, bilgilerin kalıcılığı açısından iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Saleh (2012), gerçekleştirdiği yarı-deneysel araştırmasında beyin temelli öğrenme yaklaşımına uygun bir Newton fiziği kavramsal anlama materyalinin, ortaöğretim fizik dersinde etkililiğini ve öğrencilerin ögrenme motivasyonuna etkisini incelemiştir. Materyal beyin temelli öğrenmenin yedi basamağını içermektedir. Araştırma sonucunda beyin temelli ögrenmenin ögrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin geleneksel yöntemle ders

isleyen öğrencilere göre daha etkili ögrendiğini ve fizik dersi motivasyonlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Miller (2003) çalışmasında; seçtiği öğretmenlerin, beyin temelli öğrenme ve çoklu zekâ kuramının teknoloji destekli sınıf içi uygulamalarını incelemiştir. Araştırma beş ay sürmüştür. Araştırmada teknoloji destekli beyin temelli öğrenmeyi sınıflarında uygulayan her biri ayrı branştaki altı öğretmen, idareci ve teknik koordinatörle yürütülmüştür. Betimleyici özel durum çalışması şeklinde yürütülen araştırmada veri toplama aracı olarak mülakatlar, gözlemler ve kontrol listeleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğretmenler, beyin temelli öğrenme etkinlikleri olarak demonstrasyonlar, düz anlatım, tanımlamalar, bilgisayar destekli dokümanlar ve web sayfaları kullanmaktadır. Ayrıca öğretmenler, çeşitli roller üstlenerek rehberlik yapmakta, yardım sağlamakta, doğrudan anlatımda bulunmakta ve bazen değerlendirme yapmaktadır. Öğrenciler ise öğrenme sürecinde aktif katılımcı rolündedir. Araştırma, öğrenme çevresinin öğrencilerin öğrenmelerini en iyi seviyeye taşımada önemli bir etkisi olduğunu ve öğretmenlerin, öğrencilerin tercih ettiği öğrenme yollarını ve beyin tercihlerini sınırlamadığını ya da çatışmadığını ortaya koymuştur.

Miller (2004), teknoloji destekli beyin temelli öğrenme adında nitel bir araştırma gerçekleştirmiştir. Veri toplama araçları olarak görüşme ve gözlem yöntemi ile kontrol listeleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, beyin temelli öğretme-öğrenme sürecinde öğrenci merkezli eğitime yer verildiği ve öğrencilerin ilgi ve yetenekleri doğrultusunda öğrendikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan araştırmalara bakıldığında, beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile ilgili çalışmalarda daha çok akademik başarı, kalıcılık ve tutum değişkenleri olmakla birlikte sınırlı sayıda çalışmalarda motivasyon, problem çözme, üst bilişsel farkındalık, yaratıcılık ve bilimsel süreç becerileri araştırılmıştır. Sanal laboratuvar uygulanan çalışmalarda ve sanal laboratuvar ile beyin temelli öğrenme yaklaşımının birlikte kullanıldığı çalışmalarda da çoğunlukla akademik başarı ve kalıcılık değişkenleri incelenmiştir. Bu çalışma farklı olarak yalnızca akademik başarı gibi sık incelenen değişkenlere odaklanmakla kalmayıp, fen öğrenimine yönelik motivasyon ve 21. yüzyıl becerileri gibi alan yazında sınırlı sayıda araştırılan değişkenlere de odaklanmaktadır. Alanyazında beyin temelli öğrenme yaklaşımı ve öğretim programının kıyaslandığı çalışmalar bulunmaktadır. Bununla birlikte laboratuvar uygulamaları ile ilgili alanyazındaki araştırmalarda çoğunlukla sanal ve gerçek laboratuvar

uygulamaları kıyaslanmış olup, sanal laboratuvar uygulamalarında argümantasyon ve sorgulama tabanlı öğrenme yaklaşımları kullanılmıştır. Bu çalışmada farklı olarak beyin temelli öğrenme yaklaşımı ve öğretim programı esas alınarak laboratuvar etkinlikleri sanal ortamda ve gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirilerek dört farklı öğrenme ortamının etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda, sanal laboratuvar uygulamalarıyla beyin temelli öğrenme yaklaşımının, gerçek laboratuvar uygulamalarıyla beyin temelli öğrenme yaklaşımının, sanal laboratuvar uygulamalarıyla öğretim programının ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla öğretim programının birlikte kullanıldığı durumların etkisi de analiz edilmiştir. Araştırmada, bu dört farklı öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarısı, fen öğrenimine yönelik motivasyonu ve 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkileri detaylı olarak incelenmiştir. Bu sayede hem öğretim türü hem de laboratuvar türünün bağımsız ve etkileşimli etkileri ortaya konulmuş, farklı öğrenme yaklaşımlarının eğitim süreçlerine katkısı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Alanyazında beyin temelli öğrenme yaklaşımı ve öğretim programı esas alınarak laboratuvar etkinliklerinin sanal ortamda ve gerçek laboratuvar ortamında gerçekleştirildiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışmanın alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Alanyazındaki çalışmalarda kullanılan araştırma desenlerine bakıldığında araştırmalarda çoğunlukla sadece nicel ya da nitel araştırma desenin kullanıldığı, az sayıda çalışmada ise karma desen kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada karma araştırma deseni kullanılarak hem nicel hem de nitel veri toplama yöntemlerinin bir arada kullanılması, alanyazına yöntemsel anlamda da katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ulusal ve uluslararası alanyazında, sanal laboratuvar uygulamaları ve beyin temelli öğrenme yaklaşımının birlikte kullanıldığı çalışmalarda akademik başarı (Taşkıner Şereflioğlu, 2023; Bozan, 2022; Wulansari vd., 2020; Al-Balushi ve Al-Balushi, 2018; Kocaoğlu, 2015; İnci, 2014; Keleş, 2007), motivasyon (Saleh, 2012) tutum (İnci, 2014; Samur, 2009) ve problem çözme becerilerine (Bozan, 2022) etkileri incelenmiştir. Al- Al-Balushi ve Al-Balushi (2018) çalışmalarında beyin temelli öğrenme, teknoloji destekli beyin temelli öğrenme ve geleneksel öğretim yöntemleri karşılaştırdığı çalışmalarında, teknoloji destekli beyin temelli öğrenmenin akademik başarıyı arttırmada olumlu katkısı olduğunu belirtmişlerdir. Saleh (2012) çalışmasında beyin temelli öğrenme yaklaşımına uygun bir Newton fiziği kavramsal anlama materyaliyle ders işleyen deney grubu öğrencilerin motivasyonlarının, kontrol grubundaki öğrencilere göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bozan (2022) algodoo destekli beyin temelli öğrenme modelinin, öğrencilerin akademik başarı ve problem çözme

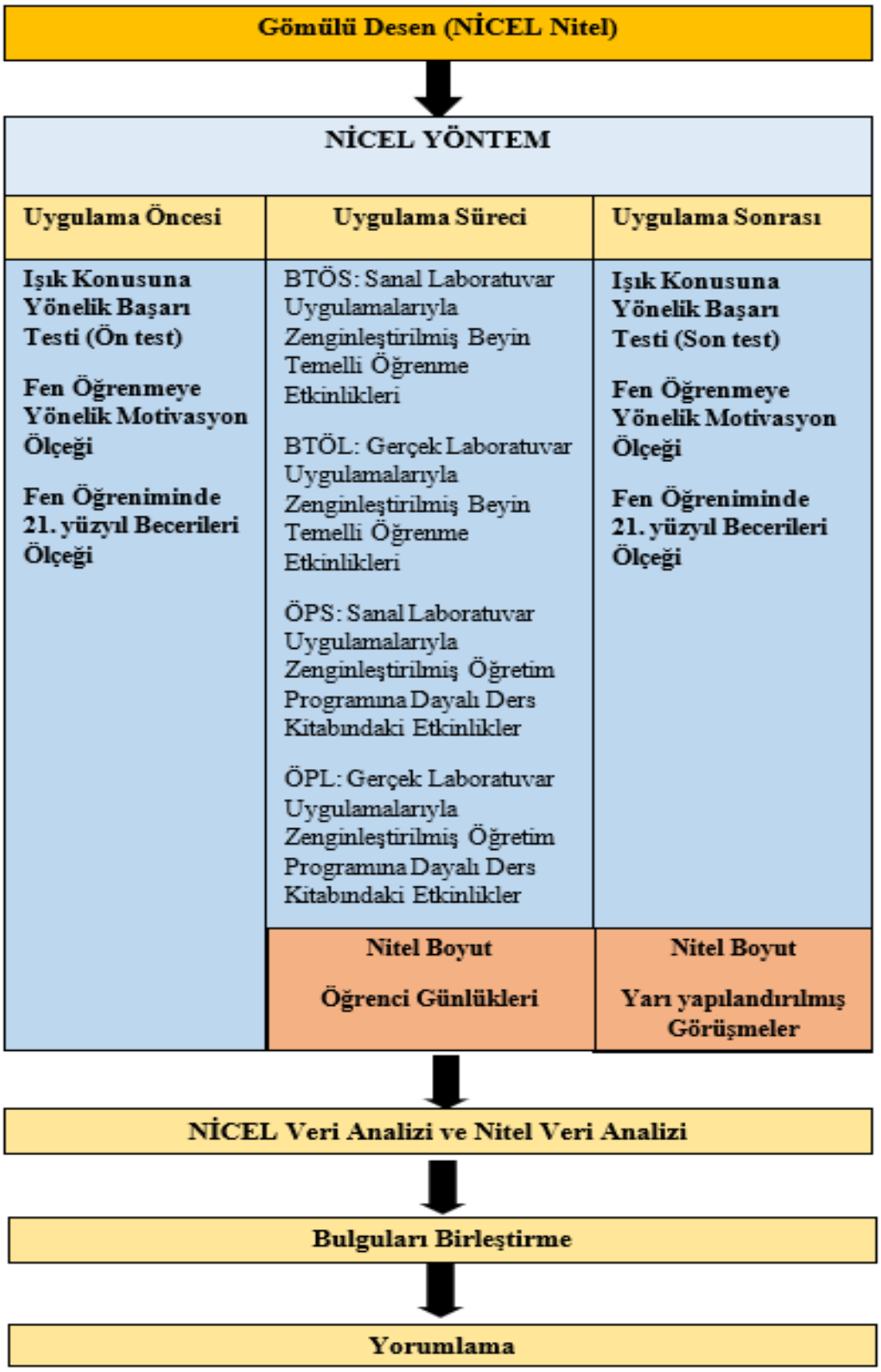
becerilerini arttırdığını belirlemiştir. Bu çalışmalarda nicel araştırma desenleri kullanılmıştır. Bu çalışmada, karma araştırma deseni kullanılarak beyin temelli öğrenme yaklaşımının ve laboratuvar türlerinin eğitim süreçlerine etkisi konusunda daha kapsamlı ve farklı bir bakış açısı kazandıracağı düşünülmektedir.

BÖLÜM III. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma, nicel ve nitel veri toplama yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntemler araştırma desenine göre tasarlanmıştır. Creswell ve Plano Clark (2011) karma yöntem araştırmasını, araştırma probleminin daha iyi anlaşılabilmesi için nicel ve nitel verilerin tek bir çalışma veya birden fazla çalışma dizisi içinde elde edilmesi, değerlendirilmesi ve birbiri ile ilişkilendirilmesi için geliştirilmiş bir yöntem olduğunu ifade etmiştir. Araştırmada karma araştırma yöntemlerinden gömülü (eş zamanlı iç içe) desen kullanılmıştır. Creswell (2005) gömülü deseni, araştırmacıların bir çalışmada hem nitel hem de nicel veri toplayarak, iki veri setinden elde edilen verilerin ayrı ayrı analiz edildiği ve bu verilerin araştırmanın farklı alt problemlerini cevaplayacak nitelikte olması şeklinde tanımlamaktadır. Bu çalışmada gömülü (eş zamanlı iç içe geçmiş) desen kullanılması sebebi olarak nicel verilere öncelik verilmesi, nicel verilerin uygulama öncesinde ve sonrasında toplanması, nitel verilerin uygulama sürecinde ve sonunda toplanması, verilerin ayrı ayrı analiz edilmesi ve uygulama sonunda birleştirilerek yorumlanmış olmasıdır (Creswell, 2005; Creswell ve Plano Clark, 2011). Ayrıca nitel veriler ile nicel veriler desteklenmiştir. Alanyazında yapılan çalışmalarda sıklıkla tercih edilen gömülü desen, araştırma sonuçlarının hem genellenebilirliğini arttırmakta hem de detaylı bir perspektif sunarak daha derinlemesine analiz imkânı sağlamaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2011).

Araştırmada, nicel veri toplama araçları ön test olarak uygulama öncesi tüm gruplara uygulanmıştır. Ardından uygulama sürecinde öğrenci günlükleri ile nitel veriler toplanmıştır. Uygulama sonrasında nicel veri toplama araçları son test olarak tüm gruplara uygulanmıştır. Ardından yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Şekil 3.1'de araştırmada kullanılan gömülü desene ait model gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Gömülü Desen Modeli

Şekil 3.1'de belirtilen gömülü desene ait araştırmanın nicel ve nitel boyutları detaylı bir şekilde aşağıda açıklanmıştır.

3.1.1. Nicel araştırma yöntemi

Araştırmanın nicel aşamasında 2x2 faktöriyel desen kullanılmıştır. Christensen, Johnson ve Turner'a (2015) göre bağımsız değişken sayısının bir ya da daha çok olduğu durumlarda faktöriyel desen kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Faktöriyel desen, iki veya daha fazla bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki etkilerini araştırmayı sağlayan desen olarak tanımlanmaktadır (Creswell, 2003; Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2018). Başka bir ifadeyle faktöriyel desen, son-test kontrol gruplu veya ön test-son test kontrol gruplu desenlerin (yansız atama olan veya olmayan) değişikliğe uğramış halleridir (Fraenkel vd., 2018). Araştırmanın bağımsız değişkenleri beyin temelli öğrenme yaklaşımı, öğretim programına dayalı öğretim, sanal laboratuvar ve gerçek laboratuvar uygulamalarıdır. Bağımsız değişken sayısı dikkate alınarak araştırmada toplam dört grup bulunmaktadır. Araştırmanın bağımlı değişkenleri ise öğrenci başarısı, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve fen eğitiminde 21.yüzyıl becerileridir. Araştırma tasarımı Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırmanın Faktöriyel Tasarıma İlişkin Gruplar

		Laboratuvar uygulamaları	
		Sanal Laboratuvar	Gerçek Laboratuvar
Öğretim Yöntemi	Beyin Temelli Öğrenme	BTÖS	BTÖL
	Öğretim programı esas alınarak gerçekleştirilen öğrenme	ÖPS	ÖPL

Birinci grupta sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme etkinlikleri, ikinci grupta laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme etkinlikleri, üçüncü grupta sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programına dayalı ders kitabındaki etkinlikler ve dördüncü grupta laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programına dayalı ders kitabındaki etkinlikler kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan deneysel desen Tablo 3.2'de verilmiştir

Tablo 3.2. Deneysel Desen

Grup	Ön Test	Beyin Temelli Öğrenme	Sanal Laboratuvar Uygulamaları	Son Test
BTÖS	X	X	X	X
BTÖL	X	X		X
ÖPS	X		X	X
ÖPL	X			X

Araştırma tasarımının odağı; beyin temelli öğrenme ve öğretim programı esas alınarak gerçekleştirilen öğretimin sanal laboratuvar uygulamalarıyla birleştirilerek öğrencilerin başarılarına, motivasyonlarına ve 21.yüzyıl becerileri üzerine nasıl bir etkisinin olacağının incelenmesidir.

3.1.2. Nitel araştırma yöntemi

Araştırmanın nitel bölümünde, nicel verileri desteklemek ve öğrencilerin öğrenme ortamlarına ve sürecine ilişkin düşüncelerini belirlemek amacıyla öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Görüşme, insanların algılarını, anlamlandırmalarını, durum tanımlamalarını ve zihinlerindeki şemalarını ortaya çıkarmanın en iyi yoludur (Punch, 2005). Yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmanın amaçları doğrultusunda araştırmacı tarafından hazırlanmış soruların ve bu soruların yanı sıra görüşmeler sırasında ortaya çıkabilecek yeni soruların kullanılabilmesine imkân tanıyan görüşme türüdür (Fraenkel vd., 2018).

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırma 2021- 2022 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde İstanbul ili Sultangazi ilçesinde bir ortaokulda öğrenim gören yedinci sınıf düzeyindeki 4 şube ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın yapıldığı sınıflar belirlenirken seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018). Uygun örnekleme yöntemi araştırmacının

kolayca ulaşabileceği örneklemden veriler elde edebilmesinde tercih edilen bir yöntemdir ve araştırmaya hız ve pratiklik kazandırmaktadır (Büyüköztürk vd., 2018). Araştırmadaki okulun seçilmesinde; araştırmacının aynı okulda görev yapıyor olması, okulun sanal ve laboratuvar uygulamaları için gerekli donanıma sahip olması (bilgisayar laboratuvarı, fen laboratuvarı, etkileşimli tahta, internet erişimi) gibi durumlar etkili olmuştur.

Çalışma gruplarının oluşturulmasında, sınıfların bir önceki yıl Fen Bilimleri dersi akademik başarı ortalamaları incelenmiştir. Öğrencilerin sınıflarını değiştirme imkânı bulunmadığından, dört sınıf seçkisiz şekilde araştırma gruplarına atanmıştır. Ayrıca çalışma gruplarının cinsiyete ilişkin dağılımları Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3. Grupların Cinsiyete İlişkin Dağılımları

	Kız	Erkek	Toplam
Grup	N	N	N
BTÖS	10	10	20
BTÖL	9	11	20
ÖPS	10	11	21
ÖPL	12	8	20

Tablo 3.3 incelendiğinde BTÖS grubunda 10 kız ve10 erkek öğrenci, BTÖL grubunda 9 kız ve 11 erkek öğrenci, ÖPS grubunda 10 kız ve 11 erkek öğrenci ve ÖPL grubunda 12 kız ve 8 erkek öğrenci bulunmaktadır. Araştırma öncesindeki tüm gruplara veri toplama araçları ön test olarak uygulanmıştır. Grupların benzer olduğuna karar verildikten sonra araştırmacı tarafından uygulamaya başlanmıştır.

3.3. Araştırma Ortamının Özellikleri

Uygulama sürecinde beyin temelli öğrenme yaklaşımı uygulanırken dikkate alınan unsurlar aşağıda verilmiştir;

- **Müzik:** Müzik beyin fonksiyonlarını geliştiren, beyin temelli öğrenme yaklaşımının önemli bileşenlerinden biridir (Harris, 2009). Araştırma süresince sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının uygulandığı gruplarda Sprenger (2010) tarafından sınıf ortamında dinletilmesinin öğrenme üzerinde önemli etkileri olduğu belirtilen Antonio Vivaldi, Johann Sebastian Bach'ın eserleri öğrencilere dinletilmiştir. Ayrıca öğrencilerle yapılan

egzersizlerde, grup çalışmasında, kuluçka ve bellek kodlama aşamasında arka planda klasik müziğe yer verilmiştir.

- **Beslenme-Su-Uyku:** Öğrenme ve beslenme arasında önemli bir ilişki olduğunu ortaya koyan çalışmalar (Feinstein, 2006; OECD, 2007; Jensen, 2005) dikkate alınarak öğrencilere etkili bir öğrenme için beslenmenin önemi hakkında uygulama öncesinde bilgi verilmiştir. Ayrıca kutlama ve bütünleşme aşamasında öğrencilere meyve ve kuruyemiş ikram edilmiştir. Beslenmeyle birlikte beyin için önemli maddelerden biri de sudur (Jensen, 2008). Bu nedenle öğrencilerin yanlarında su bulundurmaları ve uygulama boyunca izin almaksızın su içebilecekleri söylenmiştir. Blakemore ve Frith (2005) tarafından ifade edilen çocukların yedi buçuk saatten fazla uykuya gereksinim duyduğu bilgisi paylaşılarak öğrencilerden uyku düzenlerine dikkat etmeleri istenmiştir.

- **Stres:** Stres öğrenmeyi olumsuz yönde etkileyen unsurlardan biridir (Feinstein, 2006; Willis, 2006). Bu nedenle sınıf ortamında stresin en düşük düzeyde olmasına dikkat edilmiştir. Öğrencilerin not kaygısı taşımamaları için uygulama süresince derslerdeki etkinliklerden öğrencilere herhangi bir not verilmeyeceği belirtilmiştir.

- **Duygular:** Öğrenme üzerinde duyguların etkili olduğunu ortaya koyan çalışmalar (Jensen, 2005; Connell, 2009) doğrultusunda öğrenme sürecinde öğrencilerin olumlu duygulara sahip olmasına dikkat edilmiştir. Öğrencilere isimleriyle hitap edilerek, güler yüzlü davranışlar sergilenmiştir. Öğrenme süresince öğrencilerin yaptıkları çalışmaların notla değerlendirilmeyeceği belirtilmiş ve olumlu bir sınıf iklimi oluşturulmaya çalışılmıştır.

- **Motivasyon:** Motivasyonun öğrenme üzerinde etkili olduğunu ortaya koyan çalışmalar (OECD, 2007; Feinstein, 2006) incelenerek, öğrencilerin motivasyonunun artmasına önem verilmiştir. işbirlikli öğrenme teşvik edilmiş ve öğrencilere sürekli geri bildirimler verilmiştir. Buna ek olarak, gerektiğinde öğrenme süresi uzatılarak zamanla ilgili problemlerin üstesinden gelinmeye çalışılmıştır. Bu uygulamalarla öğrencilerin motivasyonlarının artırılması ve etkili bir öğrenme ortamının sağlanması hedeflenmiştir. Deney malzemelerinden olası eksiklikler olması durumuna karşın tedbirler alınmış, sanal laboratuvar uygulamalarında, öğrencilerin zorlandıkları noktalarda dönütler verilerek öğrencilere yardımcı olunmuştur.

- **Hareket/Fiziksel Aktivite:** Öğrenme sürecinde fiziksel aktiviteye dayalı etkinlikler öğrenmeyi olumlu yönde etkilemektedir (Feinstein, 2006; Jensen,2001). Bu nedenle her ders öncesinde öğrencilerle basit fiziksel egzersizler yapılmıştır. Egzersiz çalışmaları sayesinde öğrencilerin beyinlerine daha fazla kan akışı sağlanarak öğrenme sürecinde zihnin dinlenmesi ve dikkatin tekrar derse odaklanması desteklenmiştir. Bu uygulamalarla öğrenme sürecinin daha etkili ve verimli hale getirilmesi amaçlanmıştır.

Beyin temelli öğrenmeye uygun fiziki ortam oluşturulurken dikkat edilen unsurlar ise şunlardır;

- **Oturma Düzeni:** Beyin temelli öğrenme yaklaşımında önemli olan harekete dayalı etkinlikler için gerekli alanın oluşturulmasına ve oturma düzeninin bu doğrultuda belirlenmesine önem verilmiştir. Jensen'in (2005) oturma düzenine ilişkin önerileri doğrultusunda, öğrencilerin sınıf içinde rahatça dolaşabilmelerine olanak tanıyan fiziksel bir ortam oluşturulmuştur. Sanal laboratuvar ile zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının uygulandığı grupta dersler bilgisayar laboratuvarında işlenmiştir. Burada öğrenciler bilgisayar başında grup çalışması yapabileceği şekilde oturmuşlardır. Gerçek laboratuvar ile zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının uygulandığı grupta dersler sınıfta işlenmiştir. Burada da geleneksel sınıf düzeni yerine öğrencilerin grup çalışması yapabileceği şekilde sıralar birleştirilmiştir. Bu düzenlemeler sayesinde öğrencilerin hareket edebilmeleri ve etkinliklere aktif bir şekilde katılabilmeleri desteklenmiştir. Böylece, öğrencilerin öğrenme sürecinde daha etkili ve katılım sağlamaları desteklenmiştir.

- **Renk:** Öğrenme ortamları için en uygun renklerin sarı, açık turuncu, bej ya da kırık beyazdır (Walker, 1991; akt. Jensen, 2000). Bu nedenle kırık beyaz olan sınıf renginde değişiklik yapılmamıştır.

- **Aydınlatma:** Sınıfta akıllı tahtalar kullanılmadığı durumlarda perdeler açık tutularak aydınlık bir ortam sağlanmıştır**.**

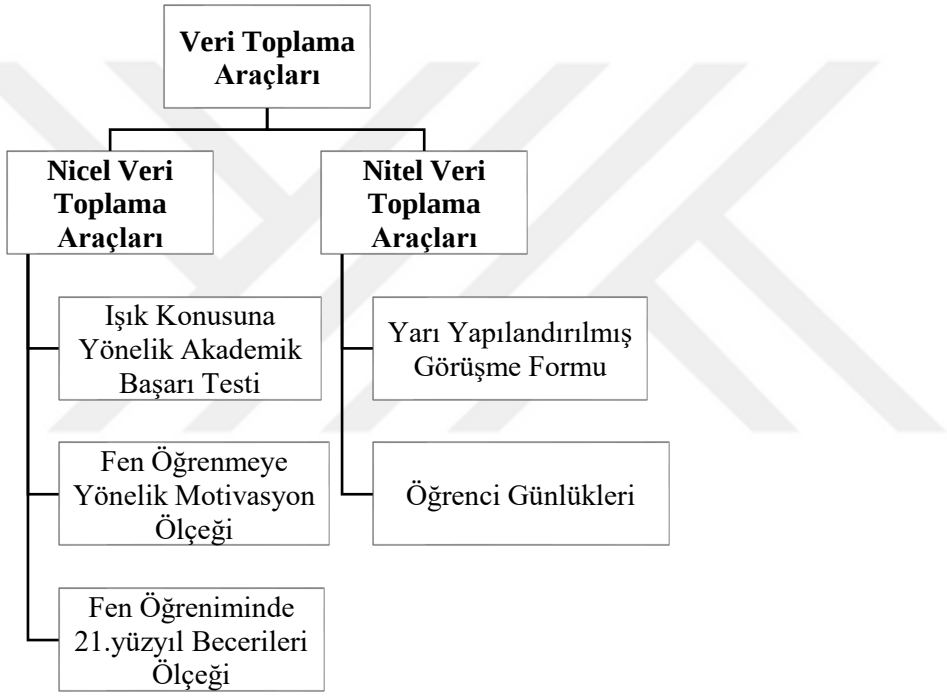
- **Koku:** Alanyazında, kokunun, hafıza, öğrenme, kaygı gibi unsurlar üzerinde etkili olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır (Jensen, 2000). Bu doğrultuda, ders çalışma ve egzersiz süreçlerinde kaygıyı azaltıcı ve öğrenmeyi artırıcı etkisi olan

vanilya kokusu ile rahatlamayı sağlayıcı etkisi olan lavanta kokusundan yararlanılmıştır**.**

- **Oksijen:** Beynin, öğrenme ve hayatsal faaliyetlerini yerine getirebilmesi için oksijen önemli bir unsurdur (Feinstein, 2006; Jensen, 2008). Bu nedenle ders süresince ve teneffüslerde pencereler açık tutulmuş, sınıf sık sık havalandırılmıştır**.**

3.4.Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılacak nicel ve nitel veri toplama araçları Şekil 3.2'de verilmiştir



Şekil 3.2. Veri Toplama Araçları

Şekil 3.2'de belirtildiği üzere araştırmada Işık konusuna yönelik ünitesi başarı testi, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği ve fen öğreniminde 21.yüzyıl becerileri ölçeği nicel veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu ve öğrenci günlükleri nitel veri toplama araçları olarak kullanılmıştır.

3.4.1.Nicel veri toplama araçları

3.4.1.1.Işık konusuna yönelik akademik başarı testi (IKYABT)

Uygulanacak öğretimsel yönteme bağlı olarak öğrencilerin akademik başarılarını

belirlemek için araştırmacı tarafından ortaokul 7. Sınıf ışığın maddeyle etkileşimi ünitesi konu ve kazanımlarını içeren bir başarı testi hazırlanmıştır. Gerekli analizler yapıldıktan sonra 25 maddelik çoktan seçmeli bir başarı testi elde edilmiştir. Başarı testinin hazırlanması aşağıda verilen aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

1. MEB (2018) Fen Bilimleri dersi öğretim programındaki yedinci sınıf "Işığın Maddeyle Etkileşimi" ünitesine ilişkin konu ve kazanımları incelenerek, ünitenin 12 kazanımdan oluştuğu belirlenmiştir. Ünite kapsamındaki her bir kazanımın Bloom taksonomisi esas alınarak bilişsel düzeyleri araştırmacı tarafından belirlenerek belirtke tablosu hazırlanmıştır (EK-1). Hazırlanan belirtke tablosu bir fen eğitimi uzmanı, bir ölçme değerlendirme uzmanı ve üç fen bilimleri öğretmeni tarafından incelenmiş, gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

2. Belirtke tablosu göz önüne alınarak ünite ile ilgili soru bankaları (Hız yayınları, Muba yayınları, Çanta yayınları, Günay yayınları), MEB kazanım testleri, MEB sınavları (Bursluluk, Lgs) incelenmiştir. Kapsam geçerliğin sağlanması açısından her kazanım için en az üç soru seçilerek bir soru havuzu oluşturulmuştur.

3. Oluşturulan soru havuzundaki sorular bir fen eğitimi uzmanı, bir ölçme değerlendirme uzmanı ve üç Fen Bilimleri öğretmeni tarafından incelenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda uygun bulunmayan soru maddeleri çıkarılarak 39 soruluk deneme formu oluşturulmuştur. Deneme formundaki sorular araştırma kapsamında yer almayan üç adet yedinci sınıf öğrencisine okutulmuştur. Öğrenciler tarafından soruların net ve anlaşılır olduğu belirtilmiştir. Bu süreçlerden sonra deneme formuna pilot uygulama için son hali verilmiştir.

4. Başarı testi deneme formunun pilot uygulaması Işık konusunu daha önce işlemiş olan ve sekizinci sınıfta öğrenim gören toplam 200 öğrenci ile yapılmıştır.

5. Pilot uygulama sonrası başarı testine son şeklini vermek amacıyla madde ve test analizleri yapılmıştır.

Madde analizi için test puanları en yüksekten en düşüğe göre sıralandıktan sonra listenin en üstünde yer alan %27'lik üst grup (54 öğrenci) ile en altında yer alan %27'lik alt grup (54 öğrenci) öğrenci puanları belirlenmiştir. Madde güçlük indeksi (P) başarı testinde yer alan her maddenin doğru cevaplanma oranını gösterir ve 0 – 1 arasında bir değer alır. bu değerin

1’e yakın olması soruların kolay, 0’a yakın olması soruların zor olduğu anlamına gelmektedir. Ölçme aracında yer alan maddelerin güçlük indeksi değerlerinin 0,3 ile 0,7 arasında olması istenir (Büyüköztürk, 2019). Testlerde yer alan soruların orta güçlükte olması yani p değerinin 0.50 civarında olması beklenir. Araştırmada madde güçlük indeksi, soruyu alt grupta ve üst grupta doğru cevaplayanların toplamının alt ve üst gruptaki kişilerin toplam sayısına oranı ile hesaplanmıştır.

Bir testteki soruların madde güçlüklerinin 0.50 civarında olması testin geçerlilik ve güvenirliğini artırır. Madde ayırt edicilik indeksi (rjx) ise – 1 ile + 1 arasında bir değer alır ve her bir maddenin alt ve üst gruptaki öğrencileri birbirinden ne kadar ayırıp ayırmadığını belirler (Büyüköztürk, 2019). Madde ayırt edicilik indeksi 1.00 – 0.19 arası olan madde testten çıkarılmalı, 0.20 – 0.29 arası olan madde düzeltilmeli, 0.30 – 0.39 arası olan madde oldukça iyi ve 0.40 – 1.00 arası olan çok iyi maddedir. Buna göre madde ayırt edicilik indeks değeri, 0.30 ‘un altında olan sorular ya ölçekten çıkartılmalı ya da sorular düzeltilerek kullanılmalıdır (Büyüköztürk, 2019). Testte yer alan her bir maddenin ayırt edicilik indeksi (rjx), soruya üst grupta doğru cevap verenler ile alt grupta doğru cevap verenlerin arasındaki farkın üst grup veya alt gruptaki kişi sayısına oranı ile hesaplanmıştır. Madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4. Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri

Soru No	Dü	Da	Pjx	Rjx	Sonuç
1	51	16	.62	.64	Kullanılabilir
2	51	20	.65	.57	Kullanılabilir
3	50	24	.68	.48	Kullanılabilir
4	**46**	**34**	**.74**	**.22**	**Düzeltilmeli**
5	**43**	**29**	**.66**	**.25**	**Düzeltilmeli**
6	**37**	**21**	**.55**	**.29**	**Düzeltilmeli**
7	**38**	**28**	**.61**	**.18**	**Çıkarılmalı**
8	42	6	.44	.66	Kullanılabilir
9	**37**	**24**	**.56**	**.24**	**Düzeltilmeli**
10	42	13	.50	.53	Kullanılabilir
11	**34**	**18**	**.48**	**.29**	**Düzeltilmeli**
12	47	14	.61	.61	Kullanılabilir
13	43	19	.56	.44	Kullanılabilir
14	**37**	**21**	**.57**	**.29**	**Düzeltilmeli**
15	**38**	**26**	**.59**	**.22**	**Düzeltilmeli**
16	37	7	.40	.55	Kullanılabilir
17	**35**	**15**	**.46**	**.27**	**Düzeltilmeli**
18	46	11	.52	.64	Kullanılabilir
19	42	13	.50	.53	Kullanılabilir
20	36	10	.42	.48	Kullanılabilir
21	37	8	.41	.53	Kullanılabilir
22	34	9	.39	.46	Kullanılabilir
23	**29**	**13**	**.38**	**.29**	**Düzeltilmeli**
24	44	10	.50	.62	Kullanılabilir
25	36	8	.40	.51	Kullanılabilir
26	**32**	**18**	**.46**	**.25**	**Düzeltilmeli**
27	38	4	.38	.62	Kullanılabilir
28	41	11	.48	.55	Kullanılabilir
29	39	15	.50	.44	Kullanılabilir
30	41	7	.44	.62	Kullanılabilir
31	**29**	**19**	**.44**	**.18**	**Çıkarılmalı**
32	44	11	.51	.61	Kullanılabilir
33	40	15	.51	.46	Kullanılabilir
34	40	9	.45	.57	Kullanılabilir
35	**26**	**13**	**.36**	**.24**	**Düzeltilmeli**
36	**32**	**21**	**.49**	**.20**	**Düzeltilmeli**
37	42	4	.42	.70	Kullanılabilir
38	42	3	.41	.72	Kullanılabilir
39	39	2	.37	.68	Kullanılabilir

Dü: %27'lik üst grup — Pjx: Madde güçlük indeksi
Da: %27'lik alt grup — Rjx: Madde ayırt edicilik indeksi

Tablo 3.4 incelendiğinde madde ayırt edicilik indeksi 0.20'nin altında olan 7. ve 31. sorular ölçekten çıkarılmıştır. Ayırt edicilik indeksi 0.20 ile 0.29 arasında olan 4., 5., 6., 9.,

11., 14., 15., 17., 23., 26., 35. ve 36. soruların ise düzeltilmesi gerektiği görülmektedir. Ancak bazı durumlarda bu mümkün olmayabilir. Bu durumda ilgili maddeler kazanımlara etki etmiyorsa testten çıkarılabilir. Bu çalışmada düzeltilmesi gereken on soru kazanımları etkilemediği için testten çıkarılarak güvenirlik hesaplanmıştır. Bunun sonucunda testin son halinde 25 madde kalmıştır. Çıkarılan maddeler belirtke tablosunda kontrol edildiğinde kapsam geçerliğinde bir değişim olmadığı görülmüştür.

Test sorularının alt ve üst gruplar için ayırt edici olup olmadığının belirlenmesinde kullanılabilecek bir başka analiz ise bağımsız gruplar t-testidir (Büyüköztürk vd., 2018; Kan, 2014). Alt ve üst gruplar arasında 25 adet soru açısından anlamlı bir fark olması ($p<.05$) bu soruların ayırt edici olduğunu göstermektedir. Başarı testinin son halindeki her bir maddeye ilişkin madde güçlüğü, madde ayırt ediciliği ve t – testi sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.5. Başarı Testinin Madde Güçlüğü, Madde Ayırt Ediciliği ve t – testi Sonuçları

Soru No	Dü	Da	Pjx	Rjx	t-testi
1	51	16	.62	.64	.00
2	51	20	.65	.57	.00
3	50	24	.68	.48	.00
8	42	6	.44	.66	.00
10	42	13	.50	.53	.00
12	47	14	.61	.61	.00
13	43	19	.56	.44	.00
16	37	7	.40	.55	.00
18	46	11	.52	.64	.00
19	42	13	.50	.53	.00
20	36	10	.42	.48	.00
21	37	8	.41	.53	.00
22	34	9	.39	.46	.00
24	44	10	.50	.62	.00
25	36	8	.40	.51	.00
27	38	4	.38	.62	.00
28	41	11	.48	.55	.00
29	39	15	.50	.44	.00
30	41	7	.44	.62	.00
32	44	11	.51	.61	.00
33	40	15	.51	.46	.00
34	40	9	.45	.57	.00
37	42	4	.42	.70	.00
38	42	3	.41	.72	.00
39	39	2	.37	.68	.00
			Ortalama:	.48	.56

Dü: %27'lik üst grup — Pjx: Madde güçlük indeksi
Da: %27'lik alt grup — Rjx: Madde ayırt edicilik indeksi

Tablo 3.5'e göre testteki maddelerin güçlük indeksleri incelendiğinde, her bir madde için bu değer 0.37 ile 0.68 arasında değişmekte olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında, başarı testlerinde ortalama güçlük değerinin 0.50 civarında olması gerektiği vurgulanmaktadır (Özçelik, 2013; Büyüköztürk, 2019). Başarı testinde yer alan maddelerin ortalama güçlük değerinin 0.48 olarak belirlenmesi ideal bir testin gereklerinin karşılanması açısından önemlidir. Ayrıca, ortalama güçlük değeri incelendiğinde, nihai testin orta güçlükte olduğu söylenebilir.

Testte yer alan her bir maddenin ayırt edicilik değerleri incelendiğinde ise, her bir madde için bu değerin 0.44 ile 0.72 arasında değiştiği görülmektedir. Testin ortalama ayırt edicilik değeri ise 0.56'dır. Verilen madde ayırt edicilik gücü ölçütleri göz önünde bulundurulduğunda, nihai testin ortalama olarak ayırt edicilik gücünün çok iyi olduğu söylenebilir. Başarı testinin test analiz sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Başarı Testi Test Analiz Sonuçları

Soru Sayısı	N	$\overline{X}$	S.S	Mod	Ortanca	KR-20
25	200	11.89	5.71	12	12	.87

Tablo 3.6 incelendiğinde testin ortalaması 11.89, standart sapması 5.71, modu 12 ve ortanca 12 olarak bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre testteki soruların aritmetik ortalaması, mod ve ortanca değerleri birbirine yakın olduğu için testin normal dağılım sergilediği söylenebilir. Ayrıca testten alınabilecek en düşük puan 0 iken; en yüksek puan 25'dir. Elde edilen 25 maddelik testin KR-20 güvenirlik katsayısı MS Excel 2007 programı yardımı ile hesaplanmış ve r=0.87 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik katsayı değeri 0.00 ile 1.00 arasında değerler almaktadır. Bir test için tespit edilen güvenirlik katsayısı değerinin 0.80 ile 1.00 arasında olması o ölçme aracının yüksek derecede güvenilir olduğunu göstermektedir. (Kalaycı, 2008). Elde edilen 0.87 değerinin, testin güvenirliğinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2019). Özetle, yapılan geçerlik ve güvenirlik analizleri sonucunda güvenirliği yüksek, orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi olan bir başarı testi elde edilmiştir. Sonuç olarak, elde edilen bulgular, testin öğrencilerin ışık konusu kapsamındaki başarılarını belirlemede geçerli ve güvenilir bir test olduğunu ortaya koymaktadır (EK-2).

IKYABT araştırmada tüm gruplarda ön test- son test olarak kullanılmıştır. Ayrıca uygulamadaki analizde öğrenci puanları dört ile çapılarak başarı testi 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Bu durumda testten alınacak en düşük puan 0 iken; en yüksek puan 100'dür.

3.4.1.2.Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği (FÖYMÖ)

Öğrencilerin uygulanan öğretimsel yönteme bağlı olarak fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarındaki değişimi incelemek için Dede ve Yaman (2006) tarafından geliştirilen ölçek kullanılmıştır. Ölçek 5'li likert tipinde olup, araştırma yapmaya yönelik motivasyon, performansa yönelik motivasyon, iletişime yönelik motivasyon, iş birlikli çalışmaya yönelik motivasyon ve katılıma yönelik motivasyon olmak üzere toplam beş alt boyut ve 23 maddeden oluşmaktadır. Dede ve Yaman (2008) tarafından ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,80 olarak belirlenmiştir. Ölçek ön test- son test olarak araştırmadaki tüm gruplarda kullanılmıştır. Araştırmacılardan gerekli izinler alınmış olup (EK-3), pilot çalışması araştırmaya dahil edilmeyen yedinci sınıfta öğrenim gören 126 öğrenciye uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda bu çalışma için ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.83 olarak hesaplanmıştır. Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 115, en düşük puan 23'tür. Ölçek Ek-4'te verilmiştir.

3.4.1.3.Fen öğreniminde 21. yüzyıl becerileri ölçeği (FÖBÖ)

Öğrencilerin uygulanan öğretimsel yönteme bağlı olarak Fen öğreniminde 21.yüzyıl becerilerindeki değişimi incelemek amacıyla Chai, Deng, Tsai, Koh ve Tsai (2015) tarafından geliştirilen, Uğur ve Sungur (2021) tarafından Türkçe'ye uyarlanan ölçek kullanılmıştır. Ölçek 5'li Likert tipinde olup, öz yönelimli öğrenme, bilgi ve iletişim teknoloji ile anlamlı öğrenme, iş birlikli öğrenme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme ve bilgi üretme yeterliliği olmak üzere toplam yedi alt boyut ve 32 maddeden oluşmaktadır. Uğur ve Sungur (2021) tarafından ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı öz-yönelimli öğrenme için .80, bit ile anlamlı öğrenme için .78, işbirlikli öğrenme için .81, eleştirel düşünme için .66, yaratıcı düşünme için .71, problem çözme için .78 ve bilgi üretme için .84 olarak belirlenmiştir. Ölçek ön test- son test olarak araştırmadaki tüm gruplarda kullanılmıştır. Araştırmacılardan gerekli izinler alınmış olup (EK-5), pilot çalışması araştırmaya dahil edilmeyen yedinci sınıfta öğrenim gören 160 öğrenciye uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda bu çalışma için ölçeğin Cronbach Alpha

güvenirlik katsayısı 0,90 olarak hesaplanmıştır. Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 160, en düşük puan 32'tür. Ölçek Ek- 6'da verilmiştir.

3.4.2.Nitel veri toplama araçları

3.4.2.1.Öğrenci günlükleri

Araştırmada öğrencilerin uygulanacak öğretimsel yönteme bağlı olarak öğrenme bilgilerinin etkisini incelemek amacıyla öğrenci günlüklerinden yararlanılmıştır. Öğrenme günlükleri, öğretmenlerin sınıf etkinliklerini öğrencilerin bakış açısından nesnel bir şekilde görmelerine olanak tanır. Öğretmenler günlükleri okuyarak öğrencilerin hangi konuların dikkatini çektiğini, nelerin kafalarını karıştırdığını ve kavramlara nasıl anlam yüklediklerini belirleyebilirler (Taniguchi, Okubo, Shimada, Konomi, 2017). Ayyıldız ve Altun (2013) tarafından günlükler, uygulanan öğretimin niteliği hakkında önemli bilgiler sağlayabilen veri toplama araçlarından biri olarak ifade edilmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin uygulama sürecinde işlenen derslerden ne düzeyde verim aldıklarını, derslerde zorlandıkları noktaları, dersin yaptığı katkıları, öğrendiklerini günlük yaşamda kullanabilecekleri durumları, derse yönelik duygu ve düşüncelerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan öğrenme günlüğü kullanılmıştır. Araştırma sürecince öğrenciler etkinlikleri gruplar halinde yapmış olup, etkinliklerle ilgili duygu, düşünce ve değerlendirmeleri günlüklerde yer almıştır. Öğrenci günlüğündeki sorular bir fen eğitimi uzmanı ve üç fen bilimleri öğretmeni tarafından incelenmiştir, gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Öğrenci günlüklerinde toplam dokuz soru bulunmaktadır (EK-11). Araştırmacı tarafından öğrencilere uygulama öncesi günlükler dağıtılarak, günlüklerin nasıl tutulacağı ile ilgili öğrenciler bilgilendirilmiştir. Yapılan her ders planı sonunda öğrencilerden günlük tutmaları istenmiştir.

3.4.2.2.Yarı-yapılandırılmış görüşme formu

Görüşme belirli bir araştırma konusu hakkındaki sorulara cevap bulabilmek için en az iki kişi arasında sözlü olarak gerçekleşen bir veri toplama çeşididir ve nitel araştırmada kullanılan en yaygın veri toplama yöntemlerinden birisidir (Büyüköztürk vd., 2018). Görüşmeler farklı şekillerde sınıflandırılmakla birlikte çoğunlukla görüşmenin yapılandırılışına göre sınıflandırma yapılmaktadır (Glesne, 2013; Merriam,2015). Yapılandırılışına göre görüşmeler yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır (Merriam, 2015). Yapılandırılmış görüşmelerde belirli kategorilerde kapalı uçlu sorular ve bu soruların sırası önceden belirlenir. Bu yönüyle anket

niteliği taşıyan bu görüşmelerde, katılımcılara ilişkin genellikle demografik özellikler (yaş, cinsiyet, eğitim vb.) hakkında sözel olarak bilgi toplanır (Merriam,2015). Yarı-yapılandırılmış görüşmeler genellikle görüşme sürecini devam ettirecek açık uçlu esnek sorularla birlikte görüşme sürecinde ortaya çıkan düşüncelere yönelik ek soruların da sorulduğu görüşme türüdür (Merriam,2015). Yapılandırılmış görüşmeler ise sohbet tarzında olan, açıklayıcı ve esnek açık uçlu soruların sorulduğu, araştırmacının araştırmaya ilişkin fenomenler hakkında çok şey bilmediği durumlarda kullanılır (Merriam, 2015). Araştırmada öğretimsel yönteme bağlı olarak öğrenci görüşlerini belirlemek ve nicel bulguları desteklemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, yapılandırılmış görüşmelere göre daha esnek ve yapılandırılmamış görüşmeye göre ise daha sistematik bir görüşme türüdür. Ayrıca, yarı yapılandırılmış görüşmeler, katılımcının algıladığı dünyayı kendi cümleleri ile ifade etmesine olanak sağlamaktadır (Merriam, 2015). DiCicco-Bioom ve Crahtree (2006) tarafından nitel araştırmalarda en yaygın kullanılan görüşme türünün yarı yapılandırılmış görüşme türü olduğu ifade edilmiştir.

Araştırmada öğretimsel yönteme bağlı olarak öğrenci görüşlerini belirlemek için araştırmacı tarafından her grup için ayrı ayrı açık uçlu sorulardan oluşan yarı-yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme formundaki sorular uzman görüşüne sunulmuştur. Gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra 7. sınıfta öğrenim gören dört öğrenci ile deneme görüşmeleri yapılarak soruların anlaşılıp anlaşılmadığı belirlenerek görüşme formunun son hali elde edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formları Ek-7, Ek-8, Ek-9, ve Ek-10'da verilmiştir.

Araştırma sonunda her gruptan seçilen üç öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler için öğrenci seçiminde kolaylık sağlaması açısından tabakalı örnekleme tercih edilmiştir (Balcı, 2001). Çünkü tabakalı örneklem, görüşlerin hem öğrenciler arasında hem de sınıf genelinde karşılaştırma imkânı sağlamaktadır. Araştırmacı tarafından BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL grubundaki öğrenciler yazılı notları ve sınıf içi genel durumları göz önüne alınarak "çok başarılı", "başarılı" ve "az başarılı" şeklinde üç tabakaya ayrılmıştır. Gruplardan görüşme için, gönüllülük esasına dayanılarak her tabakadan birer öğrenci olmak üzere üç öğrenci seçilmiş ve araştırmada dört grup olduğu için toplam 12 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşme verilerinin kaydedilmesinde ses kaydı ve not alma birlikte kullanılmıştır. Cep telefonuna kaydedilmiş olan öğrenci görüşleri, daha sonra

bilgisayar ortamında MS Word programı yardımıyla yazıya dökülmüş ve nitel veri analizine dâhil edilmiştir.

3.5. Etkinliklerin Geliştirilmesi ve Uygulama Süreci

3.5.1. Jensen'in beyin temelli planlama aşamalarına uygun çalışma yapraklarının geliştirilmesi

Beyin temelli öğrenme yaklaşımıyla yapılan deneysel tez çalışmalarında (Akyürek,2012; Albayrak, 2019 vb.) ders planlarının genellikle Caine ve Caine'nin (2002) "rahatça almaya hazır olma, ahenkli biçimde daldırma ve aktif süreçleme" olarak sunduğu yöntem örnek alınarak yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmada Caine ve Caine'nin (2002) söz konusu modeli yerine Duman'ın (2015) beyin temelli planlamanın yedi aşamalı ana hattı" adıyla Jensen'den (2000) uyarladığı modeli örnek alınarak ders planları yapılmıştır. Duman'ın (2015) "beyin temelli planlamanın yedi aşamalı ana hattı" adlı modeli ve ayrıntıları aşağıda verilmiştir.

- **Ön Açıklama:** Hafif egzersizler yapılmıştır. Öğrenciler konu ile ilgili bilgilendirilmiştir. Günlük yaşam ile yeni konu arasında ilişkilendirme yapılarak, öğrencilerin de kendi yaşantılarından örnekler vermeleri sağlanmıştır. Öğrenciler yeni öğrenmeler için incelemeler yapması sağlanır. Kavram haritaları, kavram ağları ve beyin fırtınası kullanılır. Araştırmada da bu aşamada kavram haritasından ve beyin fırtınasından yararlanılmıştır.

- **Hazırlama:** İlgi, merak ve heyecanın yaratıldığı aşamadır. Araştırmada bu aşamada örnek olay, video vb. araçlar kullanılmıştır.

- **Başlama ve Kazanım:** Bu aşama odaklanmayı sağlar. Öğrenciler merak ve ilgilerinden dolayı derse katılarak, anlam keşfetme için neden – sonuç ilişkisi kurarlar. Araştırmada bu aşamada sanal ve gerçek laboratuvar uygulamaları yapılmıştır. Öğrencilerde merak duygusunu arttırmak, keşfederek anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilmeleri için deney çalışma yaprakları öğrencilerin tahminlerde bulunup, hipotez ve değişkenlerini belirleyerek bunları sınayabilecekleri şekilde hazırlanmıştır.

- **Ayrıntılama:** Bu işlem-süreç aşamasıdır. Öğrenmenin parçaları üzerinde düşünmeyi gerektirir. Alanyazınla ve bilimle nasıl ilişkilendirileceği açıklanır. Araştırmada bu

aşamada çalışma yapraklarındaki açıklama bölümleri ve soruları önce küçük grup ardından sınıfça tartışılmıştır. Konu ve kavramlar açıklanmıştır.

- **Kuluçka ve Bellek Kodlama:** Bu evreler çöküş zamanı ve değerlendirme zamanı içindir. Beyin en etkili olarak her şeyi bir kerede değil, zamanla öğrenir. Gerginlik ve rahatlama alıştırmalarının yapılması sağlanır. Müzik dinleme ortamı oluşturulur. Araştırmada bu aşamada klasik müzik eşliğinde rahatlama egzersizleri yaptırılmıştır. Ardından klasik müzik eşliğinde öğrenciler öğrenci günlüklerini doldurmuşlardır.

- **Doğrulama ve Güven Kontrolü:** Öğrenciler öğrenmeleri hakkında düşünürler, birbirlerine ne öğrendiklerini anlatırlar. Öğrendikleriyle ilgili çeşitli çalışmalar yaparlar. Araştırmada bu aşamada öğrenciler konu ve kazanımlar paralelinde modeller, çeşitli etkinlikler (çalışma yapraklarında yer alan tanılayıcı dallanmış ağaç, kavram haritası oluşturma, poster oluşturma, slayt hazırlama vb.) gerçekleştirilmiş ve öğrenmelerini pekiştirmeleri sağlanmıştır**.**

- **Kutlama ve Bütünleştirme:** Kutlama evresinde duyguları kullanmak çok önemlidir. Bu iş eğlenceli ve açık bir şekilde yapılır. Araştırmada öğrenci çalışmaları panoda sergilenmiş ve öğrenciler tebrik edilerek alkışlanmış, meyve ve kuruyemiş ikram edilmiştir. Bir sonraki ders hakkında kısa bilgilendirmeler yapılmıştır.

Beyin temelli öğrenme süreci için araştırmacı tarafından 24 adet çalışma yaprağı geliştirilmiştir. Geliştirilen çalışma yapraklarının 10 tanesinin içeriğinde laboratuvar etkinliği bulunmaktadır. Çalışma yapraklarının geliştirilmesinde beyin temelli öğrenmenin ilkeleri esas alınmıştır. Ayrıca, öğrencilerin beyinlerinin sol yarı küresini baskın olarak kullanmalarını sağlamak amacı ile; günlük yaşamla ilişkilendirme, sonuç çıkarma, duygu ve düşünceleri yazılı paylaşma, işitsel araç kullanma, projeler, karşılaştırma, farkları bulma, soru sorma, tartışma ve cevaplama gibi öğretim tekniklerinden faydalanılmıştır. Öğrencilerin, beyinlerinin sağ yarı küresini baskın olarak kullanmaları için ise; resim hakkında konuşma, deney yapma, gözlem yapma, sanal laboratuvar kullanma, kendini değerlendirme, görsel araç kullanma, grup tartışması, grup projeleri gibi öğretim tekniklerinden yararlanılmıştır**.**

3.5.1.1. Laboratuvar etkinliklerinin geliştirilmesi

Işığın maddeyle etkileşimi ünitesi kapsamında konu ve kazanımları incelenerek tüm gruplarda ortak olarak uygulanmak üzere 10 adet laboratuvar etkinliği tasarlanmıştır. Gruplar içerisinde laboratuvar uygulamalarına ilişkin kontrollü bir çalışma olması için laboratuvar etkinlikleri öğrencilerin hipotez oluşturma, değişkenleri belirleme ve neden sonuç ilişkisi kurabilme becerilerini kullanabilecekleri şekilde tasarlanmıştır. Deney etkinlikleri "Başlama ve Kazanım" aşamasında kullanılmıştır. Konu kazanımlarına yönelik deneyler, Fen Bilimleri ders kitabından ve ilgili alanyazın incelenerek seçilmiştir.

Sanal laboratuvar uygulamaları için seçilen deneyler Go-Lab platformu ile uygulanmıştır. Go-Lab platformu çevrimiçi laboratuvarlar, web tabanlı destekleyici uygulamalar ve sorgulama öğrenme alanları olmak üzere üç ana bölümden oluşur.

- **Çevrimiçi Laboratuvarlar**: Platformda uzaktan laboratuvarlar ve sanal laboratuvarlar olmak üzere iki tür çevrimiçi laboratuvar bulunur. Uzaktan laboratuvarlar, öğrencilerin gerçek laboratuvar düzeneklerine uzaktan erişim sağlamasına olanak tanırken, sanal laboratuvarlar gerçek laboratuvarların simüle edilmiş versiyonlarını sunar. Platformda fizik, kimya, biyoloji, astronomi, çevre eğitimi ve matematik konularında çok sayıda uzaktan ve sanal laboratuvar bulunmaktadır.

- **Web Tabanlı Destekleyici Uygulamalar:** Web tabanlı destekleyici uygulamalar, sanal laboratuvarlarla entegre olarak sorgulama öğrenme süreçlerine katkı sağlar. Hipotez not defteri, deney tasarım aracı, sonuç aracı, kavram haritası hazırlayıcı ve veri görüntüleyici bu uygulamalardan bazılarıdır. Ayrıca öğretmenler, öğrencilerini değerlendirmek için çoktan seçmeli ve açık uçlu sorularla bir sınav aracı ile birlikte öğrencilerin ilerlemesini izlemek için öğrenme analitiği uygulamaları da mevcuttur.

- **Sorgulama Öğrenme Alanları**: Sorgulama öğrenme alanları, çevrimiçi laboratuvarlar, web tabanlı uygulamalar ve fotoğraf, video, metin gibi öğrenme kaynaklarını bir araya getirerek öğrenme ortamlarını oluşturur. Öğretmenler, bu alanları oluşturabilir ve paylaşabilir, öğrencilerin bireysel veya grup halinde çalışarak sanal/uzaktan deneyler gerçekleştirmelerini sağlar. Öğrenciler ve öğretmenler, bu alanındaki uygulamalar aracılığıyla iletişim kurabilir ve işbirliği yapabilirler.

Bu çalışmada ilk olarak Phet uygulamasında ve Go-Lab. içerisinde yer alan çevrim içi laboratuvarlar araştırılarak seçilen deneylerin simülasyonları bulunmuştur. Sadece "Işığın soğurulması" etkinliğindeki deney simülasyonu Scratch 3 ile araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Ardından deney çalışma yaprakları hazırlanmıştır. Sanal laboratuvar uygulamaları için çalışma yaprakları Go-Lab platformuna öğrenme alanı oluşturularak yüklenmiştir. Öğrenme alanı oluşturulurken web tabanlı destekleyiciler, videolar, fotoğraflar ve metinler kullanılmıştır. Konu kazanımları ve gruplara ilişkin laboratuvar etkinlikleri Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7. Konu ve Gruplara İlişkin Laboratuvar Etkinliklerinin Bulunduğu Çalışma Yaprakları

Konu	Laboratuvar Etkinlikleri (BTÖS ve BTÖL Grupları)	Laboratuvar Etkinlikleri (ÖPS ve ÖPL Grupları)
Işığın Soğurulması	Işığın soğurulması	Sıcaklıkları Değişti mi?
	Kardan Adam	Işığın Soğurulması
	Beyaz Işığın Sırrı	Beyaz Işık Aslında Çok Renkli
	Cisimler Nasıl Renkli Görünür	Renk Renk Cisimler
Aynalar	Aynaların Gizemi	Aynalar ve Görüntü
Işığın Kırılması ve Mercekler	İllüzyon mu Gerçek mi?	Işığa Neler Oluyor?
	Işık Her Zaman Aynı Şekilde mi Kırılır?	Işığın kırılması
	Dedektif Bay Optik	Işık Merceklerde Nasıl kırılır?
	Merceklerin Odak Noktası	Merceklerin Odak Noktasını Belirleyelim
	Orman yangını	Mercekler Neler Yapabilir?

Tablo 3.7 incelendiğinde "Işığın soğurulması" konusunda dört adet, "Aynalar" konusunda bir adet ve "Işığın kırılması ve mercekler" konusunda beş adet olmak üzere 10 adet laboratuvar etkinliği bulunmaktadır. Laboratuvar etkinliklerini daha detaylı açıklamak için aşağıda MEB (2021) Fen bilimleri kitabında yer alan "Beyaz Işık Aslında Çok Renkli" deney etkinliğinin araştırma kapsamında kullanılan çalışma yapraklarına dönüştürülmesi Tablo 3.8'de detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 3.8. Araştırma Kapsamında Kullanılan Laboratuvar Uygulamalarına İlişkin Çalışma Yapraklarının Dönüştürülmesi

Fen Bilimleri Dersi Kitabındaki Deney Etkinliği	Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Uygulanan Grupta Kullanılan Çalışma Yaprağı

Beyaz Işık Aslında Çok Renkli

Etkinliğin Yapılışı

- Beyaz kartondan, 10 cm çapında bir daire kesiniz.
- Kestiğiniz daireyi cetvel ile 6 eşit dilime ayırınız.
- Her bir dilimi sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli kalemlerle boyayınız.
- Dairenin ortasında bir delik açınız ve kurşun kalemi bu delikten geçiriniz.
- Kurşun kalemi iki avucunuzun arasına alınız. Ellerinizi hızlıca birbirine sürterek kalemin hareket etmesini sağlayınız. Renklerin değişimini gözlemleyiniz.

Gerekli Malzemeler

- Boya kalemleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerde)
- Beyaz karton
- Pergel
- Makas
- Cetvel
- Kurşun kalem





Neler Gözlemlediniz?

- Dönmenin etkisiyle dairedeki tüm renklerin görünümünde bir değişim oldu mu? Nasıl?
- Tüm ışık renkleri birleştiğinde ne olur? Arkadaşlarınızla tartışınız.

BEYAZ IŞIĞIN SIRRI



Güneş'ten ve ampullerden yayılan ışık beyaz renktedir. Ancak arkadaşım Ezgi Güneş'ten ve ampullerden yayılan ışığın birden fazla rengi içerdiğini söyledi. Eğer arkadaşımın dediği doğruysa Güneş ve ampullerin ışığı nasıl beyaz görünüyor?

Siz bu durumu nasıl açıklarsınız?

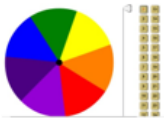
.....

.....

.....

Tahminlerim:

➢ Yandaki şekilde Gökkuşağının renklerini içeren renk çarkını döndürdüğünüzde sizce nasıl bir renk veya renkler oluşacaktır?



.....

.....

.....

.....

➢ Çarkın hızlı veya yavaş dönmesi sonucu etkiler mi? Neden?

.....

.....

.....

.....

➢ **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız**

Hipotezim:

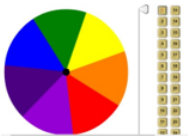
Bağımlı Değişken:

Bağımsız Değişken:

Kontrol edilen değişken:

Şimdi gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuvarımızda etkinliğimizi yapalım.

➢ Aşağıdaki, çarkın sağ tarafındaki numaralar çarkın dönüş hızını ifade etmektedir. Şimdi sırasıyla 1,8, 16 ve 24 numaralı tuşlara fareniz ile tıklayarak çarktaki değişimleri gözlemleyiniz. Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.



Gözlemlerim:

➢ **Çarkı döndürdüğünüzde nasıl bir değişim gözlemlediniz?**

.....

.....

.....

➢ **Çarkı yavaş ve hızlı döndürdüğünüzde nasıl bir değişim gözlemlediğinizi aşağıdaki tabloya göre doldurunuz?**

Hangi numaraya tıkladın?	Nasıl bir değişim gözlemledin?
1 numaraya tıkladığımda	
8 numaraya tıkladığımda	
16 numaraya tıkladığımda	
24 numaraya tıkladığımda	

➢ ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

.....

.....

.....

➢ ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

.....

.....

.....

Fen Bilimleri Dersi Kitabındaki Deney Etkinliği	Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Uygulanan Grupta Kullanılan Çalışma Yaprağı

Beyaz Işık Aslında Çok Renkli

Etkinliğin Yapılışı

- Beyaz kartondan, 10 cm çapında bir daire kesiniz.
- Kestiğiniz daireyi cetvel ile 6 eşit dilime ayırınız.
- Her bir dilimi sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli kalemlerle boyayınız.
- Dairenin ortasında bir delik açınız ve kurşun kalemi bu delikten geçiriniz.
- Kurşun kalemi iki avucunuzun arasına alınız. Ellerinizi hızlıca birbirine sürterek kalemin hareket etmesini sağlayınız. Renklerin değişimini gözlemleyiniz.

Gerekli Malzemeler

- Boya kalemleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerde)
- Beyaz karton
- Pergel
- Makas
- Cetvel
- Kurşun kalem





Neler Gözlemlediniz?

- Dönmenin etkisiyle dairedeki tüm renklerin görünümünde bir değişim oldu mu? Nasıl?
- Tüm ışık renkleri birleştiğinde ne olur? Arkadaşlarınızla tartışınız.

BEYAZ IŞIĞIN SIRRI



Güneş'ten ve ampullerden yayılan ışık beyaz renktedir. Ancak arkadaşım Ezgi Güneş'ten ve ampullerden yayılan ışığın birden fazla rengi içerdiğini söyledi. Eğer arkadaşımın dediği doğruysa Güneş ve ampullerin ışığı nasıl beyaz görünüyor?

➢ **Siz bu durumu nasıl açıklarsınız?**

.....

.....

.....

Tahminlerim:

➢ **Yandaki şekilde Gökkuşağının renklerini içeren renk çarkını döndürdüğünüzde sizce nasıl bir renk veya renkler oluşacaktır?**

.....

.....

.....

.....



➢ **Çarkın hızlı veya yavaş dönmesi sonucu etkiler mi? Neden?**

.....

.....

.....

.....



➢ **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:

Bağımsız Değişken:

Kontrol edilen değişken:

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

Etkinliğin Yapılışı

- Beyaz kartondan, 10 cm çapında bir daire kesiniz.
- Kestiğiniz daireyi cetvel ile 6 eşit dilime ayırınız.
- Her bir dilimi sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli kalemlerle boyayınız.
- Dairenin ortasında bir delik açınız ve kurşun kalemi bu delikten geçiriniz.
- Kurşun kalemi iki avucunuzun arasına alınız. Ellerinizi hızlıca birbirine sürterek kalemin hareket etmesini sağlayınız. Farklı hızlarda kalemin hareket ettiriniz.
- Renklerin değişimini gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi aşağıdaki gözlemlerim bölümüne yazınız.

Gerekli Malzemeler

- Boya kalemleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerde)
- Beyaz karton
- Pergel
- Makas

Gözlemlerim:

➢ **Kalemi döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediniz?**

.....

.....

➢ **Kalemi yavaş ve hızlı döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediniz?**

Yavaş döndürdüğümüzde.....

Hızlı döndürdüğümüzde.....

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

.....

.....

Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?

.....

.....

Fen Bilimleri Dersi Kitabındaki Deney Etkinliği	Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programı Uygulanan Grupta Kullanılan Çalışma Yaprağı

Beyaz Işık Aslında Çok Renkli

Etkinliğin Yapılışı

- Beyaz kartondan, 10 cm çapında bir daire kesiniz.
- Kestiğiniz daireyi cetvel ile 6 eşit dilime ayırınız.
- Her bir dilimi sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli kalemlerle boyayınız.
- Dairenin ortasında bir delik açınız ve kurşun kalemi bu delikten geçiriniz.
- Kurşun kalemi iki avucunuzun arasına alınız. Ellerinizi hızlıca birbirine sürterek kalemin hareket etmesini sağlayınız. Renklerin değişimini gözlemleyiniz.

Gerekli Malzemeler

- Boya kalemleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerde)
- Beyaz karton
- Pergel
- Makas
- Cetvel
- Kurşun kalem





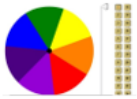
Neler Gözlemlediniz?

- Dönmenin etkisiyle dairedeki tüm renklerin görünümünde bir değişim oldu mu? Nasıl?
- Tüm ışık renkleri birleştiğinde ne olur? Arkadaşlarınızla tartışınız.

BEYAZ IŞIK ASLINDA ÇOK RENKLİ

Tahminlerim:

➢ Yandaki şekilde farklı renkleri içeren renk çarkını döndürdüğünüzde sizce nasıl bir renk veya renkler oluşacaktır?



.....

.....

➢ Çarkın hızlı veya yavaş dönmesi sonucu etkiler mi? Neden?

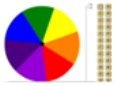
.....

.....

Şimdi gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuvarımızda etkinliğimizi yapalım.

Etkinliğin Yapılışı

➢ Yandaki, çarkın sağ tarafındaki numaralar çarkın dönüş hızını ifade etmektedir. Şimdi sırasıyla 1,8, 16 ve 24 numaralı tuşlara fareniz ile tıklayarak çarktaki değişimleri gözlemleyiniz. Aşağıdaki gözlemlerin bölümüne gözlemlerinizi yazınız.



Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Gözlemlerim:

➢ **Dönmenin etkisiyle dairedeki tüm renklerin görünümünde bir değişim oldu mu? Nasıl?**

.....

.....

➢ **Çarkı yavaş ve hızlı döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediğinizi aşağıdaki tabloya göre doldurunuz?**

	Nasıl bir değişim gözlemledin?
1 numaraya tıkladığımda	
8 numaraya tıkladığımda	
16 numaraya tıkladığımda	
24 numaraya tıkladığımda	

➢ ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

.....

.....

➢ ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

.....

.....

.....

Fen Bilimleri Dersi Kitabındaki Deney Etkinliği	Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programı Uygulanan Grupta Kullanılan Çalışma Yaprağı

Beyaz Işık Aslında Çok Renkli

Etkinliğin Yapılışı

- Beyaz kartondan, 10 cm çapında bir daire kesiniz.
- Kestiğiniz daireyi cetvel ile 6 eşit dilime ayırınız.
- Her bir dilimi sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli kalemlerle boyayınız.
- Dairenin ortasında bir delik açınız ve kurşun kalemi bu delikten geçiriniz.
- Kurşun kalemi iki avucunuzun arasına alınız. Ellerinizi hızlıca birbirine sürterek kalemin hareket etmesini sağlayınız. Renklerin değişimini gözlemleyiniz.

Gerekli Malzemeler

- Boya kalemleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerde)
- Beyaz karton
- Pergel
- Makas
- Cetvel
- Kurşun kalem





Neler Gözlemlediniz?

- Dönmenin etkisiyle dairedeki tüm renklerin görünümünde bir değişim oldu mu? Nasıl?
- Tüm ışık renkleri birleştiğinde ne olur? Arkadaşlarınızla tartışınız.

BEYAZ IŞIK ASLINDA ÇOK RENKLİ

Tahminlerim:

- Yandaki şekilde Gökkuşağının renklerini içeren renk çarkını döndürdüğünüzde sizce nasıl bir renk veya renkler oluşacaktır?

  .....
  .....

- Çarkın hızlı veya yavaş dönmesi sonucu etkiler mi? Neden?

  .....
  .....

- **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:

Bağımsız Değişken:

Kontrol edilen değişken:

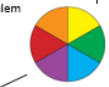
Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

Etkinliğin Yapılışı

- Beyaz kartondan, 10 cm çapında bir daire kesiniz.
- Kestiğiniz daireyi cetvel ile 6 eşit dilime ayırınız.
- Her bir dilimi sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli kalemlerle boyayınız.
- Dairenin ortasında bir delik açınız ve kurşun kalemi bu delikten geçiriniz.
- Kurşun kalemi iki avucunuzun arasına alınız. Ellerinizi hızlıca birbirine sürterek kalemin hareket etmesini sağlayınız. Farklı hızlarda kalemin hareket ettiriniz.
- Renklerin değişimini gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi aşağıdaki gözlemlerim bölümüne yazınız.

Gerekli Malzemeler

- Boya kalemleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerde)
- Beyaz karton
- Pergel
- Makas
- Cetvel
- Kurşun kalem



Gözlemlerim:

- **Kalemi döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediniz?**

  .....
  .....

- **Kalemi yavaş ve hızlı döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediniz?**

Yavaş döndürdüğümüzde.....

Hızlı döndürdüğümüzde.....

- ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

  .....
  .....

- ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

  .....
  .....

Tablo 3.8'de görüldüğü üzere BTÖS ve BTÖL gruplarındaki deney etkinlikleri beyin temelli öğrenme yaklaşımı ilkeleri doğrultusunda öğrencilerin ön öğrenmelerini ortaya çıkarabileceği ve beyin fırtınası yapabileceği bir soru ile başlamaktadır. Sonraki bölüm tüm gruplar için ortak olup öğrencilerin konu ile ilgili tahmin yürüttükleri, hipotez ve değişkenleri belirledikleri bölümdür. BTÖS ve ÖPS gruplarındaki çalışma yapraklarında Go -Lab.'da gerçekleştirilen sanal deneylere ilişkin bilgi ifadeleri ve gözlem tabloları bulunurken, BTÖL ve ÖPL gruplarınki çalışma yapraklarında gerçek malzemelerle deneyi gerçekleştirme basamakları ve gözlemlerini yazdıkları bölüm bulunmaktadır. Çalışma yapraklarının son bölümünde ise öğrencilerin tahmin ve gözlemlerini karşılaştırdıkları ve deney sonucunu yazdıkları bölüm ortak olarak bulunmaktadır. Tüm gruplarda kullanılan çalışma yaprakları ve konularına ilişkin bilgileri tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9. Konu ve Gruplara İlişkin Kullanılan Çalışma Yaprakları

Konu	Konu Kazanımları	BTÖS	BTÖL	ÖPS	ÖPL
Işığın Soğurulması	Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder	Işığın soğurulması (Deney)	Işığın soğurulması (Deney)	Sıcaklıkları Değişti mi? (Deney)	Sıcaklıkları Değişti mi? (Deney)
		Kardan Adam (Deney)	Kardan Adam (Deney)	Işığın Soğurulması (Deney)	Işığın Soğurulması (Deney)
		Işık ve madde	Işık ve madde		
	Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.	Beyaz Işığın Sırrı (Deney)	Beyaz Işığın Sırrı (Deney)	Beyaz Işık Aslında Çok Renkli (Deney)	Beyaz Işık Aslında Çok Renkli (Deney)
		Işık Prizması	Işık Prizması		
	Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.	Cisimler Nasıl Renkli Görünür (Deney)	Cisimler Nasıl Renkli Görünür (Deney)	Renk Renk Cisimler (Deney)	Renk Renk Cisimler (Deney)
		Renk Değiştiren Elbise	Renk Değiştiren Elbise	-	-
		Neden Bu Renk?	Neden Bu Renk?	-	-
	Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.	Güneş Enerjisinin Önemi	Güneş Enerjisinin Önemi	-	-
	Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına	Güneş Enerjisinin	Güneş Enerjisinin	-	-

	ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.	Gelecekte Kullanımı	Gelecekte Kullanımı		
Aynalar	Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.	Aynalar	Aynalar	-	-
		Güneş Ocakları	Güneş ocakları	-	-
		Aynaların günlük hayatta kullanımı	Aynaların günlük hayatta kullanımı	-	-
	Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.	Aynaların Gizemi (Deney)	Aynaların Gizemi (Deney)	Aynalar ve Görüntü (Deney)	Aynalar ve Görüntü (Deney)
		Ters yazılan Kelimeler	Ters yazılan Kelimeler	-	-
		Doğru çıkışı bulalım	Doğru çıkışı bulalım	-	--
Işığın Kırılması ve Mercekler	Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.	İllüzyon mu Gerçek mi? (Deney)	İllüzyon mu Gerçek mi? (Deney)	Işığa Neler Oluyor? (Deney)	Işığa Neler Oluyor? (Deney)
		Işık Her Zaman Aynı Şekilde mi Kırılır? (Deney)	Işık Her Zaman Aynı Şekilde mi Kırılır? (Deney)	Işığın kırılması (Deney)	Işığın kırılması (Deney)
		Günlük hayatta ışığın kırılması	Günlük hayatta ışığın kırılması	-	-
	Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.	Dedektif Bay Optik (Deney)	Dedektif Bay Optik (Deney)	Işık Merceklerde Nasıl kırılır? (Deney)	Işık Merceklerde Nasıl kırılır? (Deney)
	İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler.	Merceklerin Odak Noktası (Deney)	Merceklerin Odak Noktası (Deney)	Merceklerin Odak Noktasını Belirleyelim (Deney)	Merceklerin Odak Noktasını Belirleyelim (Deney)
		Orman yangını (Deney)	Orman yangını (Deney)	Mercekler Neler Yapabilir? (Deney	Mercekler Neler Yapabilir? (Deney)
	Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.	Günlük hayatta mercekler	Günlük hayatta mercekler	-	-
	Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.	Görüntüleme aracımı tasarlıyorum	Görüntüleme aracımı tasarlıyorum	-	-

Tablo 3.9'da belirtilen BTÖS ve BTÖL gruplarındaki çalışma yaprakları Duman'ın (2015) "Beyin temelli planlamanın yedi aşamalı ana hattı" adıyla Jensen'den (2000) uyarladığı modeli örnek alınarak hazırlanmıştır. Bu bağlamda 24 adet çalışma yaprağı hazırlanarak BTÖS ve BTÖL gruplarında uygulanmak üzere 12 adet ders planı hazırlanmıştır. ÖPS ve ÖPL gruplarında ise Fen Bilimleri ders kitabıyla işlenen konu akışında deneysel etkinlikler Tablo 3.8'de belirtilen laboratuvar çalışma yapraklarıyla yapılmıştır. Laboratuvar etkinlikleri bakımından kontrollü bir çalışma olması için tüm gruplarda deneyler yapılırken ortak bir akış izlenmiştir. Hazırlanan çalışma yaprakları ve 12 adet ders planı iki fen bilimleri uzmanı ve dört fen bilimleri öğretmeni tarafından incelenmiş ve öneriler doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılarak son hali verilmiştir.

3.5.2.Uygulama süreci

Uygulama öncesinde tüm etkinlik ve veri toplama araçlarına ilişkin yasal izinler İstanbul İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden (EK-16) ve yayın etik kurulu onayı Marmara Üniversitesi'nden (EK-17) alınmıştır. Çalışma grubundaki öğrenci velileri bilgilendirilerek, velilerden Veli Onam Formu ile izin alınmıştır (EK-18). Uygulama yapılacak okul idaresi ve çalışma grubundaki öğrenciler, araştırma süreci, araştırma amacı, toplanan verilerin nasıl kullanılacağı konusunda bilgilendirilmiştir.

Sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme sürecine ilişkin çalışma yapraklarının ve uygulama sürecinin pilot uygulaması, 2021-2022 eğitim-öğretim yılında 14.02.2022-27.02.2022 tarihleri arasında araştırmaya dahil edilmeyen iki adet yedinci sınıf şubesiyle bilim uygulamaları derslerinde yapılmıştır. Sınıfların bir tanesinde sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımına ilişkin iki adet ders planı, diğerinde ise gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımına ilişkin iki adet ders planı toplam dört ders saati süresince uygulanmıştır. Pilot uygulama sonucunda öğrencilere öğrenci günlüklerini doldurması için verilmesi gereken sürenin arttırılması gerektiği, Go-Lab. kullanımı ile ilgili öğrencilere ön bilgilerin detaylı bir şekilde verilmesi ve deney malzemelerinin fazla sayıda tedarik edilmesi gerektiği görülmüştür.

Araştırmanın asıl uygulaması 2021-2022 Eğitim öğretim yılı ikinci döneminde yapılmıştır. Araştırma, ön testlerin uygulanması ve öğretim yöntemlerine ilişkin bilgilendirme bir hafta, uygulamanın gerçekleştirilmesi 28 ders saati olmak üzere yedi hafta,

son testlerin uygulanması bir hafta ve görüşmelerin yapılması bir hafta olmak üzere toplam 10 hafta sürmüştür. Tüm gruplarda etkinlik ve uygulamalar araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Araştırma kapsamında her bir grupta gerçekleştirilen uygulama süreci ayrı ayrı ele alınıp detaylandırılmıştır.

3.5.2.1.BTÖS grubundaki uygulamalar

Öğrencilere IKYABT, FÖYMÖ ve FÖBÖ ön test olarak uygulanmıştır. BTÖS grubundaki öğrenciler sanal laboratuvar uygulamalarının yapılacağı Go-Lab. ve beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile ilgili bilgilendirilmiştir. Çalışma kapsamında öğrenciler arasındaki iletişimi sağlamak amacıyla öğrenci grupları oluşturulmuştur. Öğrenci grupları oluşturulurken başarı ve cinsiyet özellikleri bakımından heterojen olmasına dikkat edilmiştir. Öğrencilerin birinci dönem Fen Bilimleri dersi akademik başarıları göz önüne alınarak gruplarda her seviyeden öğrencinin olması sağlanmıştır. Böylece gruplar kendi içinde heterojen, diğer gruplarla homojen olacak şekilde her grupta dört öğrencinin olduğu toplam beş grup oluşturulmuştur. Grup bilinci oluşturmak için öğrencilerden gruplarına isim vermeleri istenmiştir. Dersler beyin temelli öğrenme yaklaşımı kapsamında beyin temelli öğrenme ilkeleri doğrultusunda geliştirilen 24 adet çalışma yaprağı ile işlenmiştir. Dersler süresince öğrenciler gruplar halinde çalışmış, diğer gruplarla etkileşim halinde olmuştur. Uygulama boyunca her ders öncesinde araştırmacı tarafından uygulamanın yapılacağı sınıftaki bilgisayarlar ve internet bağlantısı kontrol edilerek, öğrencilerin etkinlikleri yapacakları Go-Lab. platformuna giriş linkleri bilgisayarlara yüklenmiş ve sınıfı havalandırılmıştır. Ders öncesinde öğrencilerle ders başlama egzersizleri yapılmıştır. Dersler beyin temelli öğrenme yaklaşımı kapsamında beyin temelli öğrenme ilkeleri doğrultusunda geliştirilen 24 adet çalışma yaprağı ile işlenmiştir. Dersler süresince öğrenciler gruplar halinde çalışmış, diğer gruplarla etkileşim halinde olmuştur. Öğrenciler grup isimlerini girerek Go-Lab platformuna grup isimlerini yazarak giriş yapmışlardır. Go-Lab.'daki adımları izleyerek kendi aralarında gerekli tartışmaları gerçekleştirdikten sonra deneyleri sanal olarak yapmışlardır. Bu süreçte Go-Lab.da yer alan doldurulması ve cevaplanması gereken bölümleri doldurmuşlardır. Bu süreçte araştırmacı rehber konumunda olup öğrencilerin takıldıkları noktalarda dönütler vermiştir. Ayrıca öğrencilerin zorlandıkları yerlerde, zaman konusunda pratiklik sağlaması amacıyla sınıftaki akıllı tahtadan da Go-Lab. açılarak öğrencilere dönütler verilmiştir. Etkinlikler tamamlandıktan deney sonucuna ilişkin sınıf içi tartışmalar yapılmıştır. Ardından öğrenciler klasik müzik eşliğinde öğrenci

günlüklerini doldurmuşlardır. Ders bitiminde öğrencilere bir sonraki ders ile ilgili bilgiler verilerek, meyve ve kuru yemiş ikram edilmiştir. Öğrencilerin ders planları kapsamında yapmış oldukları çizim, tasarım, slayt sunumlarının çıktıları vb. etkinlikler sınıf içerisindeki panolarda sergilenmiştir. Uygulama sonunda IKYABT, FÖYMÖ ve FÖBÖ son test olarak uygulanmış ve öğrenci görüşmeleri yapılarak araştırma tamamlanmıştır. Uygulamaya ilişkin öğrenci fotoğrafları Ek-19'da verilmiştir. Aşağıda Go-Lab'da doldurulan örnek çalışma yaprakları verilmiştir.



Şekil 3.3. Doldurulan Örnek Çalışma Yaprakları

3.5.2.2.BTÖL grubundaki uygulamalar

Öğrencilere IKYABT, FÖYMÖ ve FÖBÖ ön test olarak uygulanmıştır. Öğrenciler beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile ilgili bilgilendirilmiştir. BTÖS grubuyla benzer şekilde öğrenciler gruplara ayrılmış ve her grupta dört öğrencinin olduğu toplam beş grup oluşturulmuştur. Grup bilinci oluşturmak için öğrencilerden gruplarına isim vermeleri istenmiştir. Uygulama boyunca her ders öncesi öğrenciler gruplar halinde çalışacakları

şekilde sıralarını birleştirmişler ve sınıf içerisinde rahatça dolaşabilecekleri bir düzen oluşturulmuştur. Dersler çalışma yapraklarıyla BTÖS grubuyla aynı şekilde işlenmiş olup, bu gruptaki öğrenciler deney etkinliklerini gruplar haline gerçek malzemelerle fen bilimleri laboratuvarında yapmışladır. Bu süreçte araştırmacı rehber konumunda olup öğrencilerin takıldıkları noktalarda dönütler vermiştir. Etkinlikler tamamlandıktan deney sonucuna ilişkin sınıf içi tartışmalar yapılmıştır. Ardından öğrenciler klasik müzik eşliğinde öğrenci günlüklerini doldurmuşlardır. Ders bitiminde öğrencilere bir sonraki ders ile ilgili bilgiler verilerek, meyve ve kuru yemiş ikram edilmiştir. Öğrencilerin ders planları kapsamında yapmış oldukları çizim, tasarım, slayt sunumlarının çıktıları vb. etkinlikler sınıf içerisindeki panolarda sergilenmiştir. Uygulama sonunda IKYABT, FÖYMÖ ve FÖBÖ son test olarak uygulanmış ve öğrenci görüşmeleri yapılarak araştırma tamamlanmıştır. Uygulamaya ilişkin öğrenci fotoğrafları Ek-19'da verilmiştir.

3.5.2.3.ÖPS grubundaki uygulamalar

Öğrencilere IKYABT, FÖYMÖ ve FÖBÖ ön test olarak uygulanmıştır. Öğrenciler Go-Lab. ile ilgili bilgilendirilmiştir. Bu grupta dersler öğretim programı kapsamında fen bilimleri ders kitabı esas alınarak işlenmiştir. Ünite kapsamındaki deneysel etkinlikler için öğrenciler BTÖS grubundaki gibi gruplara ayrılarak üç grupta beş öğrenci, bir grupta altı öğrenci olmak üzere toplam beş grup oluşturulmuştur. Öğrenciler gruplarına isim vermişlerdir. Deney etkinliklerinde bilgisayar laboratuvarına gidilerek öğrenciler grup isimleriyle Go-Lab.'a giriş yapmışlardır. Ardından öğrenciler Go-Lab.'daki adımları izleyerek kendi aralarında gerekli tartışmaları gerçekleştirdikten sonra deneyleri sanal olarak yapmışlardır. Bu süreçte Go-Lab.da yer alan doldurulması ve cevaplanması gereken bölümleri doldurmuşlardır. Bu süreçte araştırmacı rehber konumunda olup öğrencilerin takıldıkları noktalarda dönütler vermiştir. Etkinlikler tamamlandıktan deney sonucuna ilişkin sınıf içi tartışmalar yapılmış ve öğrenci günlükleri doldurulmuştur. Ünite sonunda IKYABT, FÖYMÖ ve FÖBÖ son test olarak uygulanmış ve öğrenci görüşmeleri yapılarak araştırma tamamlanmıştır. Uygulamaya ilişkin öğrenci fotoğrafları Ek-19'da verilmiştir.

3.5.2.4.ÖPL grubundaki uygulamalar

Öğrencilere IKYABT, FÖYMÖ ve FÖBÖ ön test olarak uygulanmıştır. Dersler öğretim programı kapsamında fen bilimleri ders kitabı esas alınarak işlenmiştir. Ünite kapsamındaki deneysel etkinlikler için öğrenciler BTÖS grubundaki gibi gruplara ayrılarak her grupta dört

öğrencinin olduğu toplam beş grup oluşturulmuştur. Öğrenciler gruplarına isim vermişlerdir. Deney etkinliklerini, öğrenciler gruplar halinde, hazırlanan çalışma yaprakları ile gerçekleştirmişlerdir. Deneyler laboratuvar ortamında gerçek malzemelerle yapılmıştır. Deneye ilişkin tahminler gözlemler ve açıklamalarla ilgili bölümler çalışma yapraklarında doldurularak deney sonlandırılmış ve öğrenci günlükleri doldurulmuştur. Ünite sonunda IKYABT, FÖYMÖ ve FÖBÖ son test olarak uygulanmış ve öğrenci görüşmeleri yapılarak araştırma tamamlanmıştır. Gruplarda gerçekleştirilen uygulamalar ile ilgili örnek ders planı Tablo 3.10'da verilmiştir. Uygulamaya ilişkin öğrenci fotoğrafları Ek-19'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Gruplarda Uygulanan Örnek Ders Planı

Konu	Gruplar			
	BTÖS	BTÖL	ÖPS	ÖPL
Işığın soğurulması	Sınıfça müzik eşliğinde egzersiz yapılır. Öğrenciler bilgisayar laboratuvarında grupça otururlar. *Ön Açıklama:* Öğrencilere ışık konusu ile ilgili bir kavram haritası gösterilir. Kavram haritasındaki kavramlar ile ilgili sınıf tartışması yapılır ve işlenecek konuya dair bilgi verilir. *Hazırlama*: Öğrencilere "Işığın Soğurulması" çalışma yaprağı dağıtılır aynı zamanda Go-Lab.'a giriş yaparlar. Çalışma yaprağındaki örnek olaya ilişkin önce küçük grup ardından sınıfça tartışmalar yapılır. *Başlama ve Kazanım*: Öğrenciler Go-Lab.'da deneye ilişkin tahminlerini hipotezlerini ve değişkenlerini belirleyerek deneyi sanal olarak gerçekleştirirler. Gözlemlerini not alırlar. Ve soruları grupça cevaplarlar. Ardından konunun ikinci deneyi olan "Kardan	Sınıfça müzik eşliğinde egzersiz yapılır. Öğrenciler fen labotuvarında grupça otururlar. *Ön Açıklama*: Öğrenciler ışık konusu ile ilgili bir kavram haritası gösterilir. Kavram haritasındaki kavramlar ile ilgili sınıf tartışması yapılır ve işlenecek konuya dair bilgi verilir. *Hazırlama:* Öğrencilere "Işığın Soğurulması" çalışma yaprağı dağıtılır. Çalışma yaprağındaki örnek olaya ilişkin önce küçük grup ardından sınıfça tartışmalar yapılır. *Başlama ve Kazanım*: Öğrenciler deneye ilişkin tahminlerini hipotezlerini ve değişkenlerini belirleyerek deneyi gerçek malzemelerle gerçekleştirirler. Gözlemlerini not alırlar. Ve soruları grupça cevaplarlar. Ardından konunun ikinci deneyi olan "Kardan Adam" çalışma	Konu ders kitabından işlenir. Deney etkinliklerinde bilgisayara laboratuvarına gidilir. Öğrenciler gruplar halinde oturur. Go-Lab.'a giriş yaparlar. Öğrencilere "Sıcaklıkları değişti mi?" çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrenciler tahminlerini, hipotezlerini ve değişkenlerini belirlerler. Go-Lab.a yazarlar. Sanal ortamda deneyleri gerçekleştirirler. Gözlemlerini, deney sonuçlarını yazarlar. Sınıfça tartışma ortamı içerisinde deney sonucu tartışılır. Öğrenciler benzer şekilde "Işığın soğurulması" çalışma yaprağındaki deneyi etkinliği tamamlanır. Deney etkinlikleri tamamlanınca öğrenciler sınıflarına çıkarak, ders kitabından konu işlenmeye devam edilir.	Konu ders kitabından işlenir. Deney etkinliklerinde Fen laboratuvarına gidilir. Öğrenciler gruplar halinde oturur. Öğrencilere "Sıcaklıkları değişti mi?" çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrenciler tahminlerini, hipotezlerini ve değişkenlerini belirlerler. Gerçek malzemelerle deneyleri gerçekleştirirler. Gözlemlerini, deney sonuçlarını yazarlar. Sınıfça tartışma ortamı içerisinde deney sonucu tartışılır. Öğrenciler benzer şekilde "Işığın soğurulması" çalışma yaprağındaki deneyi etkinliği tamamlanır. Deney etkinlikleri tamamlanınca öğrenciler sınıflarına çıkarak, ders kitabından konu işlenmeye devam edilir.

	Adam" çalışma yaprağı verilir. Benzer şekilde deney etkinliği gerçekleştirilir. *Ayrıntılama:* Her grup deneye ilişkin sonuçlarını açıklarlar. Sınıfça deney sonuçları tartışılır. Ardından çalışma yapraklarındaki sorular sınıf tartışması içerisinde cevaplanır. Konu ve kavramlar açıklanır. *Kuluçka ve Bellek Kodlama:* Klasik müzik eşliğinde öğrenciler günlüklerini doldururlar. *Doğrulama ve Güven Kontrolü*: Öğrencilere "Işık ve madde" çalışma yaprağı dağıtılır. Önce grup içerisinde çalışma yaprağındaki sorular cevaplanır ardından sınıfça tartışma ortamı sağlanarak sorular cevaplanır ve pekiştirme sağlanır. Kutlama ve Bütünleştirme: Öğrenciler ders sonunda, meyve ve kuruyemiş ikram edilmiştir. Bir sonraki Beyaz ışık ile ilgili kısa bir bilgilendirme yapılmıştır.	yaprağı verilir. Benzer şekilde deney etkinliği gerçekleştirilir. *Ayrıntılama*: Her grup deneye ilişkin sonuçlarını açıklarlar. Sınıfça deney sonuçları tartışılır. Ardından çalışma yapraklarındaki sorular sınıf tartışması içerisinde cevaplanır. Konu ve kavramlar açıklanır. *Kuluçka ve Bellek Kodlama*: Klasik müzik eşliğinde öğrenciler günlüklerini doldururlar. *Doğrulama ve Güven Kontrolü*: Öğrencilere "Işık ve madde" çalışma yaprağı dağıtılır. Önce grup içerisinde çalışma yaprağındaki sorular cevaplanır ardından sınıfça tartışma ortamı sağlanarak sorular cevaplanır ve pekiştirme sağlanır. Kutlama ve Bütünleştirme: Öğrenciler ders sonunda, meyve ve kuruyemiş ikram edilmiştir. Bir sonraki Beyaz ışık ile ilgili kısa bir bilgilendirme yapılmıştır.		

3.6. Verilerin Analizi

Araştırma verilerinin analizi iki boyutta incelenmiştir. İlk kısımda başarı puanlarındaki değişimin belirlenmeye çalışıldığı nicel veri analizi yer almaktadır. İkinci kısımda ise öğrencilerle yapılan görüşmelerin ve öğrenci günlüklerinin analizini içeren nitel veri analizi kısmı yer almaktadır. Veri analizi Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11. Araştırmada Kullanılan Veri Analizleri

Araştırma Sorusu	Veri Toplama Aracı	Yapılan Analiz
Birinci deney grubunda (BTÖS), ikinci deney grubunda (BTÖL), üçüncü deney grubunda (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda (ÖPL) gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarına etkisi nasıldır?	IKYABT	Tek Yönlü Anova Karma Desen Anova
Birinci deney grubunda (BTÖS), ikinci deney grubunda (BTÖL), üçüncü deney grubunda (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda (ÖPL) gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisi nasıldır?	FÖYMÖ	Tek Yönlü Anova İki Yönlü Manova
Birinci deney grubunda (BTÖS), ikinci deney grubunda (BTÖL), üçüncü deney grubunda (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda (ÖPL) gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin öğrencilerinin fen öğreniminde 21.yüzyıl becerilerine etkisi nasıldır?	FÖBÖ	Tek Yönlü Anova İki Yönlü Manova
Deney gruplarında gerçekleştirilen uygulamalarla ilgili öğrencilerin öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine ilişkin görüşleri nasıldır?	Öğrenci Günlükleri Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	İçerik Analizi

Tablo 3.11 incelediğinde araştırma sorularına yönelik kullanılan nicel ve nitel veri analizleri görülmektedir. Belirtilen analizler aşağıda detaylıca anlatılmıştır.

3.6.1. Nicel verilerin analizi

Nicel verilerin analizi SPSS 22 paket programı ile yapılmıştır. Verilerin normallik dağılımları; merkezi eğilim ölçüleri ve grup büyüklüğü 50'den küçük olduğu için Shapiro-Wilk normallik testi ile incelenmiştir (Büyüköztürk, 2018). Çarpıklık değeri dağılımın simetrik olup olmadığını; basıklık değeri dağılımın tepede bir değer alıp almadığını gösterir. Bunların 0'a yakın bir değer alması ideal olandır. Ancak -1.5 ve +1.5 arasında değer alması da verilerin normal dağıldığını göstermektedir (Tabachnick ve Fidell, 2014). Grupların başarı ön test puanlarını karşılaştırmada tek yönlü Anova kullanılmıştır (Can,2020). Grupların başarı testi son test puan karşılaştırmaları tek yönlü Anova ile analiz edilmiştir. Araştırmada BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL gruplarındaki öğrencilerin akademik başarı ön test-son test puanları arasındaki değişimlerin öğretim türü ve laboratuvar türüne göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla ise karma desen Anova kullanılmıştır. Field (2009), birden çok grup ve tekrarlanan ölçüm için karma desen (Mixed Model) Anova'nın kullanılmasını önermektedir. Araştırmada dört grup ve iki tekrar eden ölçüm olması nedeniyle karma desen Anova seçilmiştir.

Karma desen Anova için varyansların homojenliği Levene's F testiyle incelenmiş olup, test sonucunda elde edilen anlamlılık düzeyinin .05'ten büyük olması durumunda varyansların homojen olduğuna karar verilmiştir (Pallant, 2011). Varyans matrislerinin homojenliği Box'ın M testiyle yapılmıştır. Test sonucunda elde edilen anlamlılık düzeyinin 0.001'den büyük olması durumunda varyans matrislerinin homojen olduğuna karar verilmiştir. Bu araştırma kapsamında iki bağımlı değişken (ön test puanları ve son test puanları) arasında anlamlı farklılık olup olmadığı araştırıldığından küresellik varsayımının test edilmesine gerek olmayıp, küreselliğe ilişkin bir değer hesaplanamamıştır. Küresellik varsayımı incelenmediğinden küreselliğe dayanmayan Çok Değişkenli Test (Multivariate Test) sonuçları incelenmiştir (Pallant, 2011).

Grupların FÖYMÖ ve FÖBÖ toplam ve alt boyut ön test ve son test puanlarının analizinde tek yönlü Anova kullanılmıştır. Araştırmalarda Tip 1 hatasını önlemek, birden çok faktöre bağlı olarak oluşturulan grupların yine birden çok bağımlı değişken bakımından anlamlılık gösterip göstermediğini belirlemek için Çift Yönlü Manova analizi kullanılır (Can,2020). Bu araştırmada da BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL gruplarındaki öğrencilerin son test puanları arasında öğretim türü ve laboratuvar türüne göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Çift Yönlü Manova kullanılmıştır. Analiz öncesinde

Çift Yönlü Manova varsayımları kontrol edilmiştir. İlk varsayım olarak varyansların homojenliği Levene's F testiyle incelenmiş olup, test sonucunda elde edilen anlamlılık düzeyinin 0.05'ten büyük olması durumunda varyansların homojen olduğuna karar verilmiştir (Pallant, 2011). Diğer varsayım olan varyans matrislerinin homojenliği Box'ın M testiyle yapılmıştır. Test sonucunda elde edilen anlamlılık düzeyinin 0.001'den büyük olması durumunda varyans matrislerinin homojen olduğuna karar verilmiştir (Can, 2020). Araştırmada beş alt boyuta sahip FÖYMÖ ve yedi alt boyutlu FÖBÖ ayrı ayrı bağımlı değişkenler olarak ele alınmış ve her bir bağımlı değişken için, laboratuvar türü ve öğretim türü bağımsız değişkenleri tek tek incelenmiştir.

Etki büyüklüğü bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki toplam varyansın ne kadarını açıkladığını göstermektedir ve 0.00-1.00 arasında değerler almaktadır. Araştırmada etki büyüklüğü değeri için eta kare (η2) değeri hesaplanmıştır. Eta kare etki büyüklüğü değeri 0.01 ve 0.06'ya kadar ise küçük, 0.06 ve 0.14'e kadar ise orta, 0.14 ve üzeri ise büyük etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır (Cohen, 1988).

3.6.2. Nitel Verilerin Analizi

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde, öğrencilerden izin alınarak görüşmelerde ses kaydı alınmıştır. Ardından öğrenci günlükleri ve görüşmelerden elde edilen veriler bilgisayar ortamında yazılı metinler haline getirilmiştir. Verilerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi, benzer ifadeleri belirli kavram ve temalar çerçevesinde bir araya getirip, daha net bir biçimde düzenlenmesi ve yorumlanmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Görüşme formundaki ve öğrenci günlüklerindeki sorular tema olarak belirlenmiştir. Araştırma sorusuna ilişkin kavramlar kodlanmış ve bu kodlar temalar altında toplanmıştır. Yazılı metinlerin kodlanması araştırmacı dışında bir kişi tarafından daha yapılmıştır. İki farklı kodlayıcı arasındaki uyum yüzdesinin belirlenmesi amacıyla, Miles ve Huberman'ın (1994) güvenirlik formülünden yararlanılmıştır. Bu modele göre, uyum yüzdesinin en az %80 olması önerilmektedir. Çalışmada, iki farklı kodlayıcı arasındaki uyum 0.87 olarak belirlenmiştir.

Kod ve temalara bağlı olarak her bir ifadenin her grup için ayrı ayrı frekansı verilmiştir. Kodlara ilişkin frekanslar açık uçlu sorulardan elde edilen cevaplar doğrultusunda hesaplanmıştır. Bir öğrencinin birden fazla koda ilişkin görüş belirtmesi sebebiyle frekans toplamları her zaman çalışma grubundaki öğrenci sayısını vermemektedir. Araştırmada

öğrenciler gruplarına göre kodlanmıştır. Örneğin BTÖS grubundaki öğrenciler BTÖS1, BTÖS2, BTÖL grubundakiler BTÖL1, BTÖL2, ÖPS grubundakiler ÖPS1, ÖPS2 ve ÖPL grubundakiler ÖPS1, ÖPL2 şeklinde verilmiştir. Ayrıca öğrenci ifadelerinden doğrudan alıntılar verilmiştir. Alıntılar verilirken görüşme veya öğrenci günlüğünden alınma durumuna göre öğrenci kodlarının yanında belirtilmiştir. Örneğin BTÖL1 kodlu öğrenciye ilişkin öğrenci günlüğündeki alıntılar BTÖL1(öğrenci günlüğü) şeklinde, görüşmedeki alıntılar BTÖL1 (görüşme) şeklinde verilmiştir. Oluşturulan kodlar ve veri analiz süreci ile ilgili uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda görüşme formundaki ve günlüklerdeki birbirini tamamlayan ve eş sorulardan elde edilen benzer kodlar ortak tema altında birleştirilmiştir. Bu noktada bir öğrenciden hem günlük hem de görüşmelerde aynı kod için elde edilen ifadelerden bir tanesi değerlendirilmiş olup veri tekrarına düşülmemesine dikkat edilmiştir.

3.7. Araştırmanın Güvenirlik ve Geçerliği

Araştırma nicel ve nitel veri toplama araçlarının bir arada kullanıldığı karma desen bir araştırmadır. Bu nedenle araştırmaya ilişkin güvenirlik ve geçerlik çalışmaları iki aşamada yapılmıştır.

3.7.1.Güvenirlik

Alan yazında nicel araştırmalarda güvenirlik; iç ve dış güvenirlik olarak belirtilirken, nitel araştırmalarda ise tutarlılık, teyit edilebilirlik veya inandırıcılık şeklinde ifade edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013; Merriam, 2015).

Nicel araştırmalarda iç güvenirlik, bir ölçme aracının ya da testin, aynı ölçümün farklı zamanlarda ya da farklı koşullarda tekrarlanması durumunda ne kadar tutarlı sonuçlar vermesi ile ilgilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmada veri toplama araçlarının pilot çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca, veri toplama süreci ve veri analizi şeffaf bir şekilde sunulmuş olup detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Tutarlılık, nitel araştırmalarda araştırmacının veri toplama, analiz etme ve yorumlama süreçlerindeki kararlılığını ve tutarlılığını ifade eder (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu nedenle, öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşme formundaki soruların incelenmesi ve toplanan verilerin analiz sürecinde uzman görüşü alınmıştır. Ayrıca nitel verilerin kodlanması araştırmacı dışında fen eğitimi alanında uzman bir kişi tarafından da yapılmıştır.

Nicel çalışmalarda dış güvenirlik, araştırmanın nesnel ve yansız olma durumunu belirtir. Nitel araştırmalarda teyit edilebilirlik; verilerin toplanması, analizi ve yorumlanması sürecinde yapılan çalışmaların şeffaf bir şekilde ifade edilmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmacı veri toplama sürecinde öğrencileri yönlendirici davranışlardan kaçınmış ve öğrenci isimleri kodlarla gizlenmiştir. Bu sayede yanlılıktan kaçınılmaya çalışılmıştır. Ayrıca araştırma kapsamında toplanan nicel ve nitel veriler titizlikle saklanmış olup, verilerin toplanması, analizi ve yorumlanması süreçlerinde uzman görüşleri alınmıştır.

3.7.2. Geçerlik

Nicel araştırmalarda geçerlik; iç ve dış geçerlik olarak ifade edilirken, nitel araştırmalarda ise inandırıcılık ve aktarılabilirlik olarak adlandırılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013; Merriam, 2015). Araştırmanın nicel boyutunda araştırmanın yöntemi, çalışma grubu, fiziki koşullar, nicel veri toplama süreci, araştırmacının rolü açık ve detaylı bir şekilde belirtilerek iç geçerlik sağlanmaya çalışılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda ise nicel veriler nitel verilerle desteklenmeye çalışılmıştır. Öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak veri çeşitlemesi ile farklı görüşler araştırmaya dahil edilerek inandırıcılık arttırılmaya çalışılmıştır. Nitel araştırmalarda kodlamaları yapan araştırmacılar arasındaki karşılaştırmalar inandırıcılığı arttırmada önemli bir unsurdur (Büyükköztürk vd., 2018). Bu nedenle nitel veriler araştırmacı dışında başka bir uzman tarafından da kodlanarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

Nicel araştırmalarda dış geçerlik, nitel çalışmalarda aktarılabilirlik; örneklem olarak seçilen grupla araştırmanın koşulları sağlandığında erişilen sonucun genellenmesidir (Karasar, 2011).

Araştırmanın nicel boyutunda dış geçerlik için; örneklem olarak araştırmacının öğretmenlik okulda hazırda bulunan dört adet yedinci sınıf dahil edilmiştir. Öğrencilerin kendilerini denek olarak hissetmemeleri için araştırma öncesi detaylı bilgilendirme yapılarak etkinlikler fen dersine dahil edilmiştir.

Araştırmanın nitel boyutunda ise aktarılabilirlik sonuçların genellenebilirliği ile ilgilidir (Büyüköztürk vd., 2018). Fakat nicel araştırmalara göre nitel araştırmalardan elde edilen verilerin direkt genellenmesi olanaksız olmakla beraber belirli yargılar aktarılabilmektedir. Aktarılabilirlik ise araştırmacının uygulama esnasında tüm detayları belirtmesi ile

gerçekleşmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmanın en başından sonuna kadar her bir aşama araştırmacı tarafından açıkça betimlenerek farklı araştırmalara aktarılabilirliğinin artırılması ön görülmektedir.

BÖLÜM IV: BULGULAR

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi "Birinci deney grubunda (BTÖS), ikinci deney grubunda (BTÖL), üçüncü deney grubunda (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda (ÖPL) gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarına etkisi nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir. Analiz öncesinde verilerin normallik dağılımları; merkezi eğilim ölçüleri, Shapiro-Wilk normallik testi ile incelenmiştir. Grupların başarı testi ön test- son test puanlarına ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları ve merkezi eğilim ölçüleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Grupların Başarı Testi Ön Test- Son Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları ve Merkezi Eğilim Ölçüleri

Veri Toplama Aracı	Grup	N	Test	$\bar{X}$	S.s	S.P (p)	ÇK	BK
Işık Konusuna Yönelik Başarı Testi	BTÖS	20	Ön test	26.50	10.87	.734	.333	-.634
			Son test	79.60	13.91	.342	-.541	-.049
	BTÖL	20	Ön test	26.40	9.91	.529	.075	-.919
			Son test	72.40	18.62	.546	-.436	-.139
	ÖPS	21	Ön test	25.71	13.11	.065	.706	.568
			Son test	65.33	21.77	.518	-.378	-.561
	ÖPL	20	Ön test	26.50	10.75	.510	.111	.-987
			Son test	60.20	17.53	.359	.509	-.422

Tablo 4.1 incelendiğinde grupların başarı test ön test- son test puanlarının çarpıklık-basıklık katsayılarının -1.5 ve + 1.5 aralığında olduğu ve verilerin normal dağılım sergilediği söylenebilir (p>.05). Verilerin normal dağılımın sergilemesi nedeniyle grupların başarı testi bakımından denk olup olmadıkları tek yönlü Anova ile tespit edilmiştir. Anova analizi yapılmadan önce verilerin varyanslarının homojenliği Levene testi [F (3,77) = 0.637, p=.59; p>.05] ile belirlenmiş olup, Anova için gerekli varsayımların karşılandığı görülmüştür. Anova sonuçları Tablo 4.2 de verilmiştir.

Tablo 4.2. Grupların Başarı Testi Ön Test Puanlarına İlişkin Tek Yönlü Anova Sonuçları

Veri Toplama Aracı	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P
Işık Konusuna Yönelik Başarı Testi	Gruplar arası	8.939	3	2.980	.024	.995
	Grup içi	9757.086	77	126.715		
	Toplam	9766.025	80			

Tablo 4.2 incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı için grupların başarı testi ön test puanları bakımından birbirine denk olduğu söylenebilir (p>.05).

BTÖL, BTÖS, ÖPS ve ÖPL gruplarının başarı testi son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için Tek Yönlü Anova yapılmıştır. Anova analizi yapılmadan önce verilerin varyanslarının homojenliği Levene testi [F (3,77) = 1.384 p=.254; p>.05] ile belirlenmiş olup. Anova için gerekli varsayımların karşılandığı görülmüştür. Tek yönlü Anova ve ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Tek Yönlü Anova ve İkili Karşılaştırma Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P	Anlamlılık (Bonferronni)
Gruplar arası	4300.533	3	1433.511	4.314	.007	BTÖS*-ÖPL
Grup içi	25587.467	77	332.305			
Toplam	29888.000	80				

Tablo 4.3 incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir [F(3,77)=4.53; p=.006; p<.008)]. BTÖS grubunun son test puan ortalaması ($\overline{X}$=79.60), ÖPL grubundan ($\overline{X}$=60.20) anlamlı derece daha yüksek olması sebebiyle bu fark BTÖS grubu lehinedir.

Araştırma kapsamında BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL gruplarının öğretim yöntemi ve laboratuvar türü bağımsız değişkenlerinin öğrencilerin başarı testi puanlarına etkisinin karşılaştırılmasında 2x2x2 karma desen Anova kullanılmıştır. Analiz için verilerin varyanslarının ($p_{öntest}$=.254; p>0.05; $p_{sontest}$=.594; p>0.05) ve varyans matrislerinin (p=.688 p>0.05) homojen olduğu belirlenerek, 2x2x2 karma desen Anova için gerekli varsayımların karşılandığı görülmüştür. Grupların öğretim yöntemi ve laboratuvar türüne göre başarı testi ön test, son test puanlarının aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Grupların Öğretim Yöntemi ve Laboratuvar Türüne Göre Başarı Testi Ön Test. Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	Veri Toplama Aracı	Laboratuvar türü	Öğretim						Toplam		
			Beyin Temelli Öğrenme			Öğretim Programı					
			N	$\overline{X}$	S.s	N	$\overline{X}$	S.s	N	$\overline{X}$	S.s
Ön Test	Akademik Başarı Testi	Sanal laboratuvar	20	26.50	10.87	20	25.71	13.11	40	26.10	11.93
		Laboratuvar	20	26.40	9.91	20	26.50	10.75	40	26.45	10.21
		Toplam	40	26.45	10.27	41	26.09	11.88	81	26.27	11.04
Son Test	Akademik Başarı Testi	Sanal laboratuvar	20	79.60	13.91	21	65.33	21.77	41	72.29	19.52
		Laboratuvar	20	72.40	18.62	20	60.20	17.53	40	66.30	18.88
		Toplam	40	76.00	16.62	41	62.82	19.74	81	69.33	19.32

Tablo 4.4 incelendiğinde BTÖS grubunun başarı testi son test puanlarının ortalamasının ($\overline{X}$ = 79.40), BTÖL ($\overline{X}$= 72.40), ÖPS ($\overline{X}$ = 65.33) ve ÖPL ($\overline{X}$ =60.20) gruplarının son test puan ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Öğretim yöntemi olarak incelendiğinde beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı BTÖS ve BTÖL gruplarının son test toplam puan ortalamaları ($\overline{X}$ =76.00), ÖPS ve ÖPL gruplarının ortalamalarından ($\overline{X}$=62.82) daha yüksektir. Laboratuvar türü olarak incelendiğinde ise sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı BTÖS ve ÖPS gruplarının son test toplam puan ortalamalarının ($\overline{X}$ = 72.29), BTÖL ve ÖPL gruplarının ortalamalarından ($\overline{X}$=66.30) daha yüksek olduğu görülmektedir. Tekrarlı ölçümler için Anova analiz sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Tekrarlı Ölçümler İçin Anova Analiz Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Ortalaması	df	Kareler Ortalaması	F	P	Eta-Kare (η^2)
Grup içi						
Ölçüm (ön test- sontest)	75216.252	1	75216.252	472.499	.000	.860
Ölçüm*Lab (sanal-gerçek)	428.844	1	428.844	2.694	.105	.034
Ölçüm*Öğrt.(BTÖ-ÖP)	1681.664	1	1681.664	10.564	.002*	.121
Ölçüm*Lab.*Öğrt.	3.529	1	3.529	.022	.882	.000
Hata	12257.476	77	159.188			
Gruplar arası						
Laboratuvar türü	171.627	1	171.627	1.145	.288	.015
Öğretim yöntemi	932.668	1	932.668	6.221	.015*	.075
Lab*Öğrt	11.027	1	11.027	.074	.787	.001
Hata	11543.538	77	149.916			

Tablo 4.5'teki grup içi analiz sonuçlarına göre grup ayrımı yapılmaksızın araştırmada yer alan öğrencilerin akademik başarı ön test – son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmaktadır [F (1,77) = 472.499; p=.000, p<.05; η2=.860]. Bu durum için hesaplanan eta kare etki büyüklüğü değerinin .860 olması büyük etki büyüklüğü olduğunu göstermektedir. Bu bulgu grup ayrımı yapılmadığında öğrenci başarısının, yapılan uygulamalara bağlı olarak farklılaştığını göstermektedir.

Akademik başarıya etki etme bağlamında ölçüm zamanı (ön test- son test) ve laboratuvar türü değişkenlerinin anlamlı bir etkileşim göstermediği belirlenmiştir [F (1,77)= 2.694; p=.105, p>.05]. Başka bir ifadeyle sanal laboratuvar ve gerçek laboratuvar uygulamaları öğrencilerin ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark oluşturmamıştır.

Tablo 4.5 incelendiğinde akademik başarıya etki etme bağlamında ölçüm zamanı (ön test- son test) ve öğretim yöntemi türü değişkenlerinin ise anlamlı bir etkileşim gösterdiği görülmektedir [F (1, 77) = 10.564, p=.002, p<.05; η2 =.121] Başka bir ifadeyle, araştırmada kullanılan Beyin temelli öğrenme yaklaşımı ve öğretim programına dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin ön test- son test puanlarına etki ederek, son test lehine anlamlı bir fark yaratmıştır. Bu durum için hesaplanan eta kare etki büyüklüğü değerinin .121 olması orta etki büyüklüğü olduğunu göstermektedir.

Gruplar arası analizler incelendiğinde ise öğretim yöntemi türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuştur [F (1, 77) = 6.221; p=.015, p<.05; η2=.075]. Beyin Temelli Öğrenme yaklaşımının uygulandığı grupların (BTÖS ve BTÖL) ön test son test toplam puan ortalamalarının ($\overline{X}$= 51.22), öğretim programına dayalı öğrenme yönteminin kullanıldığı grupların (ÖPS ve ÖPL) ön test son test toplam puan ortalamalarından ($\overline{X}$= 44.43) daha yüksek olması sebebiyle bu farkın beyin temelli öğrenme lehine olduğu belirlenmiştir. Bu durum için hesaplanan eta kare etki büyüklüğü değerinin .75 olması orta etki büyüklüğü olduğunu göstermektedir.

Gruplar arası analizler incelendiğinde ise sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı (BTÖS ve ÖPS) ön test son test toplam puan ortalamalarının ($\overline{X}$= 49.28), laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı (BTÖL ve ÖPL) ön test son test toplam puan ortalamalarından ($\overline{X}$= 46.37) daha yüksek olmasına karşın aralarında laboratuvar türü değişkenin temel etkisi bakımından anlamlı bir fark bulunmamaktadır [F (1, 77) = 1.145; p=.288, p>.05; η2=.015].

Laboratuvar türü ve öğretim türü değişkenlerinin ortak etkisinin ise anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir [F (1, 77) = .074; p=.787, p>.05; η2=.001]. BTÖS grubunun başarı testi ön test-son test toplam puan ortalamaları en yüksek olup ($\bar{X}$=53.05), bunu sırasıyla BTÖL grubu ($\bar{X}$= 49.40), ÖPS grubu ($\bar{X}$=45.52) ve en düşük puanla ÖPL grubu takip etmiştir ($\bar{X}$ =43.35).

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi "Birinci deney grubunda (BTÖS), ikinci deney grubunda (BTÖL), üçüncü deney grubunda (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda (ÖPL) gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin motivasyonlarına etkisi nasıldır? şeklinde belirlenmiştir. Analize geçilmeden önce verilerin normallik dağılımları; merkezi eğilim ölçüleri. Shapiro-Wilk normallik testi ile incelenmiştir. Grupların fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği ön test-son test puanlarına ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları ve merkezi eğilim ölçüleri Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Grupların Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Ön Test- Son Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları ve Merkezi Eğilim Ölçüleri

Motivasyon Ölçeği Alt Boyutları	Grup	N	Test	$\bar{X}$	S.s	S.P (p)	ÇK	BK
Araştırma yapmaya yönelik motivasyon	BTÖS	20	Ön test	23.70	2.97	.565	-.289	-.734
			Son test	28.20	1.54	.057	-.467	-.801
	BTÖL	20	Ön test	23.85	3.01	.625	-.084	-.517
			Son test	25.85	2.41	.579	-.105	-.140
	ÖPS	21	Ön test	22.80	3.23	.828	-.301	-.073
			Son test	24.76	2.94	.088	-.842	.308
	ÖPL	20	Ön test	21.75	4.44	.391	-.055	-.1020
			Son test	21.40	3.15	.226	-.835	.1.119
Performansa yönelik motivasyon	BTÖS	20	Ön test	21.55	1.90	.241	.016	-.951
			Son test	23.00	1.74	0.59	-.658	-.113
	BTÖL	20	Ön test	21.10	1.80	.070	-.285	-1.097
			Son test	22.00	1.91	.055	-.347	-1.187
	ÖPS	21	Ön test	20.80	1.99	.296	-.004	-.917
			Son test	21.61	2.08	.616	-.204	-.254
	ÖPL	20	Ön test	20.20	2.72	.546	-.008	-.931
			Son test	18.70	2.86	.136	.737	-.142
İletişime yönelik motivasyon	BTÖS	20	Ön test	20.60	2.28	.226	-.129	1.079
			Son test	23.20	1.50	.082	-.479	-.576
	BTÖL	20	Ön test	20.20	2.11	.672	-.254	-.297
			Son test	21.60	1.95	.064	.208	-1.353
	ÖPS	21	Ön test	20.23	1.54	.083	.098	-1.211

	ÖPL	20	Son test	21.57	1.50	.190	-.152	-.876
			Ön test	20.15	2.64	.625	.068	-.413
			Son test	21.40	2.30	.234	-.518	-.398
İş birlikli çalışmaya yönelik motivasyon	BTÖS	20	Ön test	15.45	1.87	.191	-.364	-.729
			Son test	18.25	1.51	.059	-.571	-.560
	BTÖL	20	Ön test	16.40	2.06	.085	-.562	-.341
			Son test	18.40	1.72	.325	-.491	1.428
	ÖPS	21	Ön test	15.57	2.37	.103	-.172	-.943
			Son test	18.04	1.43	.076	-.544	-.449
	ÖPL	20	Ön test	15.60	2.83	.258	-.086	-1.002
			Son test	18.05	1.84	.105	-.358	-.944
Katılıma yönelik motivasyon	BTÖS	20	Ön test	8.90	1.91	.119	1.005	1.376
			Son test	12.90	1.61	.115	-.318	-.870
	BTÖL	20	Ön test	9.85	1.78	.113	.435	-.849
			Son test	12.65	1.30	.286	-.208	-.595
	ÖPS	21	Ön test	9.90	2.21	.175	-.511	-.271
			Son test	11.95	1.28	.089	.097	-.890
	ÖPL	20	Ön test	10.60	2.72	.683	-.191	-.604
			Son test	13.05	1.35	.191	-.381	-.172
FÖYMÖ Toplam	BTÖS	20	Ön test	90.20	6.91	.524	.001	-.791
			Son test	105.55	3.96	.902	-.118	-.258
	BTÖL	20	Ön test	91.40	6.49	.106	-.454	-.726
			Son test	100.50	6.16	.558	-.462	.473
	ÖPS	21	Ön test	89.42	7.40	.171	-.529	-.653
			Son test	97.95	5.99	.535	.111	-.832
	ÖPL	20	Ön test	88.30	7.03	.633	-.282	-.409
			Son test	92.60	4.58	.733	.072	-.493

Tablo 4.6 incelendiğinde grupların FÖYMÖ toplam ve alt boyut ön test- son test puanlarının çarpıklık- basıklık katsayılarının -1.5 ve + 1.5 aralığında olduğu ve verilerin normal dağılım sergilediği söylenebilir (p>.05). Verilerin normal dağılımın sergilemesi nedeniyle grupların fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği puanları bakımından denk olup olmadıkları tek yönlü Anova ile tespit edilmiştir. Anova analizi yapılmadan önce ön test puan ortalamalarına ait varyansların homojen olduğu görülmüştür ($p_{motivasyon}$=.990; $p_{araştırma}$=.089; $p_{performans}$=.085; $p_{iletişim}$=.468; $p_{işbirlikli}$=.160; $p_{katılım}$=.194; p>0.05). Grupların ön testlerine ilişkin Anova sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Grupların Ön Testlerine İlişkin Anova Sonuçları

Veri Toplama Aracı		Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P
Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Alt Boyutları	Araştırma yapmaya yönelik motivasyon	Gruplar arası	55.493	3	18.498	1.572	.203
		Grup içi	906.310	77	11.770		
		Toplam	961.802	80			
	İletişim kurmaya yönelik motivasyon	Gruplar arası	19.207	3	6.402	1.404	.248
		Grup içi	351.188	77	4.561		
		Toplam	370.395	80			
	Performansa yönelik motivasyon	Gruplar arası	2.529	3	.843	.178	.911
		Grup içi	364.360	77	4.732		
		Toplam	366.889	80			
	İş birlikli çalışmaya yönelik motivasyon	Gruplar arası	11.369	3	3.790	.705	.552
		Grup içi	413.693	77	5.373		
		Toplam	425.062	80			
	Katılıma yönelik motivasyon	Gruplar arası	29.263	3	9.754	2.036	.116
		Grup içi	368.960	77	4.792		
		Toplam	398.222	80			
FÖYMÖ Toplam		Gruplar arası	102.237	3	34.079	.700	.555
		Grup içi	3747.343	77	48.667		
		Toplam	3849.580	80			

Tablo 4.7 incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı için grupların fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği toplam ve alt boyut ön test puanları bakımından birbirine denk olduğu söylenebilir($p>.05$).

Araştırma kapsamında BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL gruplarının FÖYMÖ toplam ve alt boyutlarına ait son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemeye ilişkin Tek Yönlü Anova yapılmıştır. Anova analizi yapılmadan önce son test puan ortalamalarına ait varyansların homojen olduğu görülmüştür ($p_{motivasyon}=.148$; $p_{araştırma}=.088$; $p_{performans}=.118$; $p_{iletişim}=.092$; $p_{işbirlikli}=.496$; $p_{katılım}=.609$; $p>.05$). Tek Yönlü Anova için gerekli varsayımların karşılandığı tespit edilmiştir. Hangi gruplar arasında fark olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Tek yönlü Anova ve ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Tek Yönlü Anova ve İkili Karşılaştırma Sonuçları

Veri Toplama Aracı		Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortala-ması	F	P	Anlamlılık
Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Alt Boyutları	Araştırma yapmaya yönelik motivasyon	Gruplar arası	479.443	3	159.814	23.740	.000	ÖPS*-ÖPL BTÖL*-ÖPL BTÖS*-ÖPL BTÖS*-ÖPS BTÖS*-BTÖL
		Grup içi	518.360	77	6.732			
		Toplam	997.802	80				
	Performansa yönelik motivasyon	Gruplar arası	204.848	3	68.283	14.166	.000	ÖPS*-ÖPL BTÖL*-ÖPL BTÖS*-ÖPL
		Grup içi	371.152	77	4.820			
		Toplam	576.00	80				
	İletişim kurmaya yönelik motivasyon	Gruplar arası	42.749	3	14.250	4.189	.008	BTÖS*-BTÖL BTÖS*-ÖPS BTÖS*-ÖPL
		Grup içi	261.943	77	3.402			
		Toplam	304.691	80				
	İş birlikli çalışmaya yönelik motivasyon	Gruplar arası	1.770	3	.590	.220	.882	
		Grup içi	206.452	77	2.681			
		Toplam	208.222	80				
	Katılıma yönelik motivasyon	Gruplar arası	14.637	3	4.879	2.500	.066	
		Grup içi	150.252	77	1.951			
		Toplam	164.889	80				
FÖYMÖ Toplam		Gruplar arası	1743.804	3	581.268	220.937	.000	BTÖS*-BTÖL BTÖS*-ÖPS BTÖS*-ÖPL BTÖL*-ÖPL ÖPS*-ÖPL
		Grup içi	2137.702	77	27.762			
		Toplam	3881.506	80				

Tablo 4.8 incelendiğinde araştırmaya yönelik, performansa yönelik ve iletişime yönelik motivasyon alt boyutlarında gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p<.05$).

Araştırma yapmaya yönelik alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 30'dur. Bu alt boyutta BTÖS grubunun puan ortalaması en yüksek olup ($\overline{X}$ =28.20), bunu sırasıyla BTÖL grubu ($\overline{X}$ =25.85), ÖPS grubu ($\overline{X}$= 24.76) ve en düşük puanla ÖPL grubu ($\overline{X}$=21.40) takip etmiştir (Tablo 4.6.). İkili karşılaştırma analizi sonuçlarına göre BTÖS ile diğer üç grup arasında BTÖS lehine anlamlı bir fark bulunmaktadır. Ayrıca BTÖL ile ÖPL ($p=.000$) arasında BTÖL lehine ve ÖPS ile ÖPL arasında ÖPS lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<.05$).

Performansa yönelik motivasyon alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 25'tir. Bu alt boyutta BTÖS grubunun puan ortalaması en yüksek olup ($\overline{X}$=23.00), bunu sırasıyla

BTÖL grubu ($\bar{X}$=22.00), ÖPS grubu ($\bar{X}$=21.61) ve en düşük puanla ÖPL grubu ($\bar{X}$=18.70) takip etmiştir (Tablo 4.6). İkili karşılaştırma analizi sonuçlarına göre ÖPS ile ÖPL arasında ÖPS lehine, BTÖL ile ÖPL arasında BTÖL lehine ve BTÖS ile ÖPL arasında BTÖS lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<.05$).

İletişim kurmaya yönelik motivasyon alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 25'tir. Bu alt boyutta BTÖS grubunun puan ortalaması en yüksek olup ($\bar{X}$=23.20), bunu sırasıyla BTÖL grubu ($\bar{X}$=21.60), ÖPS grubu ($\bar{X}$=21.57) ve en düşük puanla ÖPL grubu ($\bar{X}$=21.40) takip etmiştir (Tablo 4.6). İkili karşılaştırma analizi sonuçlarına göre BTÖS ile diğer üç grup arasında BTÖS lehine anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<.05$).

İş birlikli çalışmaya yönelik motivasyon alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 20'dir. Bu alt boyutta BTÖL grubunun puan ortalaması en yüksek olup ($\bar{X}$=18.40), bunu sırasıyla BTÖS grubu ($\bar{X}$=18.25), ÖPL grubu ($\bar{X}$=18.05) ve en düşük puanla ÖPS grubu ($\bar{X}$=18.04) takip etmiştir (Tablo 4.6) Yapılan Tek yönlü Anova sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür ($p>.05$).

Katılıma yönelik motivasyon alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 15'tir. Bu alt boyutta ÖPL grubunun puan ortalaması en yüksek olup ($\bar{X}$=13.05), bunu sırasıyla BTÖS grubu ($\bar{X}$=12.90), BTÖL grubu ($\bar{X}$=12.65) ve en düşük puanla ÖPS grubu ($\bar{X}$=11.95) takip etmiştir (Tablo 4.6). Yapılan Tek yönlü Anova sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir ($p>.05$).

BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL gruplarının öğretim yöntemi ve laboratuvar türüne göre fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği toplam ve alt boyutlar için ön test- son test puanlarının aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Gruplarının Öğretim Yöntemi ve Laboratuvar Türüne Göre Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Toplam ve Alt Boyutlar İçin Ön Test, Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	Laboratuvar türü	Öğretim						Toplam		
		Beyin Temelli Öğrenme			Öğretim Programı					
		N	$\bar{X}$	S.s	N	$\bar{X}$	S.s	N	$\bar{X}$	S.s
Araştırmaya Yönelik Motivasyon	Sanal Laboratuvar	20	28.20	1.54	21	24.76	2.94	41	26.43	2.91
	Laboratuvar	20	25.85	2.41	20	21.40	3.15	40	23.62	3.57
	Toplam	40	27.02	2.32	41	23.08	3.45	81	25.04	3.53
Performansa Yönelik Motivasyon	Sanal Laboratuvar	20	23.00	1.91	21	21.61	2.08	41	22.29	2.02
	Laboratuvar	20	22.00	1.74	20	18.70	2.86	40	20.35	2.93
	Toplam	40	22.50	1.88	41	20.16	2.87	81	21.33	2.68
İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	Sanal Laboratuvar	20	23.20	1.50	21	21.57	1.50	41	22.36	1.69
	Laboratuvar	20	21.60	1.95	20	21.40	2.30	40	21.50	2.11
	Toplam	40	22.40	1.90	41	21.48	1.91	81	21.93	1.95
İş birlikli Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	Sanal Laboratuvar	20	18.40	1.84	21	18.04	1.43	41	18.22	1.77
	Laboratuvar	20	18.25	1.43	20	18.05	1.84	40	18.14	1.45
	Toplam	40	18.32	1.60	41	18.04	1.62	81	18.18	1.61
Katılıma Yönelik Motivasyon	Sanal Laboratuvar	20	12.90	1.61	21	11.95	1.28	41	12.41	1.51
	Laboratuvar	20	12.65	1.30	20	13.05	1.35	40	12.85	1.33
	Toplam	40	12.77	1.45	41	12.48	1.41	81	12.62	1.43
Motivasyon Toplam	Sanal Laboratuvar	20	105.55	3.96	21	97.95	5.99	41	101.65	6.34
	Laboratuvar	20	100.50	6.16	20	92.60	4.58	40	96.55	6.68
	Toplam	40	103.02	5.71	41	95.34	5.93	81	99.13	6.96

Tablo 4.9 incelendiğinde BTÖS grubunun motivasyon ölçeği toplam son test puanlarının ortalamasının ($\overline{X}$ = 105.55), BTÖL ($\overline{X}$= 100.50), ÖPS ($\overline{X}$ =97.95) ve ÖPL ($\overline{X}$ =92.60) gruplarının son test puan ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Öğretim yöntemi olarak incelendiğinde beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı BTÖS ve BTÖL gruplarının son test toplam puan ortalamaları ($\overline{X}$ =103.02), ÖPS ve ÖPL gruplarının ortalamalarından ($\overline{X}$=95.34) daha yüksektir. Laboratuvar türü olarak incelendiğinde ise sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı BTÖS ve ÖPS gruplarının son test toplam puan ortalamalarının ($\overline{X}$=101.65), BTÖL ve ÖPL gruplarının ortalamalarından ($\overline{X}$=96.55) daha yüksek olduğu görülmektedir. Benzer şekilde ölçeğin tüm alt boyutları için öğretim yöntemi olarak beyin temelli öğrenme yönteminin kullanıldığı BTÖS ve BTÖL gruplarının son test puan ortalamaları, ÖPS ve ÖPL gruplarının ortalamalarından daha yüksektir. Laboratuvar türü olarak ise katılıma yönelik motivasyon alt boyutu hariç tüm alt boyutlarda sanal laboratuvarın kullanıldığı BTÖS ve ÖPS gruplarının son test puan ortalamalarının, BTÖL ve ÖPL gruplarının ortalamalarından daha

yüksek olduğu görülmektedir. Katılım alt boyutunda ise sanal laboratuvarın kullanılmadığı grupların son test puan ortalamasının ($\overline{X}$=12.85), sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı grupların ortalamalarından ($\overline{X}$=12.41) daha yüksektir. İki yönlü Manova için verilerin varyansları Tek Yönlü Anova analizi öncesinde incelenmiş ve homojen olduğu belirlenmiştir. Bir diğer varsayım olan varyans matrislerinin de (p=.049) homojen olduğu belirlenerek iki yönlü Manova için gerekli varsayımların karşılandığı görüşmüştür (p>.001). İki yönlü Manova sonucunda laboratuvar türü değişkeni (Wilks' Lambda=.684; F(5.73)=6.74, p=.00; p<.05) öğretim türü değişkeni (Wilks' Lambda = .576; F(5.73)=10.73, p=.00; p<.05) ve laboratuvar türü ile öğretim türü değişkenlerinin etkileşiminin (Wilks' Lambda=.851; F(5.73)=2.56, p=.034; p<.05) öğrencilerin motivasyonlarına anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Laboratuvar ve öğretim türü değişkenlerinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini bulmak için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo. 4.10. Laboratuvar ve Öğretim Türü Değişkenlerinin Bağımlı Değişkenler Üzerindeki Etkisini Bulmak İçin Yapılan Varyans Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P	η2
Kesişim	Araştırmaya Yönelik Motivasyon	50817.095	1	159.814	7548.653	.000	.990
	Performansa Yönelik Motivasyon	36835.214		69.849	7641.906	.000	.990
	İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	38983.204		14.250	11459.395	.008	.993
	İş birlikli Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	26779.889		.590	9988.024	.882	.992
	Katılıma Yönelik Motivasyon	12931.664		4.879	6627.104	.066	.989
Laboratuvar türü	Araştırmaya Yönelik Motivasyon	165.095	1	165.095	24.524	.000	.242
	Performansa Yönelik Motivasyon	77.720		77.720	16.124	.000	.173
	İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	15.879		15.879	4.668	.034	.057
	İş birlikli Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	.117		.117	.044	.835	.001
	Katılıma Yönelik Motivasyon	3.636		3.636	1.863	.176	.024

Öğretim yöntemi	Araştırmaya Yönelik Motivasyon	314.859	1	314.859	46.771	.000	.378
	Performansa Yönelik Motivasyon	110.877		110.877	23.003	.000	.230
	İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	16.920		16.920	4.974	.029	.061
	İş birlikli Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	1.544		1.544	.576	.450	.007
	Katılıma Yönelik Motivasyon	1.517		1.517	.778	.381	.010
Lab *Öğrt	Araştırmaya Yönelik Motivasyon	5.181	1	5.181	.770	.383	.010
	Performansa Yönelik Motivasyon	18.636		18.636	3.866	.053	.066
	İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	10.327		10.327	3.036	.085	.038
	İş birlikli Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	.110		.110	.041	.840	.001
	Katılıma Yönelik Motivasyon	9.190		9.190	4.710	.033	.058
Hata	Araştırmaya Yönelik Motivasyon	518.360	77	6.732	6.732		
	Performansa Yönelik Motivasyon	371.152		4.820	4.820		
	İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	261.943		3.402	3.402		
	İş birlikli Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	206.452		2.681	2.681		
	Katılıma Yönelik Motivasyon	150.252		1.951	1.951		
Toplam	Araştırmaya Yönelik Motivasyon	51823.000	81				
	Performansa Yönelik Motivasyon	37440.000					
	İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	39289.000					
	İş birlikli Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	26995.000					
	Katılıma Yönelik Motivasyon	13085.000					
Düzeltilmiş Toplam	Araştırmaya Yönelik Motivasyon	997.802	80				
	Performansa Yönelik Motivasyon	576.000					
	İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	304.691					
	İş birlikli Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	208.222					
	Katılıma Yönelik Motivasyon	164.889					

Tablo 4.10 incelendiğinde laboratuvar türü değişkenin temel etkisi iş birlikli öğrenmeye ve katılıma yönelik motivasyon alt boyutlarında anlamlı bulunmazken (p>.05), araştırmaya yönelik motivasyon [F (1. 77) = 24.524; p=.000, p<.05; η2=.242], performansa yönelik motivasyon [F(1.77) = 16.124; p=.000, p<.05; η2=.173] ve iletişim kurmaya yönelik motivasyon [F(1.77) = 4.668; p=.034, p<.05; η2=.057] alt boyutlarında anlamlı bulunmuştur. Bu durum için hesaplanan eta kare etki büyüklüğü değerinin araştırmaya yönelik motivasyon için .242 olması yüksek etki, performansa yönelik motivasyon için .173 olması yüksek etki ve iletişim kurmaya yönelik motivasyon için .057 olması orta etki büyüklüğü olduğunu göstermektedir. Sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı grupların araştırmaya yönelik, performansa yönelik ve iletişim kurmaya yönelik motivasyon alt boyutlarındaki son test puan ortalamaları ($\overline{X}_{Araştırma}$= 26.48; $\overline{X}_{Performans}$= 22.31; $\overline{X}_{İletişim}$= 22.38), laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı grupların puan ortalamalarından ($\overline{X}_{Araştırma}$= 23.62; $\overline{X}_{Performans}$= 20.35; $\overline{X}_{İletişim}$= 21.50) daha yüksektir (Tablo 4.9). Yapılan ikili karşılaştırma sonuçlarına göre laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin sanal laboratuvar lehine olduğu tespit edilmiştir (p<.05). Analiz sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Laboratuvar Türü Değişkenin Etkisine İlişkin İkili Karşılaştırma Sonuçları

Alt Boyut	(I) Öğretim	(J) Öğretim	Ortalamalar Farkı	sd	p
Araştırmaya Yönelik Motivasyon	Sanal Laboratuvar	Gerçek Laboratuvar	2.85	.577	.000*
Performansa Yönelik Motivasyon	Sanal Laboratuvar	Gerçek Laboratuvar	1.96	.488	.000*
İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	Sanal Laboratuvar	Gerçek Laboratuvar	.886	.410	.034*

Tablo 4.11'e göre sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin araştırmaya, performansa ve iletişim kurmaya yönelik motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Tablo 4.10 incelendiğinde öğretim türü değişkenin temel etkisi iş birlikli öğrenmeye ve katılıma yönelik motivasyon alt boyutlarında anlamlı bulunmamıştır (p>.05). Ancak iş birlikli öğrenmeye yönelik motivasyon alt boyutunda beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı gruplarının son test puan ortalaması ($\overline{X}$=18.32), öğretim programının kullanıldığı

gruplarının ortalamasından ($\overline{X}$=18.04) daha yüksektir. Benzer şekilde katılıma yönelik motivasyon alt boyutunda da beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı gruplarının son test puan ortalaması ($\overline{X}$=12.77), öğretim programının kullanıldığı gruplarının ortalamasından ($\overline{X}$=12.48) daha yüksektir. Bu bağlamda beyin temelli öğrenme yaklaşımı öğrencilerin işbirlikli öğrenme ve katılıma yönelik motivasyon puanlarını arttırmada öğretim programına göre daha etkili olup, gruplar arasında anlamlı bir fark yaratmamıştır.

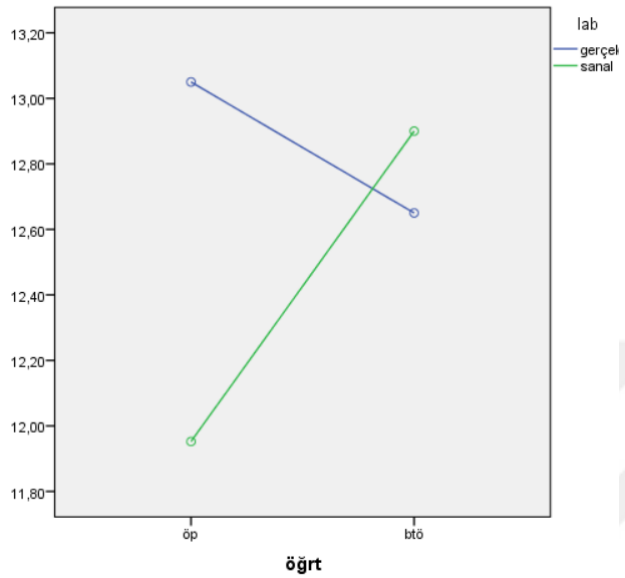
Öğretim türü temel değişkeni temel etkisi araştırmaya yönelik motivasyon (F (1. 77) = 46.771; p=.000 p<.05; η2=.378), performansa yönelik motivasyon (F(1. 77) = 23.003; p=.000, p<.05; η2=.230) ve iletişim kurmaya yönelik motivasyon(F(1. 77) = 4.974; p=.029, p<.05; η2=.061) alt boyutlarında anlamlı bulunmuştur. Bu durum için hesaplanan eta kare etki büyüklüğü değerinin araştırmaya yönelik motivasyon için .378 olması yüksek etki, performansa yönelik motivasyon için .230 olması yüksek etki ve iletişim kurmaya yönelik motivasyon için .061 olması orta etki büyüklüğü olduğunu göstermektedir. Beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı grupların araştırmaya yönelik, performansa yönelik ve iletişim kurmaya yönelik motivasyon alt boyutlarındaki son test puan ortalamaları ($\overline{X}_{Araştırma}$= 27.02; $\overline{X}_{Performans}$= 22.50; $\overline{X}_{İletişim}$= 22.40), öğretim programına dayalı uygulamalarının kullanıldığı grupların puan ortalamalarından ($\overline{X}_{Araştırma}$= 23.08; $\overline{X}_{Performans}$= 20.16; $\overline{X}_{İletişim}$= 21.48) daha yüksektir (Tablo 4.9.). Yapılan ikili karşılaştırma sonuçlarına göre öğretim türü değişkenin temel etkisinin beyin temelli öğrenme yaklaşımı lehine olduğu tespit edilmiştir (p<.05). Analiz sonuçları Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Öğretim Türü Değişkenin Etkisine İlişkin İkili Karşılaştırma Sonuçları

Alt Boyut	(I) Öğretim	(J) Öğretim	Ortalamalar Farkı	sd	p
Araştırmaya Yönelik Motivasyon	Beyin Temelli Öğrenme	Öğretim Programı	3.94	.577	.000*
Performansa Yönelik Motivasyon	Beyin Temelli Öğrenme	Öğretim Programı	2.34	.488	.000*
İletişim Kurmaya Yönelik Motivasyon	Beyin Temelli Öğrenme	Öğretim Programı	.91	.410	.029*

Tablo 4.12'ye göre beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin araştırmaya, performansa ve iletişim kurmaya yönelik performanslarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Tablo 4.10. incelendiğinde öğretim türü ve laboratuvar türü değişkenlerinin ortak etkileşiminin katılıma yönelik motivasyon alt boyutunda anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir (p<.05). Grupların katılıma yönelik alt boyut son test puan ortalamalarının laboratuvar ve öğretim türüne ilişkin grafik Şekil 4.1'de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Grupların Katılıma Yönelik Alt Boyut Son Test Puan Ortalamalarının Laboratuvar ve Öğretim Türüne İlişkin Grafik

Şekil 4.1 incelendiğinde, laboratuvar ve öğretim türü değişkenlerinin öğrencilerin katılıma yönelik motivasyonları üzerindeki etkilerinin birbirine bağlı olduğu görülmektedir. Grafikteki çizgiler zıt yönde eğimliyse (biri yukarı, diğeri aşağı doğru), bu negatif bir etkileşimi gösterir. Yani, bir bağımsız değişkenin artışı, diğer bağımsız değişkenin etkisini azaltır (Şekil 4.1) Çizgilerin zıt yönlü olması sebebiyle bu değişkenler arasında negatif bir etkileşimin olduğu söylenebilir. Bu bağlamda Şekil 4.1'e göre öğretim programına dayalı öğretimde gerçek laboratuvar uygulamalarının etkisi daha yüksekken, beyin temelli öğrenme yaklaşımında ise sanal laboratuvar uygulamalarının etkisinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Özetle her iki öğretim türünün farklı laboratuvar uygulamalarıyla daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

4.3.Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi "Birinci deney grubunda (BTÖS), ikinci deney grubunda (BTÖL), üçüncü deney grubunda (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda (ÖPL)

gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin 21.yüzyıl becerilerine etkisi nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir. Analize geçilmeden önce verilerin normallik dağılımları; merkezi eğilim ölçüleri. Shapiro-Wilk normallik testi ile incelenmiştir. Grupların fen öğrenmeye yönelik 21.yüzyıl becerileri ölçeği ön test- son test puanlarına ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları ve merkezi eğilim ölçüleri Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13. Grupların FÖBÖ Ön Test- Son Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları ve Merkezi Eğilim Ölçüleri

Fen Öğrenmeye Yönelik 21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği Alt Boyutları	Grup	N	Test	$\bar{X}$	S.s	S.P (p)	ÇK	BK
Öz Yönelimli Öğrenme	BTÖS	20	Ön test	14.55	3.23	.612	-.118	-.682
			Son test	21.30	2.17	.129	-.055	-1.325
	BTÖL	20	Ön test	16.55	3.77	.075	-.523	-.976
			Son test	21.15	2.47	.145	-.514	-.034
	ÖPS	21	Ön test	17.38	3.59	.081	-.777	.432
			Son test	18.90	2.96	.427	-.776	1.141
	ÖPL	20	Ön test	16.65	2.70	.121	.396	-.869
			Son test	17.30	3.67	.755	-.252	-.577
Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	BTÖS	20	Ön test	13.25	4.31	.092	-552	-.857
			Son test	21.20	2.70	.382	-.748	.382
	BTÖL	20	Ön test	16.30	3.06	.072	-.914	.313
			Son test	19.00	3.41	.136	.439	-1.022
	ÖPS	21	Ön test	15.71	3.05	.828	.195	-.084
			Son test	18.52	2.48	.110	.760	-.200
	ÖPL	20	Ön test	15.85	2.71	.169	-.017	-1.086
			Son test	17.15	2.23	.098	-.556	-.699
İş birlikli Öğrenme	BTÖS	20	Ön test	14.25	3.91	.059	-.272	-1.445
			Son test	20.40	2.25	.761	.267	-.181
	BTÖL	20	Ön test	15.70	3.93	.212	-.379	-.549
			Son test	20.30	2.73	.339	0.44	-.552

	ÖPS	21	Ön test	16.47	2.92	.711	.007	.877
			Son test	19.95	2.41	.687	-.173	-.690
	ÖPL	20	Ön test	15.15	3.21	.322	.124	-1.104
			Son test	17.70	3.61	.279	.649	-.080
Kritik Düşünme Becerisi	BTÖS	20	Ön test	11.35	1.49	.072	.793	.577
			Son test	12.25	1.61	.100	.047	-.959
	BTÖL	20	Ön test	11.55	1.50	.308	.564	.095
			Son test	12.95	1.63	.119	-.631	.125
	ÖPS	21	Ön test	11.42	1.56	.334	-.490	-.023
			Son test	11.52	2.11	.548	-.459	-.325
	ÖPL	20	Ön test	10.35	2.27	.402	-.215	-1.013
			Son test	10.50	2.54	.235	.266	-.960
Yaratıcı Düşünme Becerisi	BTÖS	20	Ön test	13.60	1.53	.178	-.500	.397
			Son test	15.65	2.43	.111	.381	.133
	BTÖL	20	Ön test	13.10	2.86	.883	-.246	.490
			Son test	16.25	2.61	.201	-.087	-1.010
	ÖPS	21	Ön test	12.71	3.11	.774	-.013	-.780
			Son test	14.61	2.39	.213	.403	.177
	ÖPL	20	Ön test	13.25	2.86	.157	.767	.828
			Son test	13.85	2.36	.070	.542	-.373
Problem Çözme Becerisi	BTÖS	20	Ön test	17.25	2.46	.206	-.576	-.048
			Son test	21.45	2.06	.551	-.001	-.013
	BTÖL	20	Ön test	16.65	3.18	.273	-.928	1.649
			Son test	20.65	3.04	.257	-.324	-.770
	ÖPS	21	Ön test	16.57	2.90	.110	.647	.491
			Son test	18.61	3.29	.168	.-351	.-962
	ÖPL	20	Ön test	16.45	3.44	.065	.014	-1.351
			Son test	17.20	3.01	.134	.285	-1.087
Bilgi Üretme Yeterliliği	BTÖS	20	Ön test	17.65	2.66	.662	-.028	-.875
			Son test	19.45	2.43	.262	.721	.225
	BTÖL	20	Ön test	16.30	3.06	.072	-.914	.313
			Son test	19.00	3.41	.136	.439	-1.022
	ÖPS	21	Ön test	15.71	3.05	.828	.195	-.084

			Son test	18.52	2.48	.110	.760	-.200
	ÖPL	20	Ön test	15.85	2.71	.169	-.017	-1.086
			Son test	17.15	2.23	.098	-.556	-.699
	BTÖS	20	Ön test	102.15	8.98	.967	.082	-.277
			Son test	131.70	7.58	.155	.365	-1.164
	BTÖL	20	Ön test	102.95	15.15	.340	-.541	-.473
FÖBÖ Toplam			Son test	129.10	14.19	.573	.204	-.303
	ÖPS	21	Ön test	102.52	13.34	.764	-.118	-.443
			Son test	116.85	10.85	.581	.286	-.658
	ÖPL	20	Ön test	102.45	13.78	.480	.282	-.935
			Son test	107.50	11.65	.709	-.066	-.574

Tablo 4.13 incelendiğinde grupların FÖBÖ toplam ve alt boyut ön test- son test puanlarının çarpıklık- basıklık katsayılarının -1.5 ve + 1.5 aralığında olduğu ve verilerin normal dağılım sergilediği söylenebilir (p>.05). Verilerin normal dağılımın sergilemesi nedeniyle grupların FÖBÖ puanları bakımından denk olup olmadıkları tek yönlü Anova ile tespit edilmiştir. Anova analizi yapılmadan önce ön test puan ortalamalarına ait varyansların homojen olduğu görülmüştür (p_{toplam}=.061; $p_{özyönelimli}$=.394; $p_{bilgiişlem}$=.595; $p_{işbirlikli}$=.150; p_{kritik}=.061; $p_{yaratıcı}$=.061; $p_{problem}$=.327; $p_{bilgiüret}$=.964; p>0.05). Grupların ön testlerine ilişkin Anova sonuçları Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.14. Grupların FÖBÖ Ön Testlerine İlişkin Anova Sonuçları

Veri Toplama Aracı		Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
21. yüzyıl Becerileri Ölçeği Alt Boyutları	Öz Yönelimli Öğrenme	Gruplar arası	89.487	3	29.829	2.648	.055
		Grup içi	867.402	77	11.265		
		Toplam	956.889	80			
	Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	Gruplar arası	67.057	3	22.352	1.419	.244
		Grup içi	1212.671	77	15.749		
		Toplam	1279.728	80			
	İş birlikli Öğrenme	Gruplar arası	53.817	3	17.939	1.448	.235
		Grup içi	953.738	77	12.386		
		Toplam	1007.556	80			
	Kritik Düşünme Becerisi	Gruplar arası	17.700	3	5.900	1.441	.237
		Grup içi	315.288	77	4.095		
		Toplam	332.988	80			
	Yaratıcı Düşünme Becerisi	Gruplar arası	8.278	3	2.759	.386	.763
		Grup içi	550.636	77	7.151		
		Toplam	558.914	80			
	Problem Çözme Becerisi	Gruplar arası	7.632	3	2.544	.279	.840
		Grup içi	702.393	77	9.122		
		Toplam	710.025	80			
	Bilgi Üretime Yeterliliği	Gruplar arası	47.303	3	15.768	1.898	.137
		Grup içi	639.586	77	8.306		
		Toplam	686.889	80			
21. yüzyıl Becerileri Ölçeği Toplam		Gruplar arası	6.534	3	2.178	.013*	.998
		Grup içi	13065.688	77	169.684		
		Toplam	13072.222	80			

Tablo 4.14 incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (p>.05). Bu nedenle grupların FÖBÖ toplam ve alt boyut puanlarına ait ön test puanları bakımından birbirine denk olduğu söylenebilir.

BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL gruplarının FÖBÖ son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemeye ilişkin Tek Yönlü Anova yapılmıştır. Anova analizi yapılmadan önce FÖBÖ son test puan ortalamalarına ait varyansların homojen olduğu görülmüştür (p_{toplam}=.219; $p_{özyönelimli}$=.074; $p_{bilgiişlem}$=.085; $p_{işbirlikli}$=.181; p_{kritik}=.052; $p_{yaratıcı}$=.900; $p_{problem}$=.074; $p_{bilgiüret}$=p>0.76; p>.05). Hangi gruplar arasında fark olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Tek yönlü Anova ve ikili karşılaştırma

sonuçları Tablo 4.15 ‘te verilmiştir.

Tablo 4.15. Tek Yönlü Anova Sonuçları

	Veri Toplama Aracı	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalama-sı	F	P	Fark
21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği Alt Boyutları	Öz Yönelimli Öğrenme	Gruplar arası	221.561	3	73.854	8.903	.000	BTÖL*-ÖPL BTÖS*-ÖPL
		Grup içi	638.760	77	8.296			
		Toplam	860.321	80				
	BİT Kullanarak Anlamlı Öğrenme	Gruplar arası	731.324	3	243.775	19.845	.000	BTÖL*-ÖPL BTÖL*-ÖPS BTÖS*-ÖPL BTÖS*-BTÖL
		Grup içi	945.886	77	12.284			
		Toplam	1677.210	80				
	İş birlikli Öğrenme	Gruplar arası	97.403	3	32.468	4.138	.009	BTÖL*-ÖPL BTÖS*-ÖPL
		Grup içi	604.152	77	7.846			
		Toplam	701.556	80				
	Kritik Düşünme Becerisi	Gruplar arası	65.901	3	21.967	5.405	.002*	BTÖL*-ÖPL
		Grup içi	312.938	77	4.064			
		Toplam	378.840	80				
	Yaratıcı Düşünme Becerisi	Gruplar arası	68.593	3	22.864	3.796	.014*	BTÖL*-ÖPL
		Grup içi	463.802	77	6.023			
		Toplam	532.395	80				
	Problem Çözme Becerisi	Gruplar arası	224.520	3	74.840	8.898	.000*	BTÖL*-ÖPL BTÖS*-ÖPL
		Grup içi	647.652	77	8.411			
		Toplam	872.173	80				
	Bilgi Üretme Yeterliliği	Gruplar arası	59.435	3	19.812	2.760	.048*	BTÖS*-ÖPL
		Grup içi	552.738	77	7.178			
		Toplam	612.173	80				
	Toplam	Gruplar arası	8048.129	3	2682.710	19.367	.000	BTÖS*-ÖPL BTÖS*-ÖPS BTÖL*-ÖPL BTÖL*-ÖPS ÖPS*-ÖPL
		Grup içi	10665.871	77	138.518			
		Toplam	18714.000	80				

Tablo 4.15 incelendiğinde gruplar arası tüm alt boyutlarda anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p<.05$). Öz yönelimli öğrenme alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 25’tir. Bu alt boyutta BTÖS grubunun son test puan ortalaması ($\overline{X}$=21.30), BTÖL ($\overline{X}$=21.15), ÖPS ($\overline{X}$ =16.65) ve ÖPL ($\overline{X}$=17.30) gruplarından daha yüksektir. İkili karşılaştırma analizi

sonuçlarına göre BTÖL ve ÖPL arasında BTÖL lehine, BTÖS ve ÖPL arasında BTÖS lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir (p<.05). Bu bağlamda beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin öz yönelimli öğrenme becerilerine olumlu bir etkisi olduğu söylenebilir. Bununla birlikte beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile sanal laboratuvar ve gerçek laboratuvar uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin öz yönelimli öğrenme becerileri alt boyut puanlarını arttırmada daha etkili söylenebilir.

Bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 25'tir. Bu alt boyutta BTÖS grubunun son test puan ortalaması ($\overline{X}$ =21.20), BTÖL ($\overline{X}$ =19.00), ÖPS ($\overline{X}$ =18.52) ve ÖPL ($\overline{X}$ =17.15) gruplarından daha yüksektir. İkili karşılaştırma analizine göre BTÖL ile ÖPL ve ÖPS arasında BTÖL lehine, BTÖS ile BTÖL ve ÖPL arasında BTÖS lehine anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (p>.05). Bu bağlamda beyin temelli öğrenme yaklaşımının daha etkili olduğu söylenebilir. Bununla birlikte BTÖS ve BTÖL arasında BTÖS lehine anlamlı fark bulunması sanal laboratuvar ile zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme uygulamalarının öğrencilerin bilgi işlem teknolojilerini kullanma becerileri alt boyut puanlarını arttırmada daha etkili olduğunu göstermektedir.

İşbirlikli öğrenme alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 25'tir. Bu alt boyutta BTÖS grubunun son test puan ortalaması ($\overline{X}$ =20.40), BTÖL ($\overline{X}$ =20.30), ÖPS ($\overline{X}$ =19.95) ve ÖPL ($\overline{X}$ =17.70) gruplarından daha yüksektir. İkili karşılaştırma analizi sonuçlarına göre BTÖS ile ÖPL arasında BTÖS lehine, BTÖL ile ÖPL arasında BTÖL lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre beyin temelli öğrenme ile zenginleştirilmiş sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin iş birlikli öğrenme alt boyut puanlarını arttırmada öğretim programı uygulamalarına göre daha etkili olduğu söylenebilir.

Kritik düşünme becerisi alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 15'tir. Bu alt boyutta BTÖL grubunun son test puan ortalaması ($\overline{X}$ =12.95), BTÖS ($\overline{X}$ =12.25), ÖPS ($\overline{X}$ =11.52) ve ÖPL ($\overline{X}$ =10.50) gruplarından daha yüksektir. İkili karşılaştırma analizi sonuçlarına göre BTÖS ile ÖPL arasında BTÖS lehine. BTÖL ile ÖPL arasında BTÖL lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu bağlamda beyin temelli öğrenme ile zenginleştirilmiş sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin kritik düşünme becerileri alt boyut puanlarını arttırmada öğretim programı uygulamalarına göre daha etkili olduğu söylenebilir.

Yaratıcı düşünme alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 20'dir. Bu alt boyutta BTÖL grubunun son test puan ortalaması ($\overline{X}$ =16.25), BTÖS ($\overline{X}$ =15.65), ÖPS ($\overline{X}$ =14.61) ve ÖPL ($\overline{X}$ =13.85) gruplarından daha yüksektir. İkili karşılaştırma analizi sonuçlarına göre BTÖL ile ÖPL arasında. BTÖL lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme yaklaşımının öğrencilerin yaratıcılıklarını artırmada daha etkili olduğu söylenebilir.

Problem çözme becerisi alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 25'tir. Bu alt boyutta BTÖS grubunun son test puan ortalaması ($\overline{X}$ =21.45), BTÖL ($\overline{X}$ =20.65), ÖPS ($\overline{X}$ =18.61) ve ÖPL ($\overline{X}$ =17.20) gruplarından daha yüksektir. İkili karşılaştırma analizi sonuçlarına göre BTÖL ve ÖPL arasında BTÖL lehine. BTÖS ile BTÖL ve ÖPL arasında BTÖS lehine anlamlı bir fark bulunmaktadır. Bu bağlamda beyin temelli öğrenme ve sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerisi alt boyut puanlarını arttırmada daha etkili söylenebilir.

Bilgi üretme yeterliliği alt boyutunda alınabilecek en yüksek puan 25'tir. Bu alt boyutta BTÖS grubunun son test puan ortalaması ($\overline{X}$ =19.45), BTÖL ($\overline{X}$ =19.00), ÖPS ($\overline{X}$ =18.52) ve ÖPL ($\overline{X}$ =17.15) gruplarından daha yüksektir. İkili karşılaştırma analizi sonuçlarına göre BTÖS ve ÖPL ile BTÖS lehine anlamlı bir fark belirlenmiştir. Bu bağlamda sanal laboratuvar uygulamaları ile zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilgi üretme yeterliliği alt boyut puanlarını arttırmada daha etkili söylenebilir.

FÖBÖ toplamı son test puan ortalamalarında BTÖS grubunun son test puan ortalaması ($\overline{X}$ =131.70), BTÖL ($\overline{X}$ =129.10), ÖPS ($\overline{X}$ =116.85) ve ÖPL ($\overline{X}$ =107.50) gruplarından daha yüksektir. İkili karşılaştırma analizi sonuçlarına göre BTÖS ile ÖPS ve ÖPL arasında BTÖS lehine. BTÖL ile ÖPL arasında BTÖL lehine ve ÖPS ile ÖPL arasında ÖPS lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu bağlamda sanal laboratuvar ile zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini arttırmada daha etkili olduğu söylenebilir.

BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL gruplarının öğretim yöntemi ve laboratuvar türüne göre 21.yüzyıl becerileri ölçeği toplam ve alt boyutlar için ön test- son test puanlarının aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Gruplarının Öğretim Yöntemi ve Laboratuvar Türüne Göre 21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği Toplam ve Alt Boyutlar İçin Ön Test, Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği	Laboratuvar türü	Öğretim Türü						Toplam		
		Beyin Temelli Öğrenme			Öğretim Programı					
		N	$\overline{X}$	S.s	N	$\overline{X}$	S.s	N	$\overline{X}$	S.s
Öz Yönelimli Öğrenme	Sanal Laboratuvar	20	21.30	2.17	20	18.90	2.96	40	20.07	2.84
	Laboratuvar	20	21.15	2.47	20	17.30	3.67	41	19.22	3.65
	Toplam	40	21.22	2.30	40	18.12	3.38	81	19.65	3.27
Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	Sanal Laboratuvar	20	21.20	2.70	20	14.71	2.70	40	17.87	4.72
	Laboratuvar	20	18.80	3.08	20	13.80	3.08	41	16.30	4.33
	Toplam	40	20.00	3.11	40	14.26	3.98	81	17.09	4.57
İş birlikli Öğrenme	Sanal Laboratuvar	20	20.40	2.25	20	19.95	2.41	40	20.17	2.32
	Laboratuvar	20	20.30	2.73	20	17.70	3.61	41	19.00	3.42
	Toplam	40	20.35	2.47	40	18.85	3.22	81	19.59	2.96
Kritik Düşünme Becerisi	Sanal Laboratuvar	20	12.25	1.61	20	11.52	2.11	40	11.87	1.89
	Laboratuvar	20	12.95	1.63	20	10.50	2.54	41	11.72	2.44
	Toplam	40	12.60	1.64	40	11.02	2.36	81	11.80	2.17
Yaratıcı Düşünme Becerisi	Sanal Laboratuvar	20	15.65	2.43	20	14.61	2.39	40	15.12	2.44
	Laboratuvar	20	16.25	2.61	20	13.85	2.36	41	15.05	2.74
	Toplam	40	15.95	2.51	40	14.24	2.38	81	15.08	2.57
Problem Çözme Becerisi	Sanal Laboratuvar	20	21.45	3.04	20	18.61	3.29	40	20.00	3.08
	Laboratuvar	20	20.65	2.04	20	17.20	3.01	41	18.92	3.46
	Toplam	40	21.05	2.60	40	17.92	3.20	81	19.46	3.30
Bilgi Üretme Yeterliliği	Sanal Laboratuvar	20	19.45	2.43	20	18.52	2.48	40	18.97	2.47
	Laboratuvar	20	19.00	2.41	20	17.15	2.23	41	18.07	2.99
	Toplam	40	19.22	2.93	40	17.85	2.43	81	18.53	2.76
21. yüzyıl Becerileri Ölçeği Toplam	Sanal Laboratuvar	20	131.70	7.58	20	116.85	10.85	40	124.09	11.94
	Laboratuvar	20	129.10	14.19	20	107.50	11.65	41	118.30	16.84
	Toplam	40	130.40	11.30	40	112.29	12.07	81	121.23	14.77

Tablo 4.16 incelendiğinde BTÖS grubunun 21.yüzyıl becerileri ölçeği toplam son test puanlarının ortalamasının ($\overline{X}$ = 131.70), BTÖL ($\overline{X}$= 129.10), ÖPS ($\overline{X}$ = 116.85) ve ÖPL ($\overline{X}$ =107.50) gruplarının son test puan ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Benzer durum ölçeğe ilişkin alt boyut son test puan ortalamalarında da görülmektedir. Ancak yaratıcı ve kritik düşünme alt boyutlarında BTÖL grubunun son test puan ortalamaları diğer gruplardan daha yüksektir.

Tablo 4.16 öğretim yöntemi olarak incelendiğinde beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı BTÖS ve BTÖL gruplarının son test toplam puan ortalamalarının ($\overline{X}$ =130.40), ÖPS ve ÖPL gruplarının ortalamalarından ($\overline{X}$=112.29) daha yüksek olduğu görülmektedir. Laboratuvar türü olarak incelendiğinde ise sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı BTÖS ve ÖPS gruplarının son test toplam puan ortalamalarının ($\overline{X}$ = 124.09), BTÖL ve ÖPL gruplarının ortalamalarından ($\overline{X}$=118.30) daha yüksektir. Benzer şekilde ölçeğin tüm alt boyutları için öğretim yöntemi olarak beyin temelli öğrenme yönteminin kullanıldığı BTÖS ve BTÖL gruplarının son test puan ortalamaları. ÖPS ve ÖPL gruplarının ortalamalarından daha yüksektir. Tüm alt boyutlarda laboratuvar türü olarak ise sanal laboratuvarın kullanıldığı BTÖS ve ÖPS gruplarının son test puan ortalamaları, BTÖL ve ÖPL gruplarının ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

İki yönlü Manova için verilerin varyansları yapılan tek yönlü Anova analizi öncesinde incelenmiş olup homojen olduğu belirlenmiştir. Diğer bir varsayım olan varyans matrislerinin de (p=.238) homojen olduğu belirlenerek iki yönlü Manova için gerekli varsayımların karşılandığı görülmüştür(p>.001). İki yönlü Manova sonucunda laboratuvar türü değişkeni [Wilks' Lambda =.833; F(7,71)=2.028, p=.063; p>.05] anlamlı bulunmazken, öğretim türü değişkeni [Wilks' Lambda = .476; F(7,71)=11.17; p=.000, p<.05] öğrencilerin motivasyonlarına anlamlı bir etkisi bulunmuştur. Ayrıca laboratuvar türü ile öğretim türü değişkeninin etkileşiminin [Wilks' Lambda=.920; F(7,71)=.885, p=.523; p>.05] öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Laboratuvar türü ve öğretim türü değişkenlerinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini bulmak için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.17. Varyans Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P	η2
Kesişme	Öz Yönelimli Öğrenme	31305.543	1	31305.543	3773.763	.000	.980
	Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	23753.820		23753.820	1933.684	.000	.962
	İş birlikli Öğrenme	29965.072		29965.072	3753.846	.000	.980
	Kritik Düşünme Becerisi	11284.784		11284.784	2776.678	.000	.973
	Yaratıcı Düşünme Becerisi	18441.653		18441.653	3061.664	.000	.975
	Problem Çözme Becerisi	30722.636		30722.636	3652.643	.000	.979
	Bilgi Üretime Yeterliliği	27802.680		27802.680	3873.094	.000	.981
Laboratuvar türü	Öz Yönelimli Öğrenme	15.581	1	15.581	1.878	.175	.024
	Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	55.584		55.584	4.525	.037*	.056
	İş birlikli Öğrenme	47.146		28.002	3.569	.063	.044
	Kritik Düşünme Becerisi	.531		.531	.131	.719	.002
	Yaratıcı Düşünme Becerisi	.145		.145	.024	.877	.000
	Problem Çözme Becerisi	24.917		24.917	2.962	.089	.037
	Bilgi Üretime Yeterliliği	16.832		16.832	2.345	.130	.030
Öğretim yöntemi	Öz Yönelimli Öğrenme	197.365	1	197.365	23.792	.000*	.236
	Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	667.555		667.555	54.342	.000*	.414
	İş birlikli Öğrenme	71.069		46.999	5.990	.017*	.072
	Kritik Düşünme Becerisi	51.049		51.049	12.561	.001*	.140
	Yaratıcı Düşünme Becerisi	59.566		59.566	9.889	.002*	.114
	Problem Çözme Becerisi	199.628		199.628	23.734	.000*	.236
	Bilgi Üretime Yeterliliği	39.000		39.000	5.433	.022*	.066

Lab *Öğrt	Öz Yönelimli Öğrenme	10.709	1	10.709	1.291	.259	.016
	Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	11.170		11.170	.909	.343	.012
	İş birlikli Öğrenme	63.857		23.443	2.988	.088	.037
	Kritik Düşünme Becerisi	15.037		15.037	3.700	.058	.046
	Yaratıcı Düşünme Becerisi	9.484		9.484	1.575	.213	.020
	Problem Çözme Becerisi	1.939		1.939	.231	.632	.003
	Bilgi Üretime Yeterliliği	4.319		4.319	.602	.440	.008
Hata	Öz Yönelimli Öğrenme	638.760	77	8.296			
	Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	945.886		12.284			
	İş birlikli Öğrenme	614.652		7.846			
	Kritik Düşünme Becerisi	312.938		4.064			
	Yaratıcı Düşünme Becerisi	463.802		6.023			
	Problem Çözme Becerisi	647.652		8.411			
	Bilgi Üretime Yeterliliği	552.738		7.178			
Toplam	Öz Yönelimli Öğrenme	32150.000	81				
	Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	25359.000					
	İş birlikli Öğrenme	30801.000					
	Kritik Düşünme Becerisi	11662.000					
	Yaratıcı Düşünme Becerisi	18968.000					
	Problem Çözme Becerisi	31575.000					
	Bilgi Üretime Yeterliliği	28427.000					
Düzeltilmiş Toplam	Öz Yönelimli Öğrenme	860.321	80				
	Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	1677.210					

	İş birlikli Öğrenme	795.062
	Kritik Düşünme Becerisi	378.840
	Yaratıcı Düşünme Becerisi	532.395
	Problem Çözme Becerisi	872.173
	Bilgi Üretime Yeterliliği	612.173

Tablo 4.17 incelendiğinde laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin sadece bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme alt boyutunda [F (1.77) = 4.525, p<.05; η2=.056], anlamlı olduğu görülmektedir (p>.05). Bu durum için hesaplanan eta kare etki büyüklüğü değerinin .056 olması orta etki büyüklüğü olduğunu göstermektedir. Sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı BTÖS ve ÖPS gruplarının bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme alt boyutundaki son test puan ortalamaları ($\overline{X}$= 17.87), gerçek laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı BTÖL ve ÖPL gruplarının puan ortalamalarından ($\overline{X}$= 16.30) daha yüksektir (Tablo 4.16). Yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4.18. İkili Karşılaştırma Sonuçları

Bağımlı Değişken (Alt Boyut)	Bağımsız Değişken (Laboratuvar Türü)	$\overline{X}$	sd	p
Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	Sanal Laboratuvar	17.87	.779	.037*
	Gerçek Laboratuvar	16.30		

Tablo 4.18'e göre laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin sanal laboratuvar lehine olduğu tespit edilmiştir (p<.05).

Tablo 4.17'de öğretim türü değişkenin temel etkisi bakımından incelendiğinde tüm alt boyutlarda anlamlı bir etki olduğu görülmektedir (p<.05). Tüm alt boyutlarda beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı BTÖS ve BTÖL gruplarının son test puan ortalamalarının, öğretim programının kullanıldığı ÖPS ve ÖPL gruplarının ortalamalarından daha yüksektir. Yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19. İkili Karşılaştırma Sonuçları

Bağımlı Değişken (Alt Boyutlar)	Bağımsız Değişken (Öğretim Türü)	$\overline{X}$	sd	p
Öz Yönelimli Öğrenme	BTÖ	21.25	.640	.000*
	ÖP	18.10		
Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	BTÖ	20.00	.779	.000
	ÖP	14.25		
İş birlikli Öğrenme	BTÖ	20.35	.623	.017
	ÖP	18.82		
Kritik Düşünme Becerisi	BTÖ	12.60	.448	.001
	ÖP	11.01		
Yaratıcı Düşünme Becerisi	BTÖ	15.95	.546	.002
	ÖP	14.23		
Problem Çözme Becerisi	BTÖ	21.05	.645	.000
	ÖP	17.91		
Bilgi Üretime Yeterliliği	BTÖ	19.22	.596	.022
	ÖP	17.83		

Tablo 4.19 incelendiğinde tüm alt boyutlarda öğretim türü bakımından beyin temelli öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($p<.05$).

Tablo 4.17 laboratuvar türü ve öğretim türü değişkenlerinin ortak etkileşimi bakımından incelendiğinde tüm alt boyutlar için anlamlı bir etkileşim olmadığı tespit edilmiştir ($p>.05$).

4.4.Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi "Deney gruplarında gerçekleştirilen uygulamalarla ilgili öğrencilerin öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine ilişkin görüşleri nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir. Öğrencilerin öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine ilişkin görüşlerini incelemek amacıyla öğrenci günlüklerinden ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden yararlanılmıştır. Öğrenci günlüklerinden ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular birleştirilerek aşağıda detaylı bir şekilde tablolarda sunulmuştur.

Araştırmada, 12 ders planı sonunda deney gruplarındaki öğrencilerin öğrenci günlüklerindeki sorulara verdikleri yanıtlar ve üç öğrenciyle yapılan görüşmeler incelenmiştir. BTÖS, BTÖL ve ÖPL gruplarındaki 20 öğrenci her ders sonrası günlük doldurmuş ve toplamda 240 veri (12 ders x 20 öğrenci = 240) elde edilmiştir. ÖPS grubunda ise 21 öğrenci bulunduğu için 252 veri (12 ders x 21 öğrenci = 252) toplanmıştır. Ayrıca her gruptan 3 öğrenci ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler de analiz edilmiştir. Günlük ve görüşme verileri birleştirilerek toplu bir veri seti oluşturulmuştur. Sonuç olarak, BTÖS, BTÖL ve ÖPL gruplarında 243 veri (240 günlük + 3 görüşme), ÖPS grubunda ise 255 veri (252 günlük + 3 görüşme) analiz edilmiştir. Öğrenciler sorulara birden fazla koda ilişkin görüş belirtmesi sebebiyle frekans toplamları her zaman yukarıda belirtilen şekilde olmamaktadır. Elde edilen bulgular aşağıda detaylı bir şekilde verilmiştir.

4.4.1. Öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşmelere ilişkin bulgular

Öğrencilerin öğrenme ortamlarına ilişkin görüşlerine ait bulgular Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Öğrenme Ortamlarına İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kategori	Kod	BTÖS (n:20)	BTÖL (n:20)	ÖPS (n:21)	ÖPL (n:20)
		f			
Olumlu görüş	Eğlenceli	109	105	99	83
	Güzel	101	98	87	80
	Verimli	66	73	61	51
	Kalıcı öğrenme	28	45	38	33
	Teknolojik	39	16	38	-
	Öğretimi destekleme	27	33	19	16
	Günlük hayatla ilişkili	44	47	33	30
	Motive edici	59	65	29	20
	Merak uyandırıcı	24	26	-	-
Olumsuz görüş	Sıkıcı	3	8	2	12
	Günlük yazma	61	63	75	78
	Çizim yapma	5	9	-	-

Tablo 4.20 incelendiğinde BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL gruplarındaki öğrencilerin öğrenme ortamlarına ilişkin görüşlerinin olumlu yönde olduğu görülmektedir. Bu kategoriye göre tüm gruplardaki öğrenciler öğrenme ortamlarını değerlendirirken "Eğlenceli, güzel, verimli ve kalıcı öğrenme" kodlarını kullanmışlardır. Olumsuz görüşler kategorisinde ise tüm gruplardaki öğrenciler öğrenme ortamlarını değerlendirirken "sıkıcı ve günlük yazma" kodları ile ifade etmişlerdir.

Tabloya ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

-*"Öğrendiğim bilgileri günlük hayatta ilişkilendirebildim örneğin siyah Şapka alıp taktığımda saçımın daha fazla terlediğini hissettim yine pikniğe gittiğimizde yerde cam kırıkları vardı ve bundan dolayı orada yangın çıkabilirdi, yaptığımız deneylerle öğrenmiş oldum." (BTÖS. Ö3- görüşme)*

-*".....çok güzel ve çok eğlenceli geçtiğini düşünüyorum." (ÖPL, Ö2- görüşme)*

-*"eğlenceliydi, güzel geçti keşke sonunda günlük yazmasak." (BTÖL, Ö14- öğrenci günlüğü)*

-*" bilgisayarla ders işliyoruz. Keyifli ama günlük yazmak hala çok sıkıcı." (BTÖS, Ö15- öğrenci günlüğü)*

Öğrencilerin etkinlikleri yaparken zorlandığı noktalara ilişkin görüşlerine ait bulgular Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Öğrencilerin Etkinlikleri Yaparken Zorlandığı Noktalara İlişkin Görüşleri

Kategori	Kod	BTÖS (n:20)	BTÖL (n:20)	ÖPS (n:21)	ÖPL (n:20)
		f			
Deney yapma süreci	Bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma	56	77	69	89
	Deney düzeneği kurma	-	47	-	49
Uygulama süreci	Günlük yazma	42	43	48	52
	Zaman yönetimi	25	32	22	36

Teknoloji kullanımı	Bilgisayarda deney yapma	21	-	20	-
	İnternet kesintisi	1	-	1	-

Tablo 4.21 incelendiğinde öğrenci görüşleri üç kategori altında toplanmıştır. Deney yapma süreci kategorisinde tüm gruplardaki öğrencilerin bilimsel araştırma yöntemlerini kullanmada zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte sanal laboratuvarın kullanılmadığı BTÖL (f:47) ve ÖPL (f:49) gruplarındaki öğrenciler zorlandıkları noktaları "Deney düzeneği kurma" kodunu kullanarak belirtmişlerdir. Uygulama süreci kategorisinde tüm gruplardaki öğrenciler zorlandıkları noktaları "günlük yazmak" ve "zaman yönetimi" kodlarıyla ifade etmiştir. Ayrıca "Zaman yönetimi" kodu sanal laboratuvar kullanılmayan BTÖL (f:32) ve ÖPL(f:36) gruplarındaki öğrenci görüşlerinde, diğer iki gruba göre daha fazladır. Sanal laboratuvarın kullanıldığı BTÖS (f:21) ve ÖPS(f:20) gruplarındaki öğrenciler "Teknoloji kullanımı" kodu ile zorlandıkları noktaları belirtmişlerdir.

Tabloya ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir;

-*"Bazen internetle ilgili yavaşlamalar olduğu için grupça geri kaldığımız zamanlar oldu.Bu bizi biraz zorladı". (BTÖS, Ö8- görüşme).*

-*""İnternet bağlantısı oluyordu. geç kalıyorduk "(ÖPS, Ö15- görüşme).*

-*"Sanal ortamda deney yaparken bazen zorlandım çünkü ilk defa yapıyordum, kullandıkça alıştım" (ÖPS, Ö15- görüşme)*

-*"Zorlandığım oldu çünkü ilk başta nerede nasıl yazılacak, basılacak biraz karışıktı. sonra kolay geldi "(BTÖS, Ö6- görüşme)*

-*"Deney düzeneği kurmak zordu" (ÖPL, Ö7- görüşme)*

-*"….zorluk olarak düzeneği kuramadık. Yanlış yaptık vakit kaybettik ve yetiştiremedik." (BTÖL, Ö14- görüşme)*

-*" Deney düzeneğini kurmak bugün zordu." (BTÖL, Ö3 - öğrenci günlüğü)*

-*"etkinlikleri yetiştiremedik. Deneyi yapmak zordu, ders hemen bitti" (BTÖL, Ö28- öğrenci günlüğü)*

-"bilgisayarda ders işlemek zor, eskisi gibi olsa daha iyi anlarım (ÖPS Ö11- öğrenci günlüğü)

Öğrencilerin deney yaparken kendilerini güçlü ve zayıf gördüğü yönlerine ilişkin görüşlerine ait bulgular Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22. Öğrencilerin Deney Yaparken Kendilerini Güçlü ve Zayıf Gördüğü Yönlerine İlişkin Görüşler

Kategori		Kod	BTÖS (n:20)	BTÖL (n:20)	ÖPS (n:21)	ÖPL (n:20)
			f			
Deney yapma	Güçlü yön	Bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma	58	42	53	38
		Soruları cevaplama	27	46	36	10
		Deney düzeneği kurma	-	35	-	32
	Zayıf yön	Bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma	65	78	87	95
		Deney düzeneği kurma	-	49	-	57
Teknoloji kullanımı	Güçlü Yön	Sanal ortamda deney yapma	49	-	54	-
	Zayıf Yön	Sanal ortamda deney yapma	14	-	19	-

Tablo 4.22 incelendiğinde öğrencilerin deney yaparken kendilerini güçlü ve zayıf gördüğü yönlerine ilişkin öğrenci görüşleri "Deney yapma" ve "Teknoloji kullanımı" olmak üzere iki kategoride toplanmıştır. Deney yapma kategorisinde tüm gruplardaki öğrenciler güçlü yönlerini ve zayıf yönlerini "Bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapmak" kodunu kullanarak ifade etmişlerdir. Sanal laboratuvar uygulamalarının kullanılmadığı BTÖL ve ÖPL gruplarındaki öğrenciler güçlü ve zayıf yönlerini ifade ederken "deney düzeneği kurmak" kodunu kullanmışlardır. Teknoloji kullanımı kategorisinde sanal

laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı BTÖS ve ÖPS gruplarındaki öğrenciler güçlü ve zayıf yönlerini "Sanal ortamda deney yapmak" kodunu kullanarak belirtmişlerdir.

Tabloya ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir;

-*"Deney yaparken değişkenleri hep ben doğru belirliyorum. Bu benim güçlü yönüm oldu." (BTÖS, Ö16, öğrenci günlüğü)*

-*"Değişken belirlemek bağımlı değişkeni bu derste de belirleyemedim. Grup arkadaşım belirledi (ÖPL, Ö12- öğrenci günlüğü).*

-*"Deneyi bugün ben yaptım. Soruları da cevapladım." (BTÖL, Ö14-öğrenci günlüğü)*

Farklı uygulamaların öğrencilerin motivasyonlarına etkisine ilişkin öğrenci görüşlerine ait bulgular Tablo 4.23'te verilmiştir.

Tablo 4.23. Farklı Uygulamaların Öğrencilerin Motivasyonlarına Etkisine İlişkin Görüşler

Kategori	Etki Durumu	Kod	BTÖS (n:20)	BTÖL (n:20)	ÖPS (n:21)	ÖPL (n:20)
			f			
Motivasyon	Olumlu Etki	Grup çalışması	55	58	44	33
Ders işleniş süreci	Olumlu Etki	Motivasyon artışı	42	24	48	32
Beyin temelli öğrenme sürecindeki uygulamalar	Olumlu Etki	Müzik dinleme	46	52	-	-
		Çok etkinlik yapma	42	36	-	-
		Rahat hareket etme	36	39	-	-
		Atıştırmalık tüketme	23	29	-	-
		Egzersiz yapma	18	24	-	-
		Defter ve kitap olmadan ders işleme	16	8	-	-
Sanal laboratuvar uygulamaları	Olumlu Etki	Bilgisayarda deney yapma	60	-	76	-

	Olumsuz etki	Sanal deneyler yapma	14	-	12	-
Laboratuvar uygulamaları	Olumlu Etki	Deney yapma	-	68	-	73
	Olumsuz etki	Düzeneği tekrar kurma	-	20	-	28

Tablo 4.23 incelendiğinde farklı uygulamaların öğrencilerin motivasyonlarına etkilerine ilişkin görüşleri beş kategoride toplanmıştır. Beyin temelli öğrenme sürecindeki uygulamalar kategorisinde BTÖS ve BTÖL gruplarındaki öğrenciler yapılan uygulamaların motivasyonlarına olumlu etkisi olduğunu "Müzik dinleme", Rahat hareket etme", "Egzersiz yapma", "Atıştırmalık tüketimi", "Çok etkinlik yapmak" ve "Defter kitap olmadan ders işleme" kodlarını kullanarak belirtmişlerdir. Sanal laboratuvar uygulamaları kategorisinde öğrenciler yapılan etkinliklerin motivasyonlarına olumlu etkisini "Bilgisayarda deney yapmak" kodunu kullanarak ifade etmişlerdir. Yine aynı kategoride öğrenciler "Sanal deneyler yapmak" kodunu kullanarak yapılan etkinliklerin motivasyonlarına olumsuz etkisini gerekçe olarak belirtmişlerdir. Laboratuvar uygulamaları kategorisinde BTÖL ve ÖPL gruplarındaki öğrenciler "Deney yapmak" kodunu kullanarak motivasyonlarına ilişkin olumlu etkiyi, "Düzeneği tekrar kurmak" kodunu kullanarak olumsuz etkisi ifade etmişlerdir. Tüm gruplardaki öğrenciler "Grup çalışması" kodunu kullanarak motivasyonlarına olumlu etkiyi belirtmişlerdir.

Tabloya ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir;

-*"Bilgisayarda deney yapınca kolay anlıyorum." (BTÖS, Ö19- öğrenci günlüğü)*

-*"Müzik dinlemek ve egzersiz yapmak motivasyonuma iyi geldi." (BTÖL, Ö6- öğrenci günlüğü)*

-*"Deney yapmak iyi oldu ama deney düzeneğini kuramayınca bugün moralim bozuldu." (ÖPL, Ö10- öğrenci günlüğü).*

-*"Arkadaşlarımla oturup birlikte deney yapmak motivasyonumu artırıyor, Ama bezen deneyleri yapamamak kötüydü ." (ÖPL, Ö12-öğrenci günlüğü).*

-*"Deney yapmak. arkadaşlarımla birlikte etkinlikler yapmak olabilir. Bir de deftere yazmadık onun yerine etkinlik yaptık. Rahatça sınıfta dolaştım. Bunlar iyi oldu." (BTÖL, Ö3- görüşme).*

-*"Konuyu anladım gibi aslında. Kitaptan da çözerken filan yapıyordum ama sınavda notum çok artmadı. Bilgisayar yerine normal malzemeyle deney yapsaydık eskisi gibi." (ÖPS, Ö1- görüşme)*

-*"Fen dersinde etkinlikler yapmak spor yapmak farklı farklı çalışmalar yapmak, bilgisayarda çalışmak çok hoşuma gitti motivasyonumu olumlu etkiledi bu yüzden fen dersinin gelmesini keyifle bekledim" (BTÖS, Ö12-görüşme)*

Yapılan etkinliklerin öğrencilere sağladığı katkılara ilişkin öğrenci görüşlerine ait bulgular Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.24. Yapılan Etkinliklerin Öğrencilere Katkılarına İlişkin Olumlu Öğrenci Görüşleri

Görüşler	BTÖS (n:20)	BTÖL (n:20)	ÖPS (n:21)	ÖPL (n:20)
	f			
Günlük hayatla ilişkilendirme	190	199	152	141
Yeni bilgilerin öğrenilmesi	134	136	108	120
Bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapmak	51	58	41	42
Teknolojinin derste kullanılması	48	10	43	-
Ders içi katılımı arttırma	36	33	21	29
İşbirlikli öğrenme	27	31	26	35

Tablo 4.24 incelediğinde tüm gruplardaki öğrenciler en fazla "Yeni bilgiler öğrenilmesi ve günlük hayatla ilişkilendirme" kodunu kullanarak yapılan etkinliklerin olumlu katkı sağladığını belirtmişlerdir. BTÖS grubundaki öğrenciler, teknolojinin derste kullanılması ve bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma konularında olumlu görüşler

bildirmiştir. ÖPS grubundaki öğrenciler, ders içi katılımı arttırma ve işbirlikli öğrenme konularında daha düşük olumlu görüşlere sahipken, teknolojinin derste kullanılması konusunda olumlu görüşler bildirmiştir. ÖPL grubundaki öğrenciler ise, işbirlikli öğrenme ve günlük hayatla ilişkilendirme konularında olumlu görüşler bildirmiştir. Tüm gruplar, motivasyonu arttırma konusunda eşit olumlu görüşlere sahiptir.

Tabloya ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

-*"Konuyu daha iyi anlamış oluyorum ve böylece derse katılımım artmış oluyor." (BTÖS, Ö12- görüşme)*

-*"Sanal lab.da deney yapmak iyiydi dersi çok iyi anladım. Daha çok parmak kaldırdım". (ÖPS, Ö1- görüşme).*

-*"-Fen dersini sevdiğim için daha önce de katılıyordum derse." (ÖPL, Ö7- görüşme).*

-*"İnternete giriyordum ama böyle sanal deneylerin olduğu siteleri bilmiyordum. Okuldan sonra evde ben de baktım" (BTÖS, Ö6- görüşme)*

-*"Slayt hazırlamak, tahmin yapmak, grupça çalışmak dersteyken aklıma yeni yeni fikirlerin gelmesini sağladı" (BTÖL, Ö14- görüşme)*

Her gruptan üçer öğrenci ile yapılan görüşmeler sonucunda, öğrencilerin uygulama sürecindeki en beğendiği ve en beğenmediği yönler ve nedenlerine ilişkin görüşleri Tablo 4.25'te verilmiştir.

Tablo 4.25. Öğrencilerin Uygulama Sürecindeki En Beğendiği ve En Beğenmediği Yönler ve Nedenlerine İlişkin Görüşler

Kategori	Kod	Beğeni Durumu	Nedeni	BTÖS (n:3)	BTÖL (n:3)	ÖPS (n:3)	ÖPL (n:3)
				f			
Laboratuvar uygulamaları	Grup çalışması	Beğenilen Yönler	Birlikte öğrenmeyi sağlama	3	3	3	3
	Sanal Laboratuvarda deney yapma	Beğenilen Yönler	Pratik olması	3	-	3	-
			Kalıcı öğrenmeyi sağlama	3	1	1	-
			Teknolojik olma	2	-	-	-
			Somutlaştırıcı	1	-	1	-
	Deney düzeneği kurmak	Beğenilmeyen Yönler	Zaman alıcı	-	2	-	2
			Pratik olmaması	-	1	-	1
Beyin Temelli Öğrenme Sürecine İlişkin Uygulamalar	Müzik dinlemek	Beğenilen Yönler	Dinlendirici	2	2	-	-
			Rahatlatıcı	1	3	-	-
	Egzersiz yapmak	Beğenilen Yönler	Enerjik hissetme	2	3	-	-
			Eğlenceli	3	3	-	-
			Kalıcı öğrenme	1	-	-	-
	Atıştırmalık tüketimi	Beğenilen Yönler	Enerji vermesi	1	1	-	-
			Motive edici	1	1	-	-
	Günlük Yazmak	Beğenilmeyen Yönler	Yorucu olması	3	3	3	3

Tablo 4.25 incelendiğinde beyin temelli öğrenme yaklaşımının kullanıldığı BTÖS ve BTÖL grupları, beyin temelli öğrenme sürecine ilişkin uygulamaları olumlu görüşlerini "müzik dinleme", "egzersiz yapma" ve "atıştırmalık tüketimi" kodlarıyla ifade ettiği

görülmektedir. Bu gruplar, bu uygulamaların dinlendirici, rahatlatıcı, enerjik hissettiren ve motive edici özelliklerini vurgulamışlardır. Sanal laboratuvar deneyleri, BTÖS ve ÖPS gruplarında pratik olması, kalıcı öğrenmeyi sağlaması ve teknolojik olma özellikleri nedeniyle beğenilmiştir. Ancak. BTÖL ve ÖPL grupları, deney düzeneği kurmanın zaman alıcı ve pratik olmaması nedeniyle olumsuz etkiler bildirmiştir.

Tabloya ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

-*"Müzikle, hareketli hareketli başladığımız için daha iyi anlıyoruz ve uykulu uykulu ders dinlemek yerine daha dinç oldum ve konular aklımda kaldı" (BTÖS, Ö8-görüşme).*

"-Birlikte tek tek başıma karar vermedim yani takım arkadaşımla birlikte karar verdin yaptım zorluk olduğunda takım arkadaşımla birlikte çözüldü yani çok iyi oldu." (ÖPS, Ö15-görüşme).

-*"Yazı yazmak öğrenci günlüğü doldurmak bunlar çok hoşuma gitmedi çünkü biraz yordu". (BTÖL, Ö2-görüşme).*

-*"Yani deney düzeneği kurmak, zaman alıcı ya da hatalı kurduğunuz da baştan kurmak pratik değil" (ÖPL, Ö2-görüşme).*

"Evet hoşuma gitti. Sanal ortamda deney yapmak daha pratik ve daha hızlı oldu. Gerçek malzemelerle yapsaydık daha fazla vakit kaybı olabilirdi. Burada daha hızlı ve görülmeyecek şeyleri gördüm "(ÖPS, Ö1-görüşme).

"Deney yaptıktan sonra benzer şeyler günlük hayatta karşıma çıktığında dersteki deneyleri hatırlıyordum" (BTÖL, Ö5-görüşme)

-*"Müzik dinleyerek günlük doldurmak daha rahatlatıcı ve dinlendiriciydi "(BTÖS, Ö12-görüşme)*

-*"Yaptığımız etkinlikte meyve veya birşeyler yemek iyi geldi bana. Acıktığımda enerjim düşüyor. Uykum geliyordu" (BTÖS, Ö8- görüşme).*

Her gruptan üçer öğrenci ile yapılan Fen bilimleri dersinin bu şekilde işlenmesinin tercih edilmesine ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26. Fen Bilimleri Dersinin Bu Şekilde İşlenmesinin Tercih Edilmesine İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kategori	Kod	BTÖS (n:3)	BTÖL (n:3)	ÖPS (n:3)	ÖPL (n:3)
		f			
Öğrenme süreci	Kalıcı Öğrenme	3	2	2	2
	Anlamlı Öğrenme	2	2	2	1
Beyin temelli öğrenme sürecine ilişkin yapılan uygulamalar	Müzik dinleme	2	3	-	-
	Egzersiz yapma	2	2	-	-
	Atıştırmalık tüketimi	1	1	-	-
Ders sürecinin niteliği	Eğlenceli	3	2	1	2
	Günlük hayatla ilişkili	1	-	-	-
Sanal laboratuvar kullanımı	Pratik olması	2	-	-	-
	Hızlı deney yapmayı sağlaması	1	-	2	-
	Teknolojik olması	1	-	1	-

Tablo 4.26 incelendiğinde tüm gruplardaki öğrenciler fen derslerinin bu şekilde işlenmesine ilişkin olumlu görüşlerini "anlamlı öğrenme", "kalıcı öğrenme" ve "eğlenceli" kodunu kullanarak ifade etmişlerdir. Beyin temelli öğrenme sürecine ilişkin uygulamalarda. BTÖS ve BTÖL gruplarında olumlu etkileri "müzik dinleme", "atıştırmalık tüketimi" ve "egzersiz yapma" kodlarıyla belirtilmiştir. Ders sürecinin niteliği açısından, BTÖS ve BTÖL grupları dersleri eğlenceli bulmuş. BTÖS grubu ayrıca günlük hayatla ilişkili bulmuştur. Sanal laboratuvar kullanımı, ÖPS grubunda hızlı deney yapmayı sağlama ve teknolojik olma açısından olumlu bulunurken, BTÖS grubu pratik olmasını beğenmiştir.

Tabloya ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir;

-*“Arkadaşlarımızla konuşabiliyoruz hem takım ruhu var ama sınıfta birbirimizin gelemiyoruz yanına, etkinlik yapıyoruz egzersiz filan. Bir şeyler yiyebilmek müzikle birlikte eğlenceliydi. Zaten sanal laboratuvar daha iyi hem de pratik sonucu hemen görebiliyoruz tekrardan da yapabiliyoruz”. (BTÖS, Ö12- görüşme).*

-*“Deneyleri hızlı ve pratik şekilde yapmak hem zaman kazandırdı hem de konuları kolayca anlamamı sağladı”.* (*BTÖL, Ö3-görüşme)*

-“ *bilgiler daha kalıcı oldu.” (ÖPL, Ö7.görüşme)*

Nicel ve nitel bulguların birlikte sunumu Tablo 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.27. Nicel ve Nitel Sonuçlar

Araştırma problemi	Alt boyut	Nicel Sonuç			Nitel Sonuç
		Öğretim Türü Değişkeni	Laboratuvar Türü Değişkeni	Gruplar Arası Fark	
1) Birinci deney grubunda (BTÖS), ikinci deney grubunda (BTÖL), üçüncü deney grubunda (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda (ÖPL) gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarına etkisi nasıldır?	-	Akademik başarıya öğretim türü değişkenin temel etkisi **anlamlı bulunmuş** ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme** lehine olduğu tespit edilmiştir.	Akademik başarıya laboratuvar türü değişkenin temel etkisi **anlamlı bir farklılık yaratmamıştır**.	BTÖS*-ÖPL	Öğrenciler sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile derslerin eğlenceli ve verimli geçtiğini, kalıcı öğrenmeler gerçekleştirerek başarılarına **olumlu etkisi** olduğunu belirtmişlerdir.
2) Birinci deney grubunda (BTÖS), ikinci deney grubunda (BTÖL), üçüncü deney grubunda (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda (ÖPL) gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisi nasıldır?	Araştırmaya yönelik motivasyon	Araştırmaya yönelik motivasyon alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu belirlenmiştir.	Araştırmaya yönelik motivasyon alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **sanal laboratuvar uygulamaları lehine** olduğu görülmüştür.	ÖPS*-ÖPL BTÖL*-ÖPL BTÖS*-BTÖL BTÖS*-ÖPL BTÖS*-ÖPS	Öğrenciler sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımındaki uygulamalarda egzersiz yapma, müzik dinleme, rahat hareket etme, çok etkinlik yapma, bilgisayar ile deney yapma ve grup çalışması yapmanın motivasyonlarına **olumlu yönde etkisi** olduğunu belirtmişlerdir. Tüm gruplardaki öğrenciler grup çalışmasının motivasyonlarını arttırdığını derse daha fazla **katılım sağladıklarını** belirtmişlerdir. En fazla BTÖL ve ÖPL gruplarındaki öğrenciler deney düzeneğini tekrar
	Performansa yönelik motivasyon	Performansa yönelik motivasyon alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu	Performansa yönelik motivasyon alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisi anlamlı	ÖPS*-ÖPL BTÖL*-ÖPL BTÖS*-ÖPL	

	etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu görülmüştür.	bulunmuş ve bu etkinin **sanal laboratuvar uygulamaları lehine** olduğu tespit edilmiştir.		kurmanın motivasyonlarını **olumsuz etkilediğini** ifade etmişlerdir. Ayrıca BTÖS ve ÖPS grubundaki öğrenciler teknoloji kullanımında yaşadıkları zorlukların motivasyonlarını **olumsuz yönde etkilediğini** belirtmişlerdir.
İletişime yönelik motivasyon	İletişime yönelik motivasyon alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu tespit edilmiştir.	İletişime yönelik motivasyon alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **sanal laboratuvar uygulamaları lehine** olduğu belirlenmiştir.	BTÖS*-BTÖL BTÖS*-ÖPS BTÖS*-ÖPL	
İşbirlikli öğrenmeye yönelik motivasyon	İşbirlikli öğrenmeye yönelik motivasyon alt boyutunda **öğretim türü** değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark yaratmadığı** belirlenmiştir.	İşbirlikli öğrenmeye yönelik motivasyon alt boyutunda **laboratuvar türü** değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark oluşturmadığı** tespit edilmiştir	Gruplar arasında işbirlikli öğrenmeye yönelik motivasyon alt boyutunda anlamlı bir fark bulunmamaktadır.	
Katılıma yönelik motivasyon	Katılıma yönelik motivasyon alt boyutunda **öğretim türü** değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark yaratmadığı** görülmüştür.	Katılıma yönelik motivasyon alt boyutunda **laboratuvar türü** değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark oluşturmadığı** belirlenmiştir.	Gruplar arasında katılıma yönelik motivasyon alt boyutunda anlamlı bir fark bulunmamaktadır.	

3)Birinci deney grubunda (BTÖS), ikinci deney grubunda (BTÖL), üçüncü deney grubunda (ÖPS) ve dördüncü deney grubunda (ÖPL) gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin fen öğreniminde 21.yüzyıl becerilerine etkisi nasıldır?	Öz Yönelimli Öğrenme	Öz yönelimli öğrenme alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu belirlenmiştir.	Öz yönelimli öğrenme alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark yaratmadığı** görülmüştür.	BTÖL*-ÖPL BTÖS*-ÖPL	En fazla BTÖS ve ÖPS gruplarındaki öğrenciler bilgisayar ile deney yapmanın pratik ve hızlı olduğunu, **kalıcı öğrenmeler** sağladığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte bu gruplardaki öğrenciler bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapmayı ve sanal ortamda deney yapmayı güçlü yönleri olarak ifade etmişlerdir. Tüm gruplardaki öğrenciler gruplar halinde çalışma ile ilgili **olumlu görüş** bildirmişlerdir.
	Bilgi İşlem Teknolojilerini Kullanarak Anlamlı Öğrenme	Bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu belirlenmiştir.	Bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunarak ve bu etkinin **sanal laboratuvar uygulamaları lehine** olduğu belirlenmiştir.	BTÖL*-ÖPL BTÖL*-ÖPS BTÖS*-ÖPL BTÖS*-BTÖL	
	İş birlikli Öğrenme	İşbirlikli öğrenme alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu görülmüştür.	İşbirlikli öğrenme alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark yaratmadığı** görülmüştür.	BTÖL*-ÖPL BTÖS*-ÖPL	

Kritik Düşünme Becerisi	Kritik düşünme becerisi alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu görülmüştür.	Kritik düşünme becerisi alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark oluşturmadığı** tespit edilmiştir.	BTÖL*-ÖPL BTÖS*-ÖPL
Yaratıcı Düşünme Becerisi	Yaratıcı düşünme becerisi alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu belirlenmiştir.	Yaratıcı düşünme becerisi alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark oluşturmadığı** görülmüştür.	BTÖL*-ÖPL
Problem Çözme Becerisi	Problem çözme becerisi alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu tespit edilmiştir.	Problem çözme becerisi alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark yaratmadığı** belirlenmiştir.	BTÖL*-ÖPL BTÖS*-BTÖL BTÖS*-ÖPL

	Bilgi Üretime Yeterliliği	Bilgi üretme yeterliliği alt boyutunda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin **beyin temelli öğrenme lehine** olduğu görülmüştür.	Bilgi üretme yeterliliği alt boyutunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin **anlamlı bir fark oluşturmadığı** tespit edilmiştir.	BTÖS*-ÖPL	
4) Deney gruplarında gerçekleştirilen uygulamalarla ilgili öğrencilerin öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine ilişkin görüşleri nasıldır?					Tüm gruplardaki öğrenciler uygulamalara ilişkin **olumlu görüş** bildirmişlerdir. Bununla birlikte tüm gruplarda öğrencilerin çok az bir kısmı öğrenci günlüğü yazmanın **sıkıcı olduğunu** belirtmişlerdir. Bununla birlikte sanal laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvar uygulamalarına göre daha **pratik, eğlenceli ve hızlı olduğunu** belirtmişlerdir. Bununla birlikte karşılan zorluk olarak zaman zaman yaşanılan internet kesintisini söylemişlerdir. Beyin temelli öğrenme ile entegre edilen uygulamalar. özellikle müzik dinleme, egzersiz yapma ve bilgisayarda deney yapma gibi stratejilerin, öğrencilerin öğrenme sürecinde **motivasyonlarını artırdığı** görülmüştür.

BÖLÜM V: SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu bölümde sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına, motivasyonlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve öğrenme ortamı ve sürecine ilişkin görüşlerine dair araştırma bulgularından elde edilen sonuçlar ilgili alanyazın incelenerek daha önceki sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca gelecekte yapılacak diğer çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın sonuçları ve ilgili alanyazın incelenerek yapılan tartışmalar alt problemlere göre sunulmuştur. Ana problemimiz olan "Beyin temelli öğrenme yaklaşımının ve sanal laboratuvar uygulamalarının ışık konusunun öğretilmesinde yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, motivasyonlarına, 21. yüzyıl becerilerine, öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine etkisi nasıldır?" sorusunun cevabına alt problemlere verilen cevaplar sonucunda ulaşılmıştır. Bu doğrultuda araştırma soruları, bulgular ve alanyazınla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

5.1.1. Birinci alt probleme yönelik sonuç ve tartışma

Araştırmanın birinci alt probleminin amacı, sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı ve öğretim programı uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini incelemektir. Bu amaç için bulgular nicel olarak IKYABT ile nitel olarak ise yarı-yapılandırılmış görüşme ve öğrenci günlüklerinden elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda akademik başarıya öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin beyin temelli öğrenme lehine olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda akademik başarıya laboratuvar türü değişkenin temel etkisinin ise anlamlı bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. BTÖS, BTÖL, ÖPL ve ÖPS gruplarının akademik başarı son test puanları karşılaştırma sonucunda ise BTÖS ile ÖPL grupları arasında BTÖS lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

Beyin temelli öğrenme, beynin doğal öğrenme süreçlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Bu yaklaşım, bilgilerin anlamlandırılması ve uzun süreli bellekte saklanması için uygun öğrenme ortamları yaratır (Zull, 2002). Fen eğitiminde, bu tür öğrenme ortamları, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını derinleştirir ve akademik başarılarını artırır (Palavan,

2018). Bunula birlikte beyin temelli öğrenme, öğrenme sürecinde duyusal ve duygusal katılımın önemini vurgular. Öğrencilerin duygusal olarak öğrenme sürecine dahil olmaları, bilgiyi daha kalıcı ve anlamlı hale getirmelerini ve akademik başarılarını arttırmayı sağlar (Jensen, 2008). Beyin temelli öğrenme yaklaşımının akademik başarıyı arttırmada daha etkili olduğu sonucu alanyazındaki çalışmalarla da benzerlik göstermektedir (Taşkıner ve Şereflioğlu, 2023; Tosun ve İlkörücü, 2023; Akyol, 2022; Oral, 2022; Kahraman, 2021; Jeffrey, 2019; Veltri, 2018; Üçüncü, 2017; Palavan ve Başar, 2014; Yaman, 2014; Süral, 2014; Annakodi ve Ramakrishan, 2013; Gözüyeşil, 2012; Akyürek, 2012; Yücel, 2011; Çelebi ve Afyon, 2011; İnci, 2010; Yıldırım, 2010; Öner, 2008; Erduran Avcı, 2007; Özden, 2005). Kahraman (2021), fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıyı arttırdığını tespit etmiştir. Veltri (2018) çalışmasında beyin temelli öğrenme yaklaşımına uygun düzenlenen öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarısını arttırdığını belirlemiştir. Erduran Avcı (2007) çalışmasında Fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğretim programına dayalı uygulamalara kıyasla akademik başarıyı arttırmada daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte, alanyazında bu sonuçlarla uyumlu olmayan bazı çalışmalar da mevcuttur (Soyalp, 2022; Gülden, 2022). Soyalp (2022) fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile öğretim programına dayalı öğrenim sürecinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelediği çalışmasında gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını belirlemiştir.

Sanal laboratuvarlar, teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha erişilebilir ve kullanıcı dostu hale gelmiştir. Bu laboratuvarlar, öğrencilere gerçek dünya deneyimlerine benzer deneyimler sunar ve öğrenme sürecini destekler (De Jong vd., 2013). Bu nedenle, sanal laboratuvarlar, fiziksel laboratuvarlarla benzer düzeyde etkili olabilir. Bununla birlikte hem sanal hem de gerçek laboratuvarlarda kullanılan öğretim yöntemleri ve materyallerin kalitesi, öğrencilerin akademik başarısını etkileyebilir. Eğer her iki ortamda da benzer nitelikte materyaller ve yöntemler kullanılıyorsa, başarı farkı minimal olabilir (Duman ve Avcı, 2016). Bu bağlamda, bu araştırmada laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı BTÖS ve ÖPS grupları ile gerçek laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı BTÖL ve ÖPL gruplarının puanları karşılaştırılmış ve laboratuvar türü değişkeninin anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi olarak, beyin temelli öğrenme yaklaşımının etkisi öne çıkmaktadır. Yani, beyin temelli öğrenme yaklaşımının uygulanması, hangi laboratuvar türünün kullanıldığına bakılmaksızın öğrencilerin akademik

başarılarını artırmada belirleyici bir rol oynadığı söylenebilir. Bu durum, öğretim stratejilerinin iyi belirlenmiş olması ve eğitim ortamlarının tasarımının, öğrenme sonuçları üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Alan yazında akademik başarıyı arttırmada sanal laboratuvar uygulamalarının daha etkili olduğu (Özeler,2024; Tüter, 2024; Ojo ve Owolabi,2020; Sudlow-Naggie, 2020; Baş,2022; Oral,2022; Canöz, 2020; Koç-Ünal, 2019; Duman ve Avcı, 2016; Karagöz-Mırçık ve Saka, 2016; Çinici vd., 2013; Bozkurt, 2008), gerçek laboratuvar uygulamalarının daha etkili olduğu (Yanti vd., 2023; Estatiev, Hristova ve Gabrovska-Estatieva, 2022; Mutlu,2015) ve sanal ile gerçek laboratuvar uygulamaları arasında anlamlı bir farklılığın bulunmadığı (Brinson, 2017) çalışmalar mevcuttur. Laboratuvar türü, yani sanal veya gerçek laboratuvar kullanımı, öğrenme ortamının önemli bir bileşenidir. Ancak, laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etkisi, büyük ölçüde kullanılan öğretim yöntemlerine bağlıdır. Bu bağlamda, etkili bir öğretim yöntemi ile desteklenen bir laboratuvar uygulaması, öğrencilere daha derin bir öğrenme deneyimi sunabilir, dolayısıyla başarıyı artırabilir. Nitekim araştırma kapsamında BTÖS ile ÖPL arasında BTÖS lehine anlamlı bir fark çıkmıştır. Bu sonuç alanyazındaki çalışmalarla da benzerlik göstermektedir (Bozan, 2022; Wulansari vd., 2020; Al-Balushi ve Al-Balushi, 2018; Oktay-Esen, 2014; İnci, 2014; Saleh, 2012; Keleş, 2007). Bozan (2007) fen bilimleri dersinde algodoo destekli beyin temelli öğrenme modelinin akademik başarıyı arttırmada, öğretim programına göre daha etkili olduğunu belirlemiştir. Al-Balushi ve Al-Balushi (2018) fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenmenin sekizinci sınıf öğrencilerin başarısına etkisini incelemişlerdir. Araştırmada bir kontrol grubu ve iki deney grubu olmak üzere üç grup bulunmaktadır. Birinci deney grubunda beyin temelli öğrenme, ikinci grupta teknoloji destekli beyin temelli öğrenme, kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Teknoloji destekli beyin temelli öğrenmenin akademik başarıyı arttırmada daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışladır.

Araştırmada akademik başarıya ilişkin nicel verilerle birlikte nitel verilerden de yararlanılmıştır. Öğrenciler sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile derslerin eğlenceli ve verimli geçtiğini, kalıcı öğrenmeler gerçekleştirerek başarılarına olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Derslerin eğlenceli ve verimli geçmesinde sanal laboratuvarda deney yapma ve grup çalışmasının yanı sıra beyin temelli öğrenme yaklaşımı kapsamında egzersiz yapma, müzik dinlemenin de etkili olduğu cevaplarını vermişlerdir. Sonuç olarak beyin temelli öğrenme yaklaşımının, sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla birleştirilmesi, öğrencilerin öğrenme

deneyimlerini zenginleştirmekte ve akademik başarıyı olumlu yönde etkilemektedir. Bu sonuç alan yazındaki nitel desenli çalışmalarla da benzerlik göstermektedir (Gülden, 2022; Kahraman,2021; Üçüncü, 2017). Gülden (2022) çalışmasında öğrenci görüşlerinin beyin temelli öğrenme yaklaşımının başarıyı arttığı yönünde olduğunu belirlemiştir.

Özetle, araştırmanın birinci alt problemine yönelik nicel ve nitel bulgular birlikte ele alındığında beyin temelli öğrenme yaklaşımının akademik başarı üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu ve bu etkinin sanal laboratuvarlarla desteklendiğinde daha da belirginleştiği tespit edilmiştir. Özellikle, öğrenciler sanal laboratuvarlarla desteklenen beyin temelli öğrenme yaklaşımının, derslerin eğlenceli ve verimli geçmesini sağladığını ve kalıcı öğrenmeye yardımcı olduğunu ifade etmiş olmaları bu sonucu destekler niteliktedir. Nicel ve nitel veriler, beyin temelli öğrenmenin akademik başarıyı artırmada etkili olduğu yönünde birbiriyle tutarlı sonuçlar sunmaktadır. Sanal laboratuvarların etkileşimli bir ortam sunması bakımından eğlenceli ve verimli bulunması, bu laboratuvarların beyin temelli öğrenme ile birleştirilerek kullanımının daha etkili olabileceğini göstermektedir.

5.1.2. İkinci alt probleme yönelik sonuç ve tartışma

Araştırmanın ikinci alt probleminin amacı sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı ve öğretim programı uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerin Fen dersine yönelik motivasyonları üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu incelemektedir. Bu amaca yönelik bulgular nicel olarak FÖYMÖ ile nitel olarak ise yarı-yapılandırılmış görüşme ve öğrenci günlüklerinden elde edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin FÖYMÖ'deki araştırmaya, performansa ve iletişime yönelik alt boyutlarında öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin beyin temelli öğrenme lehine olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde FÖYMÖ'deki araştırmaya, performansa ve iletişime yönelik alt boyutlarında laboratuvar türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin sanal laboratuvar uygulamaları lehine olduğu tespit edilmiştir. Öğretim türü ve laboratuvar türü ortak etkileşiminin etkisi ise sadece katılıma yönelik motivasyon alt boyutunda anlamlı çıkmıştır.

BTÖS, BTÖL, ÖPL ve ÖPS gruplarının FÖYMÖ son test puanları karşılaştırıldığında ise araştırmaya yönelik motivasyon alt boyutunda BTÖS ile diğer üç grup arasında BTÖS lehine, BTÖL ile ÖPL arasında BTÖL lehine ve ÖPS ve ÖPL arasında ÖPS lehine anlamlı bir fark belirlenmiştir. Performansa yönelik alt boyutunda ise BTÖS ve ÖPL arasında BTÖS

lehine, BTÖL ve ÖPL arasında BTÖL lehine ve ÖPS ve ÖPL arasında ÖPS lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir. İletişim alt boyutunda da BTÖS ve diğer üç grup arasında BTÖS lehine bir fark olduğu görülürken, işbirlikli öğrenmeye ve katılıma yönelik motivasyon alt boyutlarında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Özellikle BTÖS grubu lehine anlamlı farklılıkların oluşması, sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin motivasyonlarına pozitif yöndeki etkisini vurgulamaktadır.

Sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı, grup çalışmalarının yapıldığı etkileşimli ve dinamik bir öğrenme ortamı sunarak öğrencilerin aktif katılımını teşvik eder. Öğrenciler öğrenme süreçlerinde aktif rol alarak, daha fazla sorumluluk hissederler. Bu sorumluluk bilincinin öğrencilerin araştırma, performans ve iletişime yönelik motivasyonlarına olumlu yönde katkı sağladığı görülmüştür (Çakmak, Akgün ve Salur, 2022). Beyin temelli öğrenme yaklaşımında, her öğrencinin farklı öğrenme stili olduğu dikkate alınarak eğitim süreçleri buna göre düzenlenir (Caine ve Caine, 2002). Bu yaklaşım, öğrencilerin kendi öğrenme yollarını keşfetmelerine ve güçlü yönlerini kullanmalarına olanak tanır, bu da öğrencilerin derse olan motivasyonlarını artırır (Saleh, 2012; Akyürek, 2012). Ayrıca sanal laboratuvarlar, öğrencilerin deneyimleri sırasında anında geri bildirim alabileceği, hata yapmaktan korkmadan denemeler yapabileceği güvenli bir alan sunar. Bu güvenli ortam, öğrencilerin kendilerini ifade etmelerini ve başkalarıyla fikirlerini paylaşmalarını kolaylaştırır. Araştırma kapsamında öğrencilere konuları tartışırken kendi deneyimlerini ve gözlemlerini paylaşacakları ortamlar sunulması iletişim motivasyonlarını artırdığı görülmektedir. Özetle beyin temelli öğrenme yaklaşımının ve sanal laboratuvar uygulamalarının birleşiminin öğrencilerin motivasyonları üzerindeki olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Bu durum, beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha aktif katılımını teşvik etmesi ve sanal laboratuvarların sağladığı etkileşimli ve güvenli ortamın, öğrencilerin araştırma, performans ve iletişime yönelik motivasyonlarını artırmada etkili olduğu söylenebilir. Alanyazındaki çalışmalara bakıldığında araştırma sonuçlarının bu çalışmalarla uyum içinde olduğu, beyin temelli öğrenme yaklaşımının (Raihan vd., 2024; Jeffrey, 2019; Sani vd., 2019; Akyürek, 2012; Yıldırım, 2010), sanal laboratuvar uygulamalarının (Evstatiev vd., 2022; Rohim ve Ellianawati, 2020; Sudlow-Naggie, 2020) ve sanal laboratuvar uygulamaları ile zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının (Saleh, 2012) öğrencilerin motivasyonlarına olumlu yönde etkisi olduğu görülmektedir. Akyürek (2012) beyin temelli

öğrenme modelinin Fen Bilimleri dersinde 8. Sınıf öğrencilerinin motivasyonlarını arttırmada öğretim programına kıyasla daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Raihan vd., (2024) beyin temelli öğrenme yaklaşımının fen bilimleri dersinde öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Rohim ve Ellianawati, (2020) sanal laboratuvar uygulamalarının sekizinci sınıf fen bilimleri dersinde kullanılmasının öğrencilerin öğrenme motivasyonunu önemli ölçüde arttırdığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Alnaser ve Forawi (2024), sanal laboratuvarların, fen bilimleri dersinde öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığını belirlemişlerdir. Saleh (2012) ise sanal ortamda deneyler yapabilmelerine imkan veren beyin temelli öğrenme yaklaşımına uygun dijital öğrenme materyalinin öğrencilerin motivasyonlarına pozitif yönde katkısı olduğunu belirlemiştir.

Öğrenciler, grup çalışmaları sırasında birbirleriyle etkileşime geçtiklerinde, doğal olarak işbirlikli öğrenme ve katılım motivasyonu geliştirirler (Uzun ve Keleş,2012). Ayrıca öğrencilerin sosyal etkileşim ve grup dinamikleri, benzer motivasyonlar geliştirmelerini sağlayabilir. Araştırma kapsamında BTÖS ve BTÖL gruplarında tüm etkinliklerde, ÖPS ve ÖPL gruplarında da deney etkinliklerinde işbirlikli öğrenme ve tartışma ortamı sağlanmıştır. Bu durum araştırma kapsamında işbirlikli öğrenmeye ve katılıma yönelik motivasyon alt boyutlarında anlamlı bir farklılığın çıkmaması olası nedenlerinden biri sayılabilir.

Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında nicel verilerin yanı sıra nitel verilerden de yararlanılmıştır. Farklı uygulamaların öğrencilerin motivasyonlarına etkisine ilişkin görüşlerde motivasyonumu arttırdı cevabı en yüksek oranda BTÖS ve ÖPS gruplarındaki öğrenciler tarafından verilmiştir. Bu durum, sanal laboratuvarların öğrencilerin motivasyonunu artırmada etkili olduğunu göstermektedir. BTÖL ve ÖPL gruplarında ise motivasyonumu arttırdı cevabı oranı daha düşüktür. Bu fark, sanal laboratuvarların öğrencilere daha fazla özgürlük ve esneklik sunarak motivasyonlarını artırmasından kaynaklanabilir. Çünkü sanal laboratuvarlar, öğrencilerin deney yapma süreçlerinde daha fazla kontrol sahibi olmalarını, kendi hızlarında öğrenmelerini sağlar ve öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını artırır (Kavlak ve Birhanlı, 2023). BTÖS ve BTÖL grubundaki öğrenciler beyin temelli öğrenme sürecindeki uygulamalarda müzik dinleme, çok etkinlik yapma, rahat hareket etme, atıştırmalık tüketme, egzersiz yapma ve defter ve kitap olmadan ders işleme gibi aktivitelerin öğrenme süreçlerinde daha rahat ve özgür hissetmelerini sağlayarak motivasyonlarını artırdığı yönünde görüşler bildirmişlerdir. Bununla birlikte bu

gruplardaki öğrenciler bu aktiviteleri uygulama sürecindeki en beğendikleri yönlerden biri olarak belirtmişlerdir.

ÖPS ve BTÖS gruplarındaki öğrenciler bilgisayarda deney yapmanın motivasyonlarına olumlu etkisi olduğunu belirtirken, bu gruplardaki öğrencilerin çok az bir bölümü sanal laboratuvarda deney yapmanın motivasyonlarını olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bu durum, az sayıda da olsa bazı öğrencilerin sanal deneyleri gerçek deneyler kadar etkili bulmamasından kaynaklanabilir.

BTÖL ve ÖPL gruplarındaki öğrenciler düzeneği tekrar kurmanın motivasyonlarını olumsuz yönde etkilediğini söylemişledir. Bu durum, öğrencilerin deney düzeneklerini tekrar kurarken zaman kaybetmelerinden ve bu sürecin motivasyonlarını olumsuz etkilemesinden kaynaklanabilir (Sudlow-Naggie, 2020). Nitekim BTÖL ve ÖPL gruplarındaki öğrenciler deney düzeneği kurmada zorlandıklarını ve zaman alıcı olması sebebiyle uygulama sürecindeki en beğenmedikleri noktalardan biri olduğunu görüşlerinde belirtmişlerdir.

Tüm gruplardaki öğrenciler grup çalışmasının motivasyonlarını arttırdığını derse daha fazla katılım sağladıklarını belirtmişlerdir. Grup çalışmasının motivasyona olumlu etkisi cevabı en yüksek oranda BTÖS ve BTÖL gruplarındaki öğrenciler tarafından bildirilmiştir. Benzer şekilde yapılan etkinliklerin öğrencilere katkılarına ilişkin görüşlerde de bu gruplardaki öğrenciler işbirlikli öğrenme cevabını vermişlerdir. Buradan hareketle sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencileri işbirlikli öğrenmeye motivasyonlarını olumlu etkisi olduğu söylenebilir. BTÖS ve BTÖL gruplarında yapılan etkinliklerin öğrencilere katkılarına ilişkin görüşlerde öğrenciler ders içi katılımı arttırma cevabını en yüksek oranda BTÖS ve BTÖL gruplarındaki öğrenciler tarafından verilmiştir. Bu bağlamda beyin temelli öğrenme yaklaşımlarının ders içi katılımı teşvik ettiği söylenebilir. Alanyazındaki nitel desenli çalışmalar incelendiğinde de benzer sonuçlar olduğu görülmektedir. Baş (2022) sanal laboratuvarların ders verimliliğini artırdığını, öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonlarını pozitif yönde etkilediğini tespit etmiştir. Kocaoğlu (2015) beyin temelli öğrenmeye dayalı ağ günlüklerinin fen bilimleri dersinde öğrenci etkileşimini arttırdığını belirlemiştir.

Özetle nicel analizler, beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin motivasyonlarının genel olarak daha yüksek seviyelerde olduğunu ortaya koyarken, sanal laboratuvarların ise özellikle özgürlük ve esneklik sağlayarak öğrencilerin katılımını teşvik ettiği görülmüştür. Bununla birlikte, bazı öğrenciler sanal laboratuvarları, gerçek deneyler kadar etkili bulmadığını belirtmişlerdir. Öğrenciler, özellikle grup çalışmaları sırasında birbirleriyle etkileşimde bulunarak işbirlikli öğrenme ve katılım motivasyonlarını artırmışlardır. Bu bulgular, grup dinamiklerinin ve etkileşimli öğrenme ortamlarının motivasyonu olumlu yönde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Nitel verilerden elde edilen bulgular da bu durumu destekler niteliktedir. Öğrenciler, beyin temelli öğrenme uygulamaları sırasında müzik dinleme, etkinlik yapma, rahat hareket etme gibi özgürleştirici aktivitelerin motivasyonlarını artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca sanal laboratuvar uygulamaları, öğrencilere deney süreçlerinde daha fazla kontrol sağlamaları ve kendi hızlarında öğrenmeleri konusunda fırsatlar sunmuştur. Bu tür uygulamalar, öğrencilerin daha fazla sorumluluk almasına ve kendi öğrenme süreçlerine aktif katılım göstermelerine olanak tanımıştır. Sonuç olarak Beyin Temelli Öğrenme ve sanal laborautvar uygulamalarının birleştirilmesi, öğrencilerin farklı öğrenme ihtiyaçlarına cevap veren bir model ortaya koymuş olup bunun da motivasyon üzerinde pozitif bir etki yaratmış olduğu söylenebilir.

5.1.3. Üçüncü alt probleme yönelik sonuç ve tartışma

Araştırmanın üçüncü alt probleminin amacı sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı ve öğretim programı uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin fen öğreniminde 21.yüzyıl becerilerine etkisini incelemektir. Bu amaca yönelik bulgular nicel olarak FÖBÖ ile, nitel olarak ise yarı-yapılandırılmış görüşme ve öğrenci günlüklerinden elde edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin FÖBÖ'deki tüm alt boyutlarda öğretim türü değişkenin temel etkisi anlamlı bulunmuş ve bu etkinin beyin temelli öğrenme lehine olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda laboratuvar türü değişkenin temel etkisi FÖBÖ'deki sadece bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme alt boyutunda anlamlı bulunmuş ve bu etkinin sanal laboratuvar uygulamaları lehine olduğu tespit edilmiştir.

BTÖS, BTÖL, ÖPL ve ÖPS gruplarının FÖBÖ son test puanları karşılaştırıldığında bilgi üretme yeterliliği alt boyutları hariç tüm alt boyutlarda, BTÖL ve ÖPL arasında BTÖL

lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu ek olarak öz yönelimli öğrenme, bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme, işbirlikli öğrenme, problem çözme becerisi ve bilgi üretme yeterliliği alt boyutlarında BTÖS ve ÖPL arasında BTÖS lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Hem gruplar arasında BTÖL ve BTÖS grupları lehine anlamlı bir fark olması, hem de öğretim türü değişkeninin temel etkisinde beyin temelli öğrenme yaklaşımı lehine anlamlı bir fark olması, beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin 21.yüzyıl becerilerine olumlu yönde etkileri olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, beyin temelli öğrenmenin, öğrenme sürecini öğrencinin zihinsel süreçlerine ve nörobilimsel temellere dayalı olarak yapılandırdığını (Jensen, 2008; Sousa, 2011) ve bu sayede öğrencilerin bilgiyi anlamlandırma, ilişkilendirme ve uzun süreli hafızaya yerleştirme süreçlerini iyileştirerek, bu becerilerin gelişimine katkı sağladığını göstermektedir.

Laboratuvar türü değişkeninin "bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme" alt boyutunda sanal laboratuvarlar lehine anlamlı bir fark yaratması, teknoloji destekli öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilişsel süreçlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Sanal laboratuvarların, öğrencilere deneysel süreçleri daha fazla keşfetme, hata yapma ve öğrenme fırsatı sunması, anlamlı öğrenmeyi desteklemiş olabilir (Dalgarno ve Lee, 2010). Hardiatun (2019), sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilgi işlem becerilerinin ve dijital araç ve yazılımları kullanabilme yeteneğinin gelişmesine katkı sağladığını belirtmiştir. Gerçek laboratuvarlarda kaynak ve zaman kısıtlamaları nedeniyle sınırlı deney yapma imkânı, sanal laboratuvarlar aracılığıyla aşılmış ve bu da öğrencilerin daha fazla bilgi işleme teknolojilerini kullanarak öğrenme süreçlerine katılımını sağlamıştır. Sanal laboratuvarlar, öğrencilere gerçek dünyadaki deneyleri simüle etme imkânı tanıdığı için, bilgiye erişim ve uygulama konusundaki esnekliklerinin anlamlı öğrenmeyi artırdığı düşünülmektedir.

Öz yönelimli öğrenme, öğrencilerin öğrenme süreçlerini kendi hedeflerine göre yönlendirme ve yönetme becerisi olarak tanımlanır ve bu, içsel motivasyon ve kişisel hedeflerle doğrudan ilişkilidir (Deci ve Ryan, 2000). Sanal ve gerçek laboratuvarların, öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını teşvik etmesi, öz yönelimli öğrenmeyi desteklerken, bu iki laboratuvar türü arasında anlamlı bir fark bulunmaması, her iki ortamın da öğrencilerin öğrenme süreçlerini yönetme yeteneklerini benzer biçimde geliştirdiği söylenebilir (Schunk, 2003). Sanal laboratuvarlar, öğrencilerin kendi hızlarında öğrenme

fırsatı sunarken, gerçek laboratuvarlar somut deney yapma ve hataları gözlemleme olanağı tanıyarak, bu becerinin gelişimine katkıda bulunmaktadır. Bu durum laboratuvar türü değişkenin temel etkisinde anlamlı bir farkın çıkmamasının olası sebepleri olarak düşünülmektedir.

Bilgi üretme yeterliliği, öğrencilerin bilgiye erişim, bilgiyi analiz etme ve yeni bilgi üretme yeteneklerini ifade eder. Bu süreç, eleştirel düşünme becerisiyle doğrudan ilişkilidir, çünkü eleştirel düşünme, bireylerin elde ettikleri bilgileri sorgulama ve değerlendirme yeteneğini geliştirmektedir (Hotaman, 2020). Problem çözme becerisi ise, bireylerin karşılaştıkları sorunlara yaratıcı ve etkili çözümler bulmalarını destekler (Kıraç ve Elaldı, 2023). Hem eleştirel düşünme hem de problem çözme becerilerinin birbirini desteklemesi, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Yaratıcı düşünme, bireylerin yenilikçi ve özgün çözümler geliştirmesini teşvik ederken, işbirlikli öğrenme, grup çalışması yoluyla bu süreçleri daha etkin hale getirir (Hotaman, 2020). Johnson ve Johnson (1994), işbirlikli öğrenmenin sosyal etkileşim yoluyla öğrencilerin farklı bakış açıları geliştirmesine olanak tanıyarak üst düzey düşünme becerilerini güçlendirdiğini belirtmiştir. Bu süreçte öğrenciler, işbirliği yaparak farklı düşünceleri değerlendirir ve daha kapsamlı bir öğrenme deneyimi yaşarlar.

Araştırmada, laboratuvar türü değişkenin etkisi bakımından anlamlı bir farkın oluşmaması, öğrencilerin her iki laboratuvar uygulamalarında deneyleri yaparken grup halinde çalışmaları, bu becerilerin etkileşimli ve işbirlikli bir öğrenme süreci içerisinde daha da güçlendiğini ortaya koymaktadır. Johnson ve Johnson (1994), işbirlikli öğrenmenin sosyal etkileşimi teşvik ettiğini ve üst düzey düşünme becerilerini artırdığını belirtmiştir. Öğrencilerin her iki laboratuvar uygulamaları sırasında deney sonuçlarını sorgulama, hipotezleri test etme ve verileri değerlendirme süreçleri, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirirken, aynı zamanda grup içinde fikir alışverişi yapmalarını sağlamış, böylece problem çözme ve işbirlikli öğrenme süreçlerini pekiştirmiştir.

Araştırmada, BTÖL ve BTÖS grupları lehine anlamlı fark çıkmasının temel nedeni, hem beyin temelli öğrenmenin hem de laboratuvar ortamlarının 21. yüzyıl becerilerini destekleyen unsurlar sunmasıdır. Beyin temelli öğrenme sayesinde öğrenciler, derinlemesine öğrenme ve bilgiyi uzun süreli hafızaya yerleştirme süreçlerinde daha başarılı olurlar. Gerçek ve sanal laboratuvarlar ise bu öğrenme süreçlerini zenginleştirerek, öğrencilere daha fazla deneyim ve pratik yapma imkânı sağlar. Bu durum, bu iki grup lehine anlamlı fark

çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Annakodi ve Ramakrishan, (2013) beyin temelli öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını teşvik ederek, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini vurgulamıştır. Ayrıca, beyin temelli öğrenme, işbirlikli öğrenme süreçleri aracılığıyla sosyal etkileşimi artırır (Duman, 2015; Jensen, 2008). Teknoloji entegrasyonu da bu yaklaşımın bir parçası olup; sanal laboratuvarlar ve dijital araçlar, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirir (Al-Balushi ve Al-Balushi, 2018). Sonuç olarak, araştırma bulguları sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin fen öğreniminde 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuç alanyazındaki çalışmalarla da paralellik göstermektedir. Bozan (2022) Algodoo destekli beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin problem çözme becerilerine olumlu etkisi olduğunu belirlemiştir. Raihan ve arkadaşları, (2024), fen derslerinde beyin temelli öğrenme yaklaşımının uygulanmasının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini tespit etmiştir. Benzer şekilde, Zakaria vd., (2021), çalışmalarında beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Annakodi ve Ramakrishan (2013) ise bu yaklaşımın öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşünme becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğunu vurgularken, Zuhriyah ve Augistine (2020) üst düzey düşünme becerilerine olumlu katkısı olduğunu belirtmişlerdir. Akçay vd., (2023) çalışmalarında beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin üstbilişsel farkındalığını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi kapsamında nicel verilerin yanı sıra nitel verilerden de yararlanılmıştır. FÖBÖ'ye ilişkin alt boyutlar nitel verilere dayanarak değerlendirildiğinde, BTÖL ve ÖPL gruplarındaki öğrenciler, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini kullanmaları gereken "bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma" ve "deney düzeneği kurma" konularında zorlandıklarını belirtmişlerdir. Bu zorluklar, özellikle laboratuvar ortamında kullanılan ekipman ve güvenlik kısıtlamalarından kaynaklanabilmektedir. Nitekim nicel bulgularda kritik düşünme ve problem çözme alt boyutlarında BTÖS ve BTÖL grupları arasında BTÖS lehine lehine fark olması, sanal laboratuvarların öğrencilere daha güvenli, erişilebilir ve esnek bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermektedir.

Alnaser ve Forawi (2024), sanal laboratuvarların, yeterli ekipman ve güvenlik önlemleri olmadığında gerçek laboratuvarlara uygun bir alternatif olabilecek güçlü etkileşimli araçlar

olduğunu belirtmektedir. Öğrenciler, sanal ortamlarda daha az riskle deney yapma ve deneyleri tekrarlama fırsatı bulmakta, bu da onların eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (Arjamand ve Khattak, 2013). Nitekim BTÖS ve ÖPS gruplarındaki öğrencilerin bu becerilerde daha az zorluk yaşadıklarına ilişkin görüşleri, sanal laboratuvarların etkinliğini desteklemektedir.

Buna ek olarak, BTÖS ve ÖPS gruplarındaki öğrenciler, "bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma" ve "deney düzeneği kurma" gibi konularda kendilerini daha güçlü hissettiklerini ifade etmişlerdir. BTÖS ve ÖPS gruplarındaki öğrencilerin sanal laboratuvar uygulamalarıyla ilgili olumlu görüşleri doğrultusunda, "sanal ortamda deney yapma" becerilerini güçlü yönlerinden biri olarak nitelendirdikleri gözlenmiştir.

Nicel bulgular, laboratuvar değişkeninin temel etkisinin anlamlı bir fark yaratmadığını gösterse de, nitel verilere dayalı öğrenci geri bildirimleri sanal laboratuvar uygulamalarının eleştirel düşünme, problem çözme becerilerine olumlu katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır. Irwanto'nun (2018) nitel desenli çalışması da öğrencilerin sanal laboratuvarların eleştirel düşünme, problem çözme becerilerini olumlu yönde geliştirdiğine ilişkin görüşlerini desteklemektedir.

BTÖS ve BTÖL gruplarının öğrencileri üzerinde yapılan etkinliklerin olumlu etkilerinin olduğunu göstermektedir. Özellikle günlük hayatla ilişkilendirme, yeni bilgilerin öğrenilmesi ve bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma konularında sağlanan katkılar, bu iki grup için anlamlı bir fark olduğunu desteklemektedir. Ayrıca, sanal laboratuvar uygulamalarının, öğrencilerin teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmalarını sağlaması ve ders içi katılımı artırması, eğitim süreçlerinin güçlenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu bulgular, sanal ve gerçek laboratuvarların öğrenci başarısına yönelik etkilerini vurgulamakta ve eğitimde bu tür uygulamaların önemini gözler önüne sermektedir.

Ayrıca tüm gruplardaki öğrenciler, yapılan etkinliklerin öğrencilere sağladığı katkılara ilişkin "günlük hayatla ilişkilendirme", "yeni bilgilerin öğrenilmesi", "bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma"," teknolojiyi derste kullanma" ve "ders içi katılımı arttırma" cevaplarını vermiş olup, bu cevaplar BTÖS ve BTÖL gruplarında daha yüksektir. Öğrencilerin deney yaparken yaratıcılıklarını, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini kullanmaları, 21. yüzyıl becerilerinin bir parçasıdır. Öğrencilerin deneyler sırasında yaptıkları gözlemlerle günlük yaşamla bağlantı kurmaları, yenilikçi düşünme

yeteneklerini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin bilgisayar ve internet kullanımı konusundaki deneyimlerinin, bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme becerilerini artırdığı görülmektedir. Bu bulgular, öğrencilerin 21.yüzyıl becerilerini geliştirmekte sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımın olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu bulgular nicel bulgularla uyum göstermektedir.

Özetle nicel ve nitel bulgular birlikte ele alındığında, sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının, 21. yüzyıl becerileri açısından etkili olduğunu ortaya koymuştur. Beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin bilgiyi anlamlandırma, ilişkilendirme ve uzun süreli hafızaya yerleştirme süreçlerini iyileştirerek eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi becerilere katkı sağladığı görülmektedir. Ayrıca, sanal laboratuvarların bilgi işlem becerilerini artırarak anlamlı öğrenmeyi desteklediği, gerçek laboratuvarların ise somut deney yapma imkânı tanıyarak bu süreçleri tamamladığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.4. Dördüncü alt probleme yönelik sonuç ve tartışma

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Öğrencilerin öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine ilişkin görüşleri nasıldır?” şeklinde belirlenmiştir. Bu araştırma sorusuna yönelik bulgular yarı-yapılandırılmış görüşme ve öğrenci günlüklerinden elde edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, BTÖS, BTÖL, ÖPS ve ÖPL gruplarındaki öğrenciler, öğrenme ortamlarını genel olarak olumlu değerlendirmiştir. "Eğlenceli", "güzel", "verimli" ve “kalıcı öğrenmeyi sağlama” gibi ifadeler sıkça öne çıkarken, olumsuz görüşler "günlük yazma" ve "sıkıcı" gibi unsurlar etrafında yoğunlaşmıştır. Öğrenciler, öğrendikleri bilgileri günlük hayatta ilişkilendirebilme yeteneklerini artırdıklarını ifade ederek, öğrenme süreçlerinin hayatlarına olumlu etkisini vurgulamışlardır. Ancak, günlük yazma gibi görevlerin az da olsa bazı öğrenciler tarafından sıkıcı bulunması, öğrenme ortamlarının etkinliğini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Gülden (2022), Kahraman (2021), Albayrak (2019), Uğurlu (2019), Williams (2018), Üçüncü (2017), Bozdağ (2015), Şeyihoğlu ve Kaptan (2012), Koyuncu (2009), Yağlı (2008), Çengelci (2007) tarafından yapılan görüşmeler de bu araştırmaya benzer bulgular elde edilmiştir. Bu görüşmelerde, öğrencilerin beyin temelli öğrenmeye yönelik olumlu görüşe sahip oldukları ve beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrenciyi ezbercilikten uzaklaştırdığını, öğrencide kalıcı ve zevkli öğrenme sağladığı görüşünü ortaya koymuşlardır.

Öğrencilerin deney yapma sürecine ilişkin görüşlerde, tüm gruplardaki öğrenciler, bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapmada zorluk çektiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, deney yaparken kendilerini güçlü ve zayıf gördükleri yönler arasında, "bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma" en belirgin zayıf yön olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, öğrencilerin deney süreçlerinde teorik bilgiye sahip olmalarına rağmen, pratik uygulama sırasında zorluk yaşadıklarını göstermektedir. Sanal laboratuvarın kullanılmadığı BTÖL ve ÖPL gruplarındaki öğrenciler, "deney düzeneği kurma" aşamasında zorluk yaşadıklarını ve bunun sonucunda zaman yönetimi konusunda sıkıntılar çektiklerini ifade etmişlerdir. Bu, deney düzeneği kurmanın karmaşık ve öğrenilmesi gereken bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

Teknoloji kullanımı açısından, BTÖS ve ÖPS grupları, sanal laboratuvar uygulamaları sayesinde sanal ortamda deney yapma ve bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma becerilerinin güçlü yönlerinden biri haline geldiklerini belirtmişlerdir. Buna karşın, bu gruptaki öğrenciler internet bağlantısı sorunları, bilgisayar kullanımına ilişkin zorluklar gibi teknolojik engellerle karşılaştıklarını da ifade etmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin sanal ortamda deney yapma konusundaki olumlu görüşlerinin yanı sıra, sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenme fırsatları sunduğunu ancak teknolojinin getirdiği zorlukların da farkında olduklarını göstermektedir. Duman (2015) fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar uygulamalarının kullanımının ilişkin çalışmasında, öğrenciler sanal laboratuvarda deney yaparken zorlandıklarını ancak öğretmen rehberliğinde bu sorunları çözdüklerini belirtirken, sanal ortamda deney yapmanın eğlenceli ve öğrenmelerine katkı sağladığını vurgulamışlardır. Koç- Ünal (2019), çalışmasında sanal laboratuvar uygulamalarına ilişkin öğrenciler olumlu görüşlerinin yanı sıra bilgisayar kullanımı esnasında zorluklar yaşadıklarını ve süre sıkıntısı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Aydın (2018), çalışmasında, ortaokul fen bilimleri dersinde asit-baz konusunu geleneksel laboratuvar yöntemleri ve sanal laboratuvar uygulamaları kullanarak karşılaştırmıştır. Öğrencilere uygulanan açık uçlu görüşme formundan elde ettiği sonuçlara göre, katılımcılar sanal laboratuvar uygulamalarından zevk aldıklarını ve bu uygulamaların öğrenmelerine katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Baş (2022) fen eğitiminde sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisini incelediği çalışmasının nitel boyutunda öğrencilerin sanal laboratuvar uygulamalarına ilişkin görüşlerinin olumlu olduğunu tespit etmiştir. Bu bağlamda, araştırma sonuçlarının alanyazındaki çalışmalarla benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Öğrencilerin yapılan etkinliklerden elde ettikleri olumlu katkılar arasında en çok "günlük hayatla ilişkilendirme" ve "yeni bilgilerin öğrenilmesi" öne çıkmaktadır. Tüm gruplar, yapılan etkinliklerin olumlu katkılar sağladığını belirtmişlerdir. BTÖS grubundaki öğrenciler, teknolojinin derslerde kullanılması ve bilimsel araştırma yöntemlerine dayalı deney yapma konularında olumlu görüşler bildirmiştir. ÖPS grubu, ders içi katılımı artırma ve işbirlikçi öğrenme konusunda daha düşük olumlu görüşlere sahipken, teknolojiyi derslerde kullanma konusunda ise olumlu geri bildirimde bulunmuşlardır. ÖPL grubu ise işbirlikçi öğrenme ve günlük hayatla ilişkilendirme konularında daha belirgin olumlu görüşler bildirmiştir. Gülden (2022), Üçüncü (2017) ve Koyuncu (2009) da çalışmalarında öğrenciler normal sıra düzenine kıyasla gruplar halinde iş birliği içinde çalışmalarını daha çok sevdiklerini belirtmişledir.

Öğrencilerin uygulama sürecinde en beğendiği yönler, grup çalışmasının sağladığı birlikte öğrenme imkânı ve sanal laboratuvar deneylerinin pratikliği olmuştur. Ayrıca, beyin temelli öğrenme uygulamaları olan müzik dinleme, egzersiz yapma ve atıştırmalık tüketimi gibi aktivitelerin dinlendirici ve motive edici özellikleri öğrenciler tarafından beğenilmiştir. Alanyazındaki nitel desenli çalışmalara bakıldığında öğrenme sürecinde müzik dinlemenin, egzersiz yapmanın (Önsü, 2005; Koyuncu, 2009; Üçüncü, 2017; Kahraman, 2021), ve atıştırmalık tüketimine ilişkin (Kahraman, 2021) öğrenci görüşlerinin olumlu olduğu görülmektedir. Bu bağlamda araştırma sonuçlarının bu çalışmalarla uyum içinde olduğu söylenebilir. Üçüncü (2017) araştırmasında dördüncü sınıf Fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme modelinin sınıf içinde gerçekleştirilen fiziksel egzersizler, müzik dinleme, atıştırmalık tüketimine ilişkin öğrencilerin olumlu görüşleri olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Kahraman (2021) çalışmasında ortaokul yedinci. sınıf fen bilimleri dersi hücre ve bölünmeler ünitesinde, beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç beceri düzeyleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmasının nitel boyutunda öğrenciler belirli aralıklarla müzik dinleme, müzik eşliğinde oyun oynama, su içme, sınıfın sık sık havalandırılması, çikolata ve kuru yemiş tüketimi gibi faktörlerin başarılarına olumlu yönde katkısı olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuç olarak bu bulgular, sanal laboratuvar uygulamaları ve beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin öğrenme süreçlerini olumlu şekilde etkilediğini ortaya koymaktadır. Miller (2004) tarafından yapılan başka bir çalışma ise, teknoloji destekli beyin temelli öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde sürekli aktif olmalarını

sağladığını ve bireysel yeteneklerini en iyi şekilde sergilemelerine ve motivasyonlarına olumlu yönde katkı sağladığını ortaya koymuştur. Paliç (2009), 9. sınıf enerji ünitesine yönelik beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyaline ilişkin uzman görüşlerini incelediği çalışmasında, öğrencilerin doğal ortamlarda günlük yaşamlarıyla ilişkilendirerek öğrenmelerini sağladığını ve bu süreçte sorgulama ile eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olduğunu belirtmiştir.

5.2.Öneriler

5.2.1. Araştırma sonuçlarına yönelik öneriler

1) Araştırma sonuçları, öğretim stratejilerinin, laboratuvar türü veya kullanılan teknoloji kadar hatta onlardan daha önemli bir etken olduğunu göstermektedir. Beyin temelli öğrenme yaklaşımı, öğrenme sürecini öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun şekilde yapılandırarak başarıyı artırmıştır. Dolayısıyla fen öğretiminde daha fazla kullanılması önerilmektedir

2) Sürekli gelişen teknolojiyle birlikte sanal laboratuvar uygulamaları, eğitim ve teknolojiyi birleştirerek eğitim hayatına entegre olmaktadır. Bu uygulamalar, fen bilimleri derslerini daha ilgi çekici hale getirmektedir. Nitekim yapılan görüşmelerde öğrenciler sanal laboratuvar uygulamalarının teknolojik, hızlı, pratik olduğunu ve anlamlı öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Dolayısıyla okullardaki bilişim sınıflarına veya sınıflardaki akıllı tahtalara gerekli simülasyonlar eklenerek, sanal laboratuvar uygulamalarının kullanımı teşvik edilebilir.

3) Araştırmada kullanılan sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrenci başarısını arttırdığı dikkate alındığında bu modelin fen bilimleri dersindeki farklı konuların öğrenilmesinde de kullanılması tavsiye edilmektedir.

4)Öğrenci günlüklerinden ve yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlar, öğrencilerin geliştirilen beyin temelli öğrenme ilkelerine uygun sanal ve gerçek laboratuvar etkinliklerini beğendiklerini ve eğlenceli bulduklarını göstermektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerini desteklemek amacıyla, öğretmenler derslerinde beyin temelli öğrenme ilkelerine uygun laboratuvar etkinliklerine daha fazla yer verebilirler.

5)Araştırma sonuçları beyin temelli öğrenme ve sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin motivasyonlarını arttırmada güçlü bir sinerji oluşturduğunu ortaya

koymaktadır. Sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının fen bilimleri derslerinde kullanılması ve bu modelin farklı eğitim düzeylerinde ve branşlarda uygulanabilirliği üzerine çalışmalar yapılması önerilmektedir.

6) Öğrenci günlüklerinde ve yapılan görüşmelerde beyin temelli öğrenme yaklaşımı doğrultusunda yapılan etkinliklerin, müzik dinleme, rahat hareket erme ve fiziksel egzersizlerin öğrencilerin motivasyonlarını arttırma ve öğrenme süreçlerinde daha rahat hissetmelerini sağlama konusunda faydalı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, farklı öğrenme stillerine hitap eden etkinliklerin, müzik dinleme, egzersiz yapma, rahat hareket etme gibi aktivitelerin öğrenme süreçlerine entegre edilmesi önerilmektedir. Ayrıca, sınıfta öğrencilerin sıraların dışında oturabileceği ve kitap, dergi gibi materyalleri inceleyebileceği alanlar oluşturulması önerilmektedir.

7) Sanal laboratuvarların eğlenceli ve verimli bulunması, bu laboratuvarların beyin temelli öğrenme ile birleştirilerek kullanımının daha etkili olabileceğini göstermektedir. Eğitim ortamlarında beyin temelli öğrenme yaklaşımlarının yaygınlaştırılması ve özellikle sanal laboratuvarlarla zenginleştirilmesi, öğrencilerin akademik başarısını ve öğrenme deneyimlerini olumlu yönde etkileyebilir.

5.2.2. Araştırmacılara ve kurumlara yönelik öneriler

1) Beyin dostu sınıflar oluşturulması, beyin temelli öğrenme modeline uygun etkinliklerin geliştirilmesi ve bu modele uygun değerlendirme yöntemlerinin tasarlanması üzerine çalışmalar yapılması önerilmektedir.

2) Gerçek laboratuvar ortamındaki etkinliklerde, deneyler sırasında oluşabilecek beklenmedik durumlar için zaman yönetimi iyi yapılmalıdır. Her deneyin süresi önceden belirlenmeli ve gerektiğinde bu süreyi esnetebilmek için ek süre planlanması önerilmektedir.

3) Öğrenci günlüklerinde ve yapılan görüşmelerde, öğrenciler günlük yazmanın sıkıcı olduğu görüşlerini belirtmişlerdir. Günlük yazmak yerine zihin haritası oluşturma, poster hazırlama veya hikâye yazma gibi farklı yöntemler sunularak öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha aktif ve isteyerek katılımı sağlanması tavsiye edilmektedir

3) Her iki laboratuvar türünün de öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği gözlemlenmiştir. Sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarını dengeli bir şekilde içeren hibrit modeller tasarlanarak farklı çalışmalar yapılabilir. Örneğin, deneylerin teorik temellerini

öğrenmek için sanal laboratuvar uygulamaları kullanılabilirken, uygulama ve beceri geliştirme için gerçek laboratuvarlar uygulamaları tercih edilebilir.

4) Sanal laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin deney yapma süreçlerinde teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmalarına olanak tanımaktadır. Bu durum, 21. yüzyıl becerilerinin kazanımını da desteklediği görülmektedir. Bu bağlamda, eğitim kurumlarının sanal laboratuvarlara daha fazla yatırım yapmalarını ve bu uygulamaların içeriklerinin sürekli olarak güncellenmesi tavsiye edilmektedir.

5)Beyin temelli öğrenmenin öğrenci başarısına, motivasyonlarına ve 21. yüzyıl becerilerine olumlu etkileri göz önüne alındığında, beyin temelli öğrenmenin eğitim politikalarına ve müfredat geliştirme süreçlerine entegre edilmesi önerilmektedir. Bu kapsamda, beyin temelli öğrenme ilke ve yöntemlerinin öğretim programlarının bir parçası haline getirilmesi tavsiye edilmektedir.

6) Yapılan görüşmeler ve öğrenci günlüklerinden elde edilen görüşler doğrultusunda sanal laboratuvar deneyimlerinin etkili bulunmayan yönleri, gerçek deneylerle harmanlamak, öğrencilerin bu konudaki algılarını geliştirebilir.

7) Bu araştırmada karşılaşılan sınırlılıklar incelendiğinde, en dikkat çeken sınırlılık gerçek laboratuvar uygulamalarında öğrencilerin deney düzeneğini kurma sürecindeki becerilerine bağlı olarak yaşanılan süre sıkıntısıdır. Ayrıca sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı sınıflarda zaman zaman internet bağlantı sorunları veya bilgisayarlarda anlık donmaların meydana gelmesi de uygulamada karşılaşılan diğer bir sınırlılıktır. Bu konuda çalışma yapacak olan araştırmacıların bu noktalara dikkat ederek çalışmalarını planlamaları ve çalışma öncesinde önlemler almaları tavsiye edilmektedir.

8) Sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin kendilerini rahat hissettikleri ortamlarda günlük yaşamlarıyla ilişkilendirerek öğrenmelerini teşvik eden ve 21. yüzyıl becerilerini geliştiren özelliklerinden yararlanarak, öğretmenlerin bu alandaki yeterliliklerini artırmak amacıyla beyin temelli öğrenme ve teknoloji entegrasyonuna yönelik hizmet içi eğitim programlarının düzenlenmesi önerilmektedir.

9) Sanal laboratuvarların, özellikle bilgi işlem teknolojilerini kullanarak öğrenme fırsatları sunduğu ve öğrencilerin bu tür ortamlarda anlamlı öğrenme deneyimleri yaşadıkları

tespit edilmiştir. Bu nedenle, gerçek laboratuvar uygulamalarının yanı sıra sanal laboratuvar uygulamalarının da müfredatta yer alması, öğrencilerin öğrenme becerilerini geliştirmede önemli bir katkı sağlayacaktır.

10) Her öğrencinin farklı bir öğrenme stili ve hızı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin öğrencilerin öğrenme stillerini belirleyip, her birine uygun stratejiler geliştirebilecek yeterliliklere sahip olmaları gerekmektedir. Bunun için öğretmenlere, öğrencileri tanıma envanterlerini uygulama konusunda eğitim verilebilir ya da ölçme ve değerlendirme dersinde bu konu detaylıca ele alınabilir. Bu bilgilerin sadece teorik değil, aynı zamanda uygulamalı olarak öğretilmesi, gerçek yaşama uyarlama açısından önemlidir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının mikro öğretim sırasında bu eğitimlerle ilgili deneyim kazanmaları ve kendilerini değerlendirmeleri sağlanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

ACS Chemistry for life (2023). 14 Ekim 2024 tarihinde, https://www.acs.org/education/students/highschool/chemistryclubs/activities/si adresinden erişilmiştir.

Akçay, B., Adıgüzel, S., Tiryaki, A. ve Yavuz, R. (2023). The effect of brain-based learning on students' metacognitive awareness. *International Journal on Social and Education Sciences, 5*(3), 676-699. https://doi.org/10.46328/ijonses.608

Akyol, A. (2022). *Fen eğitiminde beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarı, tutum ve hatırlama düzeylerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

Akyürek, E. (2012). B*eyin temelli öğrenmen yaklaşımının ilköğretim fen ve teknoloji dersi 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, derse yönelik tutum, motivasyon ve hatırlama düzeylerine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.

Al-Balushi, K. A. ve Al-Balushi, S. M. (2018). Effectiveness of brain-based learning for grade eight students' direct and postponed retention in science. *International Journal of Instruction*, 11(3), 525-538.

Albayrak, A. (2013). *Beyin temelli öğrenme kuramına dayalı biyoloji eğitimin öğrencilerin başarı ve tutumları üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Albayrak, K. (2019). *Biyoloji öğretiminde beyin temelli öğrenmenin ilköğretim öğrencilerinin akademik başarısına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Alnaser, D. ve Forawi, S. (2024). Investigating the effects of virtual laboratories on students' motivation and attitudes toward science. *Science Education International, 35(2), 154-162.* https://doi.org/10.33828/sei.v35.i2.9

Altun, E., Feyzioğlu, B. ve Demirağ, E. (2011). Sanal laboratuvar uygulamalarının fen öğretiminde kullanımı üzerine bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 30-40.

Alyıldız Uğurlu, A. (2019). *Jensen'ın beyin temelli öğrenme modeline dayalı etkinliklerin ilkokul dördüncü sınıf Türkçe dersinde uygulanması*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Arjamand, M. J. ve Khattak, M. D. (2013, Ekim 1-3). *Virtual labs: A new horizon for localized distance education* (Paper presentation). 27th Annual Conference of Asian Association of Open Universities, Islamabad, Pakistan.

Aydın, M. (2016). Uzamsal bellek ve öğrenme stratejileri. *Eğitim Bilimleri Dergisi,* 38, 23-45.

Aydın, S. (2008). *Beyin temelli öğrenme kuramına dayalı biyoloji eğitiminin akademik başarı ve tutum üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aydın, Ş. Z. N. (2018). *Fen bilgisi dersi öğretiminde sanal laboratuvar uygulamasının kullanılması ve değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbulnÜniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aydoğdu, B. (2009). *Fen ve teknoloji dersinde kullanılan farklı deney tekniklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, bilimin doğasına yönelik görüşlerine, laboratuvara yönelik tutumlarına ve öğrenme yaklaşımlarına etkileri*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

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

Ayyıldız, N. ve Altun, S. (2013). Matematik dersine ilişkin kavram yanılgılarının giderilmesinde öğrenme günlüklerinin etkisinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28 (2), 71-86.

Balcı, A. (2001). *Sosyal bilimlerde araştırma: Yöntem, teknik ve ilkeler* (5. baskı). Pegem A Yayıncılık.

Baş, K. (2022). *Fen eğitiminde sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Baştuğ, M. (2007). *Beyin temelli öğrenme kuramının ilköğretim 5. sınıf sosyal bilgiler öğretiminde kullanılması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.

Bayrakçeken, S., Oktay, Ö., Samancı, O. ve Canpolat, N. (2021). Motivasyon kuramları çerçevesinde öğrencilerin öğrenme motivasyonlarının arttırılması: Bir derleme çalışması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25*(2), 677-698.

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M. ve Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, ve E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 17-66). Springer.

Blakemore, S. J. ve Frith, U. (2005). *The learning brain: Lessons for education*. Malden, MA: Blackwell Publishing.

Bonomo, V. (2017). Brain-based learning theory. *Journal of Education and Human Development, 6*(1), 27-43. https://doi.org/10.1234/jehd.v6i1.12345

Bozan, M. (2022). *Algodoo destekli beyin temelli öğrenme modelinin akademik başarı ve problem çözme becerisine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Bozdağ, İ. (2015). *Orta öğretim geometri öğretiminde beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin derse yönelik tutumlarına ve akademik başarısına etkisi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bozkurt, E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi*. (Yayınlanmamış doktora tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Brinson, J. R. (2017*). The effects of virtual versus physical lab manipulatives on inquiry skill acquisition and conceptual understanding of density* (Unpublished doctoral dissertation). Indiana State University, Indiana.

Bulut, M. (2014). Beyin temelli öğrenme yaklaşımının Türkçe öğretimine etkisi. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, 9*(3), 293-309. http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.5992

Büyüköztürk, Ş. (2019). *Veri analizi el kitabı: istatistik, araştırma deseni, spss uygulamaları ve yorum* (25. baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (24. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları

Caine, G. ve Caine, R. N. (1991). *Making Connections: Teaching and the Human Brain*. Addison-Wesley.

Caine, R.N. ve Caine, G. (1995). Reinventing Schools Through Brain- Based Learning. *Educational leaderhip*, 32 (7), 43-48.

Caine, R.N. ve Caine, G. (2002). *Beyin temelli öğrenme.* G. Ülgen, (Çev.). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Call, N. ve Featherstone, S. (2010). *Thinking child: Brain-based learning for the early years foundation stage* (2nd edition.). London: Continuum International Publishing.

Campbell, N.A. ve Reece, J.B. (2006). *Biology* (6.th edition). E. Gündüz, A. Demirsoy ve İ. Türkan, (Çev.). Ankara: Palme.

Can, A. (2020). *Spss ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (11. baskı). Ankara: Pegem Akademi

Canöz, G. M. (2020). *Argüman tabanlı sanal laboratuvar uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarı, argümantasyon seviyeleri ve girişimcilik becerileri üzerine etkisinin incelenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Ceylan, E., Güzel Yüce, S. ve Koç, Y. (2019). Öğretmenlik yolunda fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersi: bir durum çalışması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (*39*), 22-47. https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.649293

Chai, C. S., Deng, F., Tsai, P.-S., Koh, J. H. L., ve Tsai, C. C. (2015). Assessing multidimensional students' perceptions of twenty-first-century learning practices. *Asia Pacific Education Review, 16*(3), 389-398. https://doi.org/10.1007/s12564-015-9379-4

Christensen, L. B., Johnson, R. B. ve Turner, L. A. (2015). *Araştırma Yöntemleri Desen ve Analiz.* A. Aypay, (Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.

Cohen, J.W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edition). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. https://doi.org/10.4324/9780203771587

Collins, A. ve Halverson, R. (2009). *Rethinking education in the age of technology*. Teachers College Press.

Connell, J. D. (2009). The global aspects of brain-based learning. *Educational Horizons, 88*(1), 28-39.

Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd edition.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Creswell, J. W. (2005). *Educational research: Planning, conducting, qualitative research* (2nd edition.). Upper Saddle, NJ: Merrill Prentice Hall.

Creswell, J. W. ve Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. Los Angeles: Sage.

Çakıroğlu, S. (2014). *Öğrenme stilleri ve beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin biyoloji dersindeki başarı ve tutumları üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Çakmak, Z., Akgün, İ. H., ve Salur, M. (2022). Beyin temelli öğrenme ile ilgili akademik çalışmaların incelenmesi. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 11(4), 1766-1784.

Çelebi, K. (2008). *Beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans yezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Çelebi, K. ve Afyon, A. (2011) İlköğretim Fen bilgisi dersinde uygulanan öğrencilerin başarılarına etkisi, *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 169-182.

Çengelci, T. (2005). *Sosyal bilgiler dersinde beyin temelli öğrenmenin akademik başarıya ve kalıcılığa etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Çepni, S., Kaya, A. ve Küçük, M. (2005). Fizik öğretmenlerinin laboratuvarlara yönelik hizmet içi ihtiyaçlarının belirlenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergis*i, 3(2), 181-196.

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

Çoban, A. (2011). Beyin temelli öğrenme. B. Oral (Ed.), *Öğrenme öğretme kuram ve yaklaşımları* içinde (s.447-476). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık

Dalgarno, B. ve Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x

De Jong, T., Linn, M. C. ve Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308. https://doi.org/10.1126/science.1230579

Deci, E. L. ve Ryan, R. M. (2000). The "What" and "Why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.

Dede, Y. ve Yaman, S. (2008). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(1), 19-37.

Demir, A. (2018). *Kuvvet ve hareket konusunda sanal fen laboratuvarı kullanımının öğrenci başarısına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak.

Demir, R. (2016) *Beyin temelli öğrenme yaklaşımına dayalı lise din kültürü ve ahlak bilgisi dersi öğretiminin akademik başarı ve kalıcılığa etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Demiroğları, G. (2021). *Yükseköğretimde mesleki İngilizce dersinde uygulanan beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı, kalıcılık ve İngilizce tutumlarına etkisi.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Derrington, C. ve Goddard, H. (2008). "*Whole-brain" behaviour management in the classroom: Every piece of the puzzle*. London: Routledge.

DiCicco-Bloom, B. ve Crabtree, B. F. (2006). The qualitative research interview. *Medical Education*, 40(4), 314-321. https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x

Duman, A. (2018). *Beyin temelli öğrenmeye göre okul öncesi eğitim programında yer alan bilişsel etkinliklerin ilkokula hazır bulunuşluğa etkisinin incelenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Duman, B. (2015). *Neden beyin temelli öğrenme?* (4. Baskı). Ankara: Pegem Yayıncılık.

Duman, M. Ş. ve Avcı, G. (2016). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 13-33. https://doi.org/10.17556/jef.08804

Emhadelima. (2015). The use of virtual media laboratory in ıncreasing students' motivation in learning physics on direct current circuits materials in class x man ı pekanbaru. *Al-Ta Lim*, 22(3). http://dx.doi.org/10.15548/jt.v22i3.147

Erdem, A. R. (2021). Eğitim sistemindeki başarının önemli bir anahtarı: Etkili sınıf yönetimi. Onur Zahal (Ed.), *Eğitim bilimlerinde teori ve araştırmalar* (1.baskı) içinde (s.97-122). Gece Kitaplığı.

Erduran Avcı, D. (2007). *Beyin temelli öğrenme yaklaşımının ilköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersindeki başarı, tutum ve bilgilerin kalıcılık üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Erduran Avcı, D. ve Yağbasan, R. (2008). Beyin yarı kürelerinin baskın olarak kullanılmasına yönelik öğretim stratejileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 1-18.

Erişti, B. (2012). Beyin temelli öğrenme. Z. Kaya (Ed.), *Öğrenme ve öğretme kuramlar, yaklaşımlar, modeller* içinde (s.227-254). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Evstatiev, B., Hristova, T. ve Gabrovska-Evstatieva, K. (2022). Investigation of engineering students' attitude towards virtual labs during the covıd-19 distance education. *International Journal of Electrical and Electronic Engineering & Telecommunications*, 11(5).

Eyecioğlu, E. ve Yeşilyurt, M. (2013). Dijital deneylerin fen bilimleri dersinde kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 29-35.

Fadel, C. ve Lemke, C. (2021). 21st Century skills: how should the k-12 education system adapt?. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(2), 63-72.

Faour, M.A. ve Ayoubi, Z. (2018). The effect of using virtual laboratory on grade 10 students' conceptual understanding and their attitudes towards physics. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH*), 4(1), 54-68.

Farrokhnia, M. R., ve 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.

Feinstein, S. (2006). *The Praeger handbook of learning and the brain*. Westport, Conn: Praeger.

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3. Baskı). London: Sage.

Fogarty, R. (2009). *Strategies for brain-compatible classrooms* (3rd edition.). Corwin Press, https://doi.org/10.4135/9781452218922

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

Glesne, C. (2013). Becoming Qualitative Researchers An Introduction (4th ed.). Boston Pearson/Allyn & Bacon.

Go-Lab Sharing and Authoring Platform. (2015). 22 Ocak 2022 tarihinde, https://www.golabz.eu/ adresinden erişildi.

Göcen, A. (2021). Neuroleadership: A conceptual analysis and educational implications. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST*), 9(1), 63-82.

Gömlekçi (2019). *The effect of students' success on seventh grade students on teaching electrical energy subject when used computer aided teaching method.* (Unpublished Master's Thesis). Süleyman Demirel University, Isparta.

Göral, G.N. (2021). *Beyin temelli öğrenme yönteminin yabancı kelime öğretimine etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Gözüyeşil, E. (2012). *Beyin temelli öğrenmenin akademik başarıya etkisi. (*Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Niğde Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.

Gülden, B. (2022). *Fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme modelinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve motivasyonel kararlılığına etkisi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Gülpınar, M. A. (2005). Beyin-zihin temelli öğrenme ve eğitimde yapılandırmacı modeller. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 5(2), 271-306.

Günlü, E. (2019). *Ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar kullanımının fen öğreniminde uygulanabilirliği hakkındaki görüşleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Gürer, N. S. (2012). *Beyin Temelli Öğrenme Kuramına Göre Geliştirilen Bir Web Destekli Fen ve Teknolojı Materyalının Öğrenciler Üzerindeki Etkililiğinin Araştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Güven, G. ve Sülün, Y. (2012). Bilgisayar destekli öğretimin 8. sınıf fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıya ve öğrencilerin derse karşı tutumlarına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 9*(1), 68-79.

Hardiatun. (2019). Penerapan pembelajaran virtual lab untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan abad 21 peserta didik pada mata pelajaran kimia materi makromolekul di SMA N 1 Tuban. *Jurnal Teladan*, 4(1), 9–14.

Harris, A. (2009). Creative leadership: developing future leaders. *Creative Leadership Developing Future Leaders*, 23, 9-11. https://doi.org/10.1177/0892020608099076

Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.

Holloway, J. H. (2000). How Does the Brain Learn Science?. *Educational Leadership*, 58(3), 85-86.

Holroyd, C. B. ve Coles, M. G. H. (2002). The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychological Review*, 109(4), 679–709. https://doi.org/10.1037/0033-295X.109.4.679

Hotaman, D. (2020). The effect of formative assessment on the academic achievement levels of prospective teachers. *Journal of Curriculum and Teaching*, 9(3), 33-44. https://doi.org/10.5430/jct.v9n3p33

Irwanto, I. (2018). Using virtual labs to enhance students' thinking abilities, skills, and scientific attitudes, *International Conference on Educational Research and Innovation (ICERI)*, 494-499.

Ismail, I., Permanasari, A. ve Setiawan, W. (2016). Efektivitas virtual lab berbasis stem dalam meningkatkan literasi sains siswa dengan perbedaan gender. *Jurnal Iovasi Penddikan IPA*, 2(2), 190-201. https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8570

Işın, O., Akçay, H. ve Kapıcı, H. Ö. (2020). Fen öğrenme motivasyon ölçeğinin Türkçeye uyarlanması. *Mediterranean Journal of Educational Research*, 14(31), 505-529.

İnci, N. (2010). *Fen ve teknoloji dersinde beyin temelli öğrenmenin akademik başarı, tutum ve hatırlama düzeyine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniveristesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

İnci, N. (2014). *Beyin temelli öğrenme tasarımlarının öğrencilerin akademik başarı, tutum ve öğrenmelerinin kalıcılığı üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Jansen, T., Meyer, J., Wigfield, A. ve Möller, J. (2022). Which student and instructional variables are most strongly related to academic motivation in K-12 education? A systematic review of meta-analyses. *Psychological Bulletin, 148*(1-2), 1–26. https://doi.org/10.1037/bul0000354

Jeffrey, T. (2019). Teacher motivation and school-based performance awards. *Educational Administration Quarterly, 28* (5), 212-213.

Jensen, E. (2000). *Brain based learning: The new science of teaching and training* (Revised. 2nd edition). California: Corwin Press.

Jensen, E. (2001). *Arts with the brain in mind*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.

Jensen, E. (2005). *Teaching with the brain in mind (2nd ed.)*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.

Jensen, E. (2008*). Brain-based learning: The new paradigm of teaching* (2nd edition). Corwin Press. 14 Mart 2024 tarihinde , https://books.google.com.tr/books?id=13NyAwAAQBAJ&lpg=PP1&ots=qV-dU2tt6N&dq=Jensen%2C%20E.%20(2008).%20Brain-based%20learning%3A%20The%20new%20paradigm%20of%20teaching%20(2nd%20

ed.).%20Corwin%20Press.&lr&hl=tr&pg=PR5#v=onepage&q&f=false adresinden erişildi.

Johnson, D. W. ve Johnson, R. T. (1994). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (4th edition). Allyn and Bacon.

Kahraman, F. (2021). *Ortaokul 7. sınıf hücre ve bölünmeler ünitesi öğretiminde beyin temelli öğrenme yaklaşımının etkililiğine yönelik bir karma yöntem araştırması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.

Kalaycı, Ş. (2008). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (3. baskı). Ankara: Asil Yayıncılık

Kalemkuş, J. (2021). Fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarının 21.yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(1), 63-87. https://doi.org/10.18039/ajesi.800552

Kapıcı, H. Ö. ve Costu, 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. https://doi.org/10.19128/turje.1252402

Karagöz Aydın, Ö. (2016). *Basit elektrik devreleri konusu ile ilgili kavramların öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7E öğretim modelinin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerindeki etkileri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Karagöz-Mırçık, Ö. ve Saka, A. Z. (2016). Fizik öğretiminde sanal laboratuvar destekli uygulamaların değerlendirilmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5 (Özel Sayı), 388-395.

Karakaya, F., Avgın, S. S. Ve Yılmaz, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri öğrenmeye yönelik motivasyonlarının incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *15*(2), 359–576.

Karasar, N. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemi* (22. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kavlak, E. E. ve Birhanlı, A. (2023). Fen öğretiminde yenilikçi bir yöntem olarak sanal laboratuvarların kullanımı. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, 9(2), 38-51.

Keleş, E. (2007). *Altıncı sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyalinin geliştirilmesi ve etkililiğinin değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Keleş, E. ve Çepni, S. (2006). Beyin ve öğrenme. *Journal of Turkish Science Education*, 3 (2), 66-82.

Kılıç, Z. (2018). *Beyin temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin anatomi ve fizyoloji dersindeki başarı ve tutumlarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kıraç, B. ve Elaldı, Ş. (2023). Probleme dayalı öğrenme yönteminin üst düzey düşünme becerilerine etkisinin değerlendirilmesi: Bir meta-tematik analiz çalışması. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi,* 13(4), 2196-2214. https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1290181

Kocaoğlu, A. (2015). *Beyin temelli öğrenmeye dayalı ağ günlüğü sitesinin öğretim sürecindeki etkilerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Koç Ünal, İ. (2019). *Sanal ve gerçek laboratuvar Uygulamalarının 5. Sınıf fen dersi elektrik Ünitesi öğretiminde öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Koyuncu, B. (2009). *İlköğretim beşinci sınıf fen ve teknoloji dersi için geliştirilen zenginleştirilmiş ve yarı zenginleştirilmiş beyin uyumlu öğretim tasarımlarının öğrencilerin erişileri, derse yönelik ilgileri ve öğrenmenin kalıcılığı üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Lestari, D.P. ve Pahar, S. (2020). Students and teachers' necessity toward virtual laboratory as an instructional media of 21st century science learning. *Journal of Physics: Conference Series,* 1440(1), 1-8.

Liu, C. C., Hsieh, I. C., Wen, C. T., Chang, M. H., Chiang, S. H. F., Tsai, M. J., Chang, C. J. ve Hwang, F. K. (2021). The affordances and limitations of collaborative science

simulations: The analysis from multiple evidences. *Computers & Education, 160,* https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104029

Madrazo, G. Ve Motz, L. (2005). Brain research: Implications to diverse learners. *Science Educator,* 14(1), 56-60.

Materna, L. (2007). *Jump strt the adult leaner: How tı engage and motivate adults using brain-compatible strategies*. California, USA: Corwin Press Thousand Oaks.

MEB, (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli öğretim programları ortak metni.* Ankara.

Merriam, S. B. (2015). Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber. (S. Turan, Çev. Ed.). Nobel Yayıncılık.

Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd edition). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Miller, A. (2004). *Brain-based learning with technological support association for educational communications and technology*. Chicago.

Miller, A.D. (2003). *A Descriptive Case Study of the Implemantation of BrainBased Learning with Teachnological Support in a Rural High School*. (Unpublished doctoral thesis). Northern Illinois University Graduate School of Education, Illinois.

Miller, T.A., Carver, J. S. ve Roy, A. (2018). To go virtual or not to go virtual, that is the question: A comparative study of face-to-face versus virtual laboratories in a physical science course. *Journal of College Science Teaching,* 48(2), 59-67.

Mutlu, A. (2015). *Genel kimya düzeyinde gerçek ve sanal laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen rehberli sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrenme sürecine etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Odabaşı, B. (2010). *Beyin temelli öğrenme yaklaGımının öğrenci baGarısı üzerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

OECD (2015). *PISA Results in Focus.* 15 Eylül 2023, tarihinde http://www.oecd.org adresinden erişilmiştir.

OECD. (2007). *Understanding the brain: The birth of a learning science.* Paris: OECD Publishing. 10 Ekim, 2023 tarihinde http://www.oecd.org/education/ceri /38813448.pdf adresinden erişilmiştir

Ojo, O. M. ve Owolabi, O. T. (2020). Effects of virtual laboratory instructional strategy on junior secondary school students' physics practical achievement. *International Journal of Scientific and Research Publications, 10*(4), 10048. https://doi.org/10.29322/IJSRP.10.04.2020.p10048

Oktay Esen, S. (2014). *Teknoloji destekli beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları, hatırlama düzeyleri ve üstbilişsel farkındalık düzeylerine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.

Olympiou, G. ve 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.

Oral, L. (2022). *Beyin temelli öğrenmenin akademik başarı, tutum ve kalıcılığa etkisi: Bir meta-analiz çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Önder, E., Tanel, Z. ve Tanel, R. (2023). Fizik Öğretmen Adaylarının Gerçek ve Sanal Fizik Deneylerine İlişkin Görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi,* (55), 168-193. https://doi.org/10.53444/deubefd.1212278

Öner, E. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde, beyin temelli öğrenme yaklaşımı'nın ilköğretim öğrencilerinin başarısına, tutumuna ve hatırda tutma düzeyine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Önsü, A. (2005). *Müzikli yapılan egzersizlerin sürekli kaygıya etkis ve bu etkinin beyin dalgalarıyla desteklenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli

Özçelik, D.A. (2013*). Test hazırlama kılavuzu*. (5.baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Özdemir, A.M. (2015). Eğitim teknolojilerinin fen ve teknoloji derslerinde kullanılması: bir durum çalışması. *Journal of Educational Science*, Cilt 3, Sayı 4,

Özden, M. ve Gültekin, M. (2008). The effect of brain based learning on academic archiement and cognitive performance. *International Psychology, 2*(2). 198.

Özden, M. (2005). *Fen bilgisi dersinde beyin temelli öğrenmenin akademik başarıya ve hatırlama düzeyine etkisi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Özden, Y. (2003). *Öğrenme ve öğretme* (5. Baskı). Ankara: Pegem Yayıncılık.

Özeler, E. (2024). *Maddenin tanecikli yapısı konusunun öğretiminde sanal laboratuvar uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi),

Palavan, Ö. (2018). Fen Bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme etkinliklerinin akademik başarıya etkisi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(3), 1437-1456.

Palavan, Ö. ve Başar, E. (2014). Hayat Bilgisi dersinde beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin başarılarına ve kalıcılığa etkisi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 165-178.

Paliç, G. (2009). *9. sınıf enerji ünitesine yönelik beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyalinin tasarlanması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Pallant, J. (2011) SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using the SPSS program (4th Edition). Berkshire: Allen & Unwin.

Partnership for 21st Century Skills - P21. (2015). *P21 framework definitions*. 10 Aralık, 2023, tarihinde http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf adresinden erişilmiştir.

Pınar, M. A. ve Dönel Akgül, G. (2021). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesiyle ilgili ders tutum ve motivasyonlarına etkisinin karşılaştırılması. *Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 4(2), 13-25.

Pintrich, P.R. ve Schunk, D.H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Politano, C. ve Paquin, J. (2000). *Brain-based learning with class*. Portage & Main Press.

Punch, K. F. (2005). *Sosyal araştırmalara giriş*. Bayrak D., Arslan H. B. ve Z. Akyüz (Çev.), Ankara: Siyasal Kitabevi.

Purnama, F. (2016). *Penerapan model brain based learning (bbl) dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa smp*. (Doctoral Dissertation), FKIP UNPAS.

Raihan, M. D., Supena, A., Sumantri, M. S. ve Gumelar, G. (2024). The effect of brain-based learning approach on critical thinking ability and learning motivation of elementary school students in science subjects. J*urnal Pendidikan Dasar*, 9(2).

Ramachandran, V. S. ve Blakeslee, S. (2016). Be*yindeki hayaletler-İnsan zihninin gizemlerine doğru.* L. Öztürk (Çev.). Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.

Ramakrishnan, J. ve Annakodi, R. (2015). Effectiveness of brain based learning strategy for enhancing creativity among IX standard pupils. *European Academic Research*, 2(11).

Rizman Herga, N.R. (2015). *Kakovostno znanje naravoslovja s pomočjo virtualnega laboratorija v vlogi elementa vizualizacije.* (Doktorska disertacija), Univerza v Mariboru, Pedagoska Fakulteta, Slovenia.

Rohim, A. M. ve Ellianawati. (2020). Improved understanding of student's learning concept and motivation in inclined plane material by PhET simulation. *Physics Communication*, 4(2), 1-4.

Rushton, S. (2011). Neuroscience, early childhood education and play: We are doing it right! *Early Childhood Education Journal*, 39, 89-94.

Ryan, R. M. ve Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 54–67. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020

Saleh, S. (2012). The effectiveness of brain-based teaching approach in dealing with the problems of students' conceptual understanding and learning motivation towards physics. *Educational Studies, 38*(1), 19-29. https://doi.org/10.1080/03055698.2011.570004

Salem, A.A.M.S. (2017). Engaging esp students with brain-based learning for ımproved listening skills, vocabulary retention and motivation. *English Language Teaching, 10*(12), 182-195. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1160987.pdf

Samur, Y. (2009). *Beyin temelli e-öğrenmenin (e-learning) ilköğretim ingilizce dersi 7.sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve derse yönelik tutumları üzerine etkisi*. *(*Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Sani, A. R. D. ve Winarno, N. (2019). Using brain-based learning to promote students' concept mastery in learning electric circuit. *Journal of Science Learning*, 2(2), 42-49.

Sarı, M. (2013). Fizik konularının öğretiminde deneysel çalışmanın öğrenci başarısına etkisi ve öğretmenlerin karşılaştıkları zorlukların belirlenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 143-147.

Schiller, P. ve Willis, J. (2008). *Brain-Based Learning: The New Science of Teaching and Training*. Corwin Press**.**

Schultz, W. (2007). Behavioral Theories and the Neurophysiology of Reward. *Annual Review of Psychology*, 58, 87-115.

Schunk, D. H. (2003). Self-efficacy for reading and writing: Influence of modeling, goal setting, and self-evaluation. *Reading & Writing Quarterly,* 19(2), 159-172. https://doi.org/10.1080/10573560308219

Schunk, D. H. ve Zimmerman, B. J. (2008). *Motivation and self-regulated learning: theory, research, and applications*. New York: Taylor & Francis Group, LLC.

Senemoğlu, N. (2018). *Gelişim, öğrenme ve öğretim*. Ankara: Gazi Kitapevi.

Shohamy, D. ve Adcock, R. A. (2010). Dopamine and adaptive memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(10), 464–472.

Sousa, D. A. (2001). *How the brain learns: A classroom teacher's guide.* California: Corwin Press.

Soyalp, T. (2022). *Beyin temelli öğrenme kuramının fen öğretiminde 8. sınıf öğrencilerinin başarı ve tutumlarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Sprenger, M. (1999*). Learning and memory: The brain in action*. USA: ASCD.

Sudlow-Naggie, N. (2020). *The effects of virtual laboratory activities on science learning* (Doctoral dissertation), Saint John's University, Jamaica, New York.

Sprenger, M. (2010). *Brain-based teaching in the digital age*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.

Süral, S. (2014). Beyin Temelli Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Fen Bilimleri Dersinin Erişisine Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(4), 33-42. https://doi.org/10.30803/adusobed.188823

Şeyihoğlu, A. ve Kaptan, S. Y. (2012). Beyin temelli öğrenme yaklaşımının sınıf öğretmen adaylarının coğrafya dersindeki tutum ve başarılarına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 42(42), 380-393

Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2014). *Using multivariate statistics* (6th edition). Pearson.

Taber, K. S. (2002). *Alternative conceptions in chemistry- prevention, diagnosis and cure*. The Royal Society of Chemistry.

Tanel, Z. ve Tanel, R. (2010). Fizik laboratuvarları ile bilişim ortamlarının durumu ve kullanımına yönelik öğretmen görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 76-87.

Taniguchi, Y., Okubo, F., Shimada, A. ve Konomi, S. (2017). Exploring students' learning journals with web-based interactive report tool. *14th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age* 18-20 October içinde (s. 251-254). Vilamoura, Algarve, Portugal.

Taşkıner Şereflioğlu, Y. (2023). *Fen bilimleri dersinde eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerle öğretimin öğrenci başarısına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.

Tatlı, Z. ve Ayas, A. (2013). Sanal Kimya Laboratuvarının Öğrencilerin Başarısı Üzerindeki Etkisi. *Eğitim Teknolojisi ve Toplum, 16* (1), 159-170.

TIMSS (2020). TIMSS and PIRLS international study centre. 1 Mayıs, 2023, tarihinde https://timssandpirls.bc.edu/ adresinden erişilmiştir.

Tosun, İ. E. ve İlkörücü, Ş. (2023). Fen Eğitimi Alanında Yapılan Beyin Temelli Öğrenme Nitel Çalışmalarının İncelenmesi. *Uluslararası İnsan ve Sanat Araştırmaları Dergisi, 8*(E.Ş. Özel Sayısı), 86-101.

TTKB. (2023). *21. yüzyıl becerileri ve değerlere yönelik araştırma raporu*. 14 Mart,2024 tarihinde

https://meb.gov.tr/11153521_21.yy_becerileri_ve_degerlere_yonelik_arastirma_ adresinden erişilmiştir.

Tüter, A. (2020). *Fizik dersinde sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci akademik başarısına ve derse yönelik tutumuna etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Uğur, Ü. E. ve Sungur, S. (2021). Ortaokul öğrencilerinin Fen Bilimleri dersindeki 21. yüzyıl becerilerine ilişkin algıları: Çok boyutlu bir yaklaşım. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 36(1), 186-200. https://doi.org/10.16986/huje.2020058877

Uğurlu, A. (2019*). Jensen'in beyin temelli öğrenme yönteminin 4. sınıf Türkçe dersinde uygulanması.* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Ensitüsü, İstanbul.

Uzun, N. ve Keleş, Ö. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon düzeylerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20), 313-327

Üçüncü, G. (2017). *Dördüncü sınıf fen bilimleri dersinde beyin temelli öğrenme modelinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. (*Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ürey, M. ve Aydın, İ. (2014). Fen öğretiminde laboratuvarın önemi ve sorunları üzerine bir araştırma. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 503-519

Veltri, R.M. (2018). *Brain compatible teaching for learning, (*Unpublished doctoral thesis). Teksas Üniversitesi, Teksas.

Wastberg, B.S., Eriksson, T., Karlsson, G., Sunnerstam, M., Axelsson, M. ve Billger, M. (2019). Design considerations for virtual laboratories: A comparative study of two virtual laboratories for learning about gas solubility and colour appearance, *Education and Information Technologies,* 24, 2059-2080.

Wijayanti, R., Sugiyarto, K.H. ve Ikhsan, J. (2019). Effectiveness of using virtual chemistry laboratory integrated hybrid learning to students' learning achievement. *Journal of Physics: Conference Series,* 1156.

Williams, J., L. (2018). *Brain research and classroom practice. bridging the gap between theorists and practitioners.* (Unpublished doctoral thesis). Colarado Colorado Üniversitesi, Colorado

Willis, J. (2006). *Research-based strategies to ignite student learning: Insights from a neurologist and classroom teacher*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.

Winter, R. (2019). The Benefit of Utilizing Brain-Based Learning in Higher Education Online Environments. *Journal of Instructional Research, 8*(1), 82–91.

Wolfe, P. (2001). *Brain Matters: Translating Research into Classroom Practice*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Developmen

Wolters, C. A. ve Rosenthal, H. (2000). The relation between students' motivational beliefs and their use of motivational regulation strategies. *International Journal of Educational Research, 33*(7-8), 801-820

Wulansari, M., Suarni, N. K. ve Widiana, I. W. (2020). Animation in science learning with brain based learning models to improve student learning outcomes. *International Journal of Elementary Education*, 4(2), 160-168.

Yağlı, Ü. (2008). *Beyin temelli öğrenme yaklaşımının İngilizce dersinde akademik başarıya etkisi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karaelmas Üniveristesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Yaman, Y. (2014). *Beyin temelli fen öğretiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin akademik başarılarına, yaratıcılıklarına, eleştirel düşünmelerine ve tutumlarına etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yanti, M., Rahayu, D. S. ve Rizal, H. P. (2023). Analysis of the Potential of Virtual Lab Research Development in Science Learning with the Bibliometric Method. *Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 4(1), 29-38.

Yaşar, M. D. (2017). Brain Based Learning in Science Education in Turkey: Descriptive Content and Meta Analysis of Dissertations. *Journal of Education and Practice,* 8(9), 161–168.

Yazıcı, M. ve Kurt, A. (2018). Ortaokul fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımının öğretmen ve öğrenci görüşleri doğrultusunda incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(25), 295-320.

Yeğen, Ü. (2021). *Beyin temelli öğrenme ve türkçe eğitimi.* Astana Yayınları.

Yenice, N., Saydam, G. ve Telli, S. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 13(2), 231-247

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, Ö. (2010). *Fen ve teknoloji dersinde (7. Sınıf) beyin temelli öğrenme yaklaşımının akademik başarı, derse yönelik tutum ve motivasyon düzeylerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Zonguldak Karaelmas Üniverisitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Yıldırım, F.S. (2021). Sanal laboratuvar uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersindeki başarılarına etkisi. *Fen Bilimleri Çevre ve Sağlık Eğitimi Dergisi*, 7(2), 171-181. https://doi.org/10.21891/jeseh.837243

Yılmaz-İnce, E. ve Kutlu, A. (2014). Web tabanlı laboratuvarlar. *Akademik Bilişim 2014 Konferansı Bildirileri*. 441-448.

Yücel, C. (2011). *Beyin temelli öğrenme yaklaşımına göre fen ve teknoloji öğretiminin akademik başarı ve tutum üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Zakaria, L. M. A., Purwoko, A. A. ve Hadisaputra, S. (2021). Brain-based learning teaching materials to ımprove critical thinking skills and literacy skills of students. *In 5th Asian Education Symposium 2020* içinde (s. 178-181). Atlantis.

Zengin, F.G. ve Keçeci, G. (2023). *Fen eğitiminde teknoloji uygulamaları.* Ankara: İKSAD.

Zuhriyah, M. ve Augistina R. (2020). Brain based learning high order thinking. *International Rewiew Sciences, 2*(1), 16

Zull, J. E. (2002). The art of changing the brain: enriching the practice of teaching by exploring the biology of learning. *SCHOLE: A Journal of Leisure Studies and Recreation Education*, 24(1).

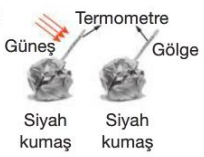
BÖLÜM IV: EKLER

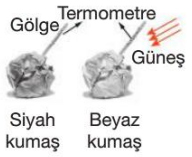
EK 1.Başarı Testi Belirtke Tablosu

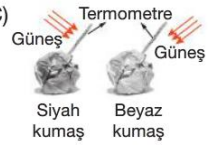
	Davranış Düzeyleri					
Kazanımlar	**Hatırlama**	**Anlama**	**Uygulama**	**Analiz**	**Değerlendirme**	**Yaratma**
F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.			1			
F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.				2, 13		
F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.				8		
F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.		14, 15				
F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.				4, 5		
F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.		17, 18				
F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.		12		19		
F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.	6	7		8, 25		
F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.					9, 24	
F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler.			16, 23	11	10	
F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.		22				
F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.				20	21	

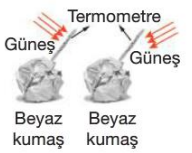
EK 2. Işık Konusuna Yönelik Akademik Başarı Testi

1) "Koyu renkli cisimler ışığı soğurur, açık renkli cisimler ışığı yansıtır." **yargısını test etmek isteyen bir araştırmacı aşağıdaki deney düzeneklerinden hangisini kullanabilir?**

A)


B)


C)


D)


2)

Fen bilimleri dersinde yapılan deneyin aşamaları aşağıda verilmiştir.

- Kartondan 12 cm çapında bir daire keselim.
- Dairemizi 6 eşit parçaya bölecek şekilde çizelim.
- Dairedeki dilimleri sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklere boyayalım.
- Dairenin ortasına kurşun kalemi fotoğraftaki gibi geçirerek sabitleyelim.
- Kurşun kalem ile daireyi döndürelim.



Sonuç: Dönme etkisi ile daire beyaza yakın algılandı.

Yapılan bu deney ile ilgili,

I. Beyaz ışık tek başına bir ışık rengi değil kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerin birleşimidir.

II. Dairenin dönüş hızı arttıkça görünen renk beyaza daha fazla yaklaşır.

III. Daire parçalarını boyamak için kullanılan renkler gökkuşağındaki renkler ile aynıdır.

ifadelerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I. B) I ve II.
C) II ve III. D) I, II ve III.

3)

Hilal, annesiyle pazardan aldığı elmaları buzdolabına yerleştiriyordu. Yerleştirirken aslında sarı olan elmaların alırken yeşil renkli olduklarını söyledi.

Yukarıda oluşan durumun nedeni aşağıdakilerden hangisinde açıklanmıştır?

A) Hilal ve annesi elmaları yeşil ışık altında almışlardır.
B) Hilal ve annesi elmaları sarı ışık altında almışlardır.
C) Hilal ve annesi elmaları beyaz ışık altında almışlardır.
D) Hilal ve annesi elmaları kırmızı ışık altında almışlardır.

4)

Ela, pazarda tadına baktığı kayısı kurusunu çok beğenir ve satıcıya kayısı kurusunu nasıl elde ettiklerini sorar.

Satıcı : Öncelikle kayısılar iyice yıkanır, sonra teras veya tarlalara temiz çarşaflar serilir. Çarşafın üzerine kayısılar üst üste gelmeyecek şekilde dizildikten sonra 2-3 günlüğüne güneşte bırakılır. 2-3 gün bekledikten sonra çekirdeklerin çıkarılması işlemine sıra gelir. Bunun için kayısı alt kısmından bastırılır, çekirdeği üst kısımdan çıkarılır. Çekirdekleri çıkarılan kayısılar tekrar güneşe bırakılarak istenilen yumuşaklığa gelene kadar bekletilir.

Ela satıcının verdiği cevaptan;

I. Tarım ürünlerinin kurutulmasında güneş enerjisinden faydalanıldığı

II. Seraların ısıtılmasında güneş enerjisinin kullanıldığı

III. Sıcak su temin edilirken güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüştüğü

çıkarımlarından hangilerine ulaşır?

A) Yalnız I B) Yalnız II
C) I ve III D) II ve III

5)



Kayak merkezi kurulması düşünülen bir dağda bazı meteorolojik ölçümler şekilde gösterilen aletlerle yapılacaktır.

Ölçümlerde kullanılacak aletlerden bazılarının çalışması için sisteme güneş pili monte ediliyor.

Bu örnekte kullanılan güneş pili gelecekte güneş ile ilgili teknoloji hakkında nasıl bir fikir verir?

A) Kullanışlı olduğundan her meslekte işe yarayacak
B) Taşınabilir olup her yerde kullanılabilecek
C) Ucuz olduğu için herkes kullanılabilecek
D) Havayı kirletmediği için kullanılması zorunlu olacak

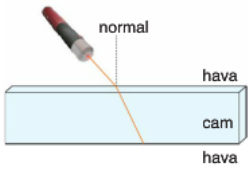
6)

Aşağıda verilenlerden hangisi ışığın kırılmasının sonuçlarından biri değildir?

A)Çay dolu bardağın içindeki kaşığın kırıkmış gibi görünmesi
B)Gökkuşağının oluşması
C)Su dolu havuzun olduğundan sığ görünmesi
D)Parlak cisimlerin ışığı yansıtması

7)

Öğretmen, sınıfa lazer ışık kaynağı ve kalın pencere camı getiriyor.



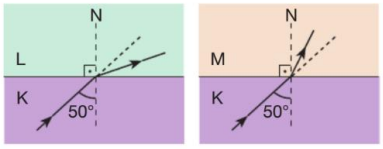
Cama ışık tutulunca ışığın izlediği yolu şekildek gibi gözlemliyorlar.

Işığın camda doğrusal bir yol izlemeyip doğrultu değiştirmesinin sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Hava ile camın sıcaklıklarının farklı olması
B) Hava ile camın yoğunluklarının farklı olması
C) Hava ile camın yoğunluklarının aynı olması
D) Hava ile camın sıcaklıklarının aynı olması

8)

Işık ışınlarının K, L, M ortamlarından geçerken izlediği yollar şekilde verilmiştir.



Buna göre bu ortamların kırıcılıkları arasındaki ilişki nasıldır?

A) K > L > M
B) L > K > M
C) M > K > L
D) M > L > K

9)

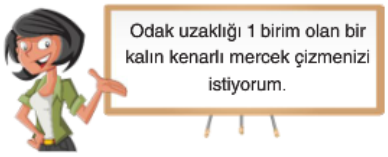
Bir öğrenci ince kenarlı mercek ile ilgili öğrendiklerini tahtaya aşağıdaki gibi yazıyor.

İnce Kenarlı Merceğin Özellikleri:
- Ortası kenarlarına göre incedir.
- Paralel ışık ışınlarını kırarak bir noktada toplar.
- Büyüteç ve gözlük yapımında kullanılır.

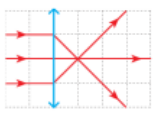
Buna göre bu öğrenci ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

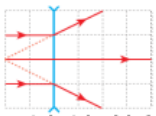
A) Yalnızca merceğin şeklini bilmiyor.
B) Yalnızca merceğin ışığı kırma özelliğini bilmiyor.
C) Yalnızca merceğin kullanım alanlarını biliyor.
D) Merceğin tüm özelliklerini yanlış biliyor.

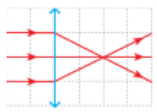
10)

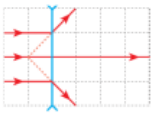


Hangi öğrenci öğretmenin istediği çizimi yapmıştır?

A)

Raşid'in çizimi

B)

Asiye'nin çizimi

C)

Leyla'nın çizimi

D)

Yasin'in çizimi

11)

GAZETE HABERİ

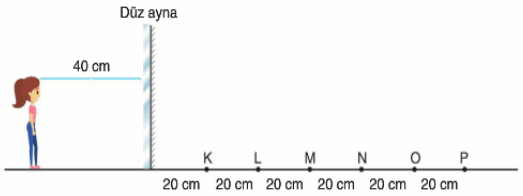
Konya'nın Beyşehir ilçesinde Akburun Mahallesi'nde bir evin yanındaki açık alandaki samanlıkta yangın çıktı. Yangına mahalleye ait yangın söndürme tankeri vasıtasıyla ilk müdahale yapılırken, itfaiye ekiplerinin gelmesiyle uzun uğraşların ardından kontrol altına alınarak, yakınındaki yapılara sıçramadan söndürüldü. Jandarma ve itfaiye ekiplerinin yangının çıkışı ile ilgili yaptığı araştırmada, samanlıkta bir cam şişe kırığı tespit edildi. Yangına bu cam maden suyu şişesi kırığının sebep olduğu belirlendi.

Buna göre yukarıdaki haberde yangına sebep olan cam şişe kırığı ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) Kalın kenarlı mercek görevi görerek güneş ışınlarını dağıtmıştır.
B) İnce kenarlı mercek görevi görerek güneş ışınlarını dağıtmıştır.
C) Kalın kenarlı mercek görevi görerek güneş ışınlarını toplamıştır.
D) İnce kenarlı mercek görevi görerek güneş ışınlarını toplamıştır.

12)

Sınıfta yapılan etkinlikte Elif, düz aynanın yansıtıcı yüzeyinin önünde ayna ile arasındaki mesafe 40 cm olacak şekilde duruyor.



Sınıf arkadaşları bazı yorumlar yapıyor.

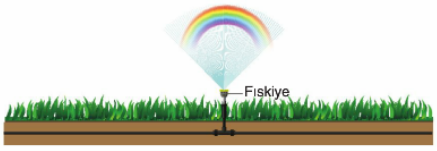
Nur : Elif'in görüntüsü, L noktasında Elif ile aynı boyda oluşur.
Alp : Elif aynaya 20 cm yaklaşırsa görüntüsü de aynaya 20 cm yaklaşır ve K noktasında oluşur.
Ela : Ayna K noktasına alınırsa Elif'in görüntüsü N noktasında oluşur.

Nur, Alp ve Ela'nın yorumlarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız Nur
B) Nur ve Alp
C) Alp ve Ela
D) Nur, Alp ve Ela

13)

Alp, güneşli bir günde bahçelerini sulayan fıskiyeyi izlerken bir süre sonra havada küçük bir gökkuşağının oluştuğunu gözlemliyor.



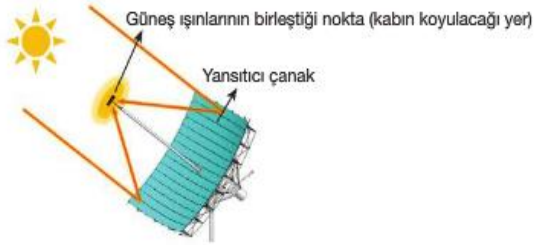
Alp'in yaptığı bu gözlem;

I. Beyaz ışık tüm ışık renklerinin bileşiminden oluşur.
II. Işık enerjisi başka bir enerjiye dönüşür.
III. İnsan gözünün fark edemeyeceği ışınlar vardır.

çıkarımlarından hangilerini ispatlamak için bir delildir?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III

14 Güneş enerjisinden birçok alanda faydalanılır. Bunlardan bir tanesi de güneş ocaklarıdır. Güneş'ten gelen ışınlar çanak tipli yansıtıcı yüzeyden yansıdıktan sonra, güneş ışınlarının birleştiği noktaya bir kap koyulur. Güneş ışığı bu kaba ulaşarak kabın kısa sürede ısınmasını sağlar. Kaba koyulan yemek ya da herhangi bir şey kısa sürede pişmiş olur.



Fen bilimleri dersinde öğrencilerine yukarıdaki bilgiyi veren Ali Öğretmen'in öğrencilerine yönelttiği soru aşağıdaki gibidir.

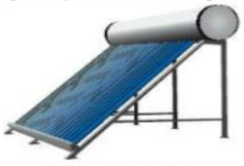
"Güneş ocağında yemek pişireceğinizi düşünürseniz, güneş ışınlarının birleştiği noktaya hangi özellikte bir kap koyardınız? Nedeni ile birlikte açıklayınız?"

Buna göre aşağıdaki öğrencilerden hangisinin cevabı doğrudur?

A) **Dora:** Üzerine gelen güneş ışınlarını daha fazla yansıtması için koyu renkli bir kap tercih ederdim.
B) **Doruk:** Üzerine gelen güneş ışınlarını daha fazla soğurması için koyu renkli bir kap tercih ederdim.
C) **Selin:** Üzerine gelen güneş ışınlarını daha fazla soğurması için açık renkli bir kap tercih ederdim.
D) **Bülent:** Üzerine gelen güneş ışınlarını daha fazla yansıtması için açık renkli bir kap tercih ederdim.

15) Güneş, Dünya'ya hiç durmadan ısı ve ışık sağladığından, güneş enerjisi tükenmeyen bir enerji kaynağı olarak adlandırılır. Ayrıca, güneş enerjisinin diğer enerji türlerine dönüştürülmesi sırasında çevreye herhangi bir zarar verilmediğinden, güneş enerjisi temiz ve doğa dostudur. Güneş enerjisi; ısınma, aydınlanma, tarım, elektrik üretimi ve su arıtımı gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Güneş enerjisinin kullanıldığı bazı örnekler aşağıda verilmiştir.


Su ısıtma sistemi


Sokak lambası


Gezici uzay robotu

Güneş enerjisinin kullanıldığı bu örneklerle ilgili olarak;

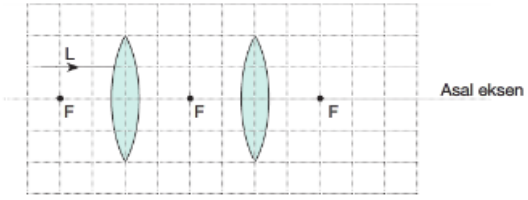
I. Güneş ışığını soğurma
II. Güneş enerjisini başka bir enerji türüne çevirme
III. Elde edilen enerjinin kullanıldığı alan

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) I, II ve III

16) *Ortam değiştiren ışık ışını kırılmaya uğrar. İnce kenarlı mercekte asal eksene paralel olarak gelen ışık ışını kırıldıktan sonra merceğin odak noktasından geçer. Merceğin odak noktasından geçerek merceğe gelen ışık ışını ise kırıldıktan sonra asal eksene paralel olarak gider.*

Odak uzaklıkları çakışık ve F kadar olan özdeş merceklerin asal eksenine L ışık ışını şekildeki gibi paralel olarak gönderiliyor.



Buna göre L ışık ışınının mercek sisteminde uğradığı kırılma sayısı ve çıkışta izlediği yol aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

A) İki kez kırılır ve asal eksene paralel gider.
B) İki kez kırılır ve odak noktasından geçer.
C) Dört kez kırılır ve odak noktasından geçer.
D) Dört kez kırılır ve asal eksene paralel gider.

17)



Bilgi: Aynalar paralel gelen ışınları bir noktada toplayacak şekilde yansıtırlar.

Bilgi kutucuğunda tanımı yapılan ayna çeşidine örnek olacak aynalar tabloda boyandığında tablonun görünümü aşağıdakilerden hangisi olur?

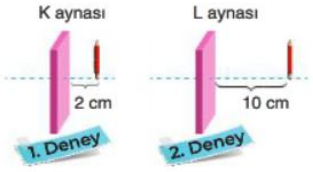
A) 
B) 
C) 
D) 

18) Çukur aynalar ile bir cismin daha büyük görüntüsü elde edilebilir. Bu sayede incelenen cisim ile ilgili ayrıntılı inceleme yapılabilir. Tümsek aynalar ile cismin daha küçük görüntüsü elde edilir. Bu sayede büyük bir alanın görüntüsü küçük bir alanda gösterilebilir.

Buna göre çukur ve tümsek aynaların günlük hayatta kullanım alanlarına aşağıdakilerden hangisi verilebilir?

	Çukur ayna	Tümsek ayna
A)	Mağazalarda güvenlik aynası	Arabaların altlarının kontrolünde kullanılan ayna
B)	Diş hekimlerinin kullandığı ayna	Mağazalardaki güvenlik aynası
C)	Keskin dönüşlerin olduğu yollardaki aynalar	Mağazalardaki güvenlik aynası
D)	Mağazalardaki güvenlik aynası	Diş hekimlerinin kullandığı ayna

19) Irmak, masa üzerine dikey olarak sabitlediği K ve L aynaları ile özdeş kalem kullanarak iki farklı deney düzeneği hazırlıyor. Her bir deneyde kalemin aynadaki görüntüsünün boyunu, kalemin aynaya uzaklığını ve kalemin görüntüsünün düz veya ters olma durumunu hazırladığı tabloya kaydediyor.



Deneyler	Kalemin boyu	Kalemin aynaya uzaklığı	Kalemin görüntüsünün boyu	Kalemin görütüsünün durumu
1	10 cm	2 cm	15 cm	Düz
2	10 cm	10 cm	5 cm	Ters

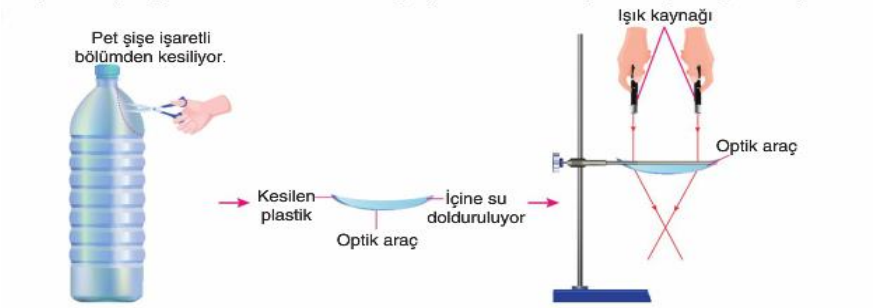
1. Deney : Kalemini aynaya yaklaştırıyor ve kalemin aynadaki görüntüsünün boyunu ölçüp görüntünün düz veya ters olma durumunu belirliyor.

2. Deney : Kalemini aynadan uzaklaştırıyor ve kalemin aynadaki görüntüsünün boyunu ölçüp görüntünün düz veya ters olma durumunu belirliyor.

Irmak'ın oluşturduğu tabloya göre deneylerde kullandığı K ve L aynaları aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	K	L
A)	Çukur	Çukur
B)	Çukur	Tümsek
C)	Tümsek	Çukur
D)	Tümsek	Tümsek

20) Derya'nın bir pet şişe ve bir miktar su ile tasarladığı optik aracın tasarım aşamaları şekilde gösterilmiştir.



Derya iki adet ışık kaynağını hazırladığı optik araca tuttuğunda ışınların bir noktada toplanacak şekilde kırıldığını gözlemliyor.

Deryanın tasarladığı optik araç ile ilgili olarak;

I. İnce kenarlı mercek işlevi vardır.
II. Bir nesneye tutulursa nesneyi daha büyük gösterebilir.
III. Su miktarı azaltılırsa kalın kenarlı mercek işlevi gösterebilir.

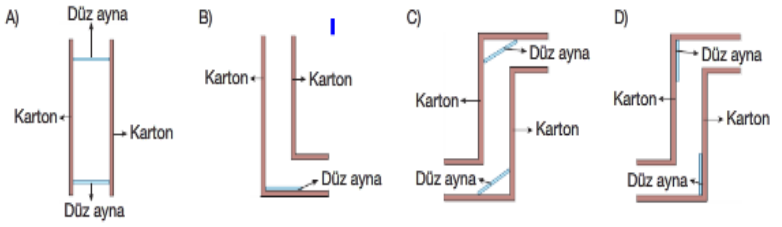
verilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III

21) Periskobun en yaygın olarak kullanıldığı alan denizaltı gemileridir. Periskop denizaltının gözüdür. Denizaltılar su altında görünmeden su üstündeymiş gibi seyir yapabilmek için periskop kullanırlar. Periskop içerisinde bir çok optik alıcı vardır.

Nisan Öğretmen yukarıdaki açıklamasından sonra her öğrenciye belli miktarlarda düz ayna ve karton vererek, öğrencilerden periskop tasarlamalarını istemiştir.

Buna göre aşağıdaki öğrencilerden hangisinin periskop tasarımı doğru olmuştur?



Murat'ın tasarımı Eda'nın tasarımı Tuğba'nın tasarımı Ozan'ın tasarımı

22) Kenarları ortasına göre ince olan merceklere ince kenarlı, kenarları ortasına göre kalın olan merceklere ise kalın kenarlı mercekler denir. İnce kenarlı ve kalın kenarlı mercekler günlük hayatta kullandığımız birçok araç gerecin yapısında bulunmaktadır. İnce kenarlı merceklerden belli bir mesafede bakıldığında cisimlerin düz ve büyük görüntüsü oluşur ve bu sayede cisimler daha ayrıntılı incelenebilir. Kalın kenarlı merceklerden bakıldığında ise cisimlerin düz ve küçük görüntüsü oluşur ve bu sayede geniş bir alanı görmek mümkün olur.

Bazı merceklerin görünümleri aşağıdaki gibidir.



K L M N

I. Büyüteç olarak kullanılır.
II. El feneri camında kullanılır.
III. Gözün yapısında bulunur.
IV. Dış kapı dürbünlerinde kullanılır.

Merceklerin Kullanım Alanları

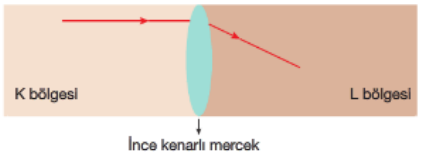
Buna göre mercek çeşitleri ile kullanım alanları aşağıdakilerin hangisinde doğru eşleştirilmiştir?

	K	L	M	N
A)	I	II	IV	III
B)	III	I	IV	II
C)	III	IV	II	I
D)	I	IV	II	III

23) . Doruk ince kenarlı merceğin odak uzaklığını bulmak için aşağıda aşamaları verilen deneyi yapıyor.

Deney aşamaları:

1. K bölgesinden merceğin asal eksenine paralel olacak şekilde ışın yolladım ve ışığın izlediği yolu çizdim.



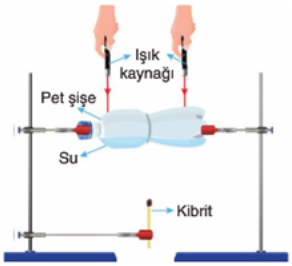
2. - - - - - .

3. Mercekte kırıldıktan sonra ışınların kesiştiği noktayı buldum ve odak noktası olarak işaretledim.

Doruk merceğin odak uzaklığını doğru olarak tespit ettiğine göre, yaptığı deneyin 2. aşaması aşağıda verilenlerden hangisi olabilir?

A) L bölgesinden merceğin asal eksenine paralel bir ışık yollamış ve izlediği yolu çizmiştir.
B) K bölgesinden merceğin asal eksenine paralel olmayan bir ışık yollamış ve izlediği yolu çizmiştir.
C) L bölgesinden merceğin asal eksenine paralel olmayan bir ışık yollamış ve izlediği yolu çizmiştir.
D) K bölgesinden merceğin asal eksenine paralel başka bir ışık yollamış ve izlediği yolu çizmiştir.

24) Öğretmen laboratuvarında bir malzeme eksik olduğu için kantinden aldırdığı suyun bir kısmını içerek şişede kalan su ve pet şişe ile şekilde gösterilen deneyi yapıyor.



Öğretmen bu deneyde amaçlarının kibritin ışık ile yanabileceğini göstermek olduğunu söylüyor. Bir süre sonra kibritin yandığı gözlemleniyor.

Bu etkinlikle ilgili olarak;

I. Laboratuvarda eksik olan malzeme ince kenarlı mercektir.
II. Kibritin yanacak olan uç kısmı içinde bir miktar su bulunan pet şişenin odak noktasına koyulmuştur.
III. İçinde bir miktar su olan pet şişeler yangın riski oluşturabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III

25)

. Tabloda saydam bir ortamdan başka saydam ortama geçen ışığın gelme ve kırılma açısı verilmiştir.

1. ortam	2. ortam	Gelme açısı	Kırılma açısı
Işığın geldiği ortam	Işığın kırıldığı ortam	40°	55°

Saydam X, Y, Z ve T ortamlarının yoğunlukları aşağıdaki gibidir.

Madde	Yoğunluk (g/cm^3)
X	0,5
Y	0,9
Z	1,2
T	1,9

Buna göre ışığın geldiği ve kırıldığı ortam aşağıdakilerden hangisi olamaz?

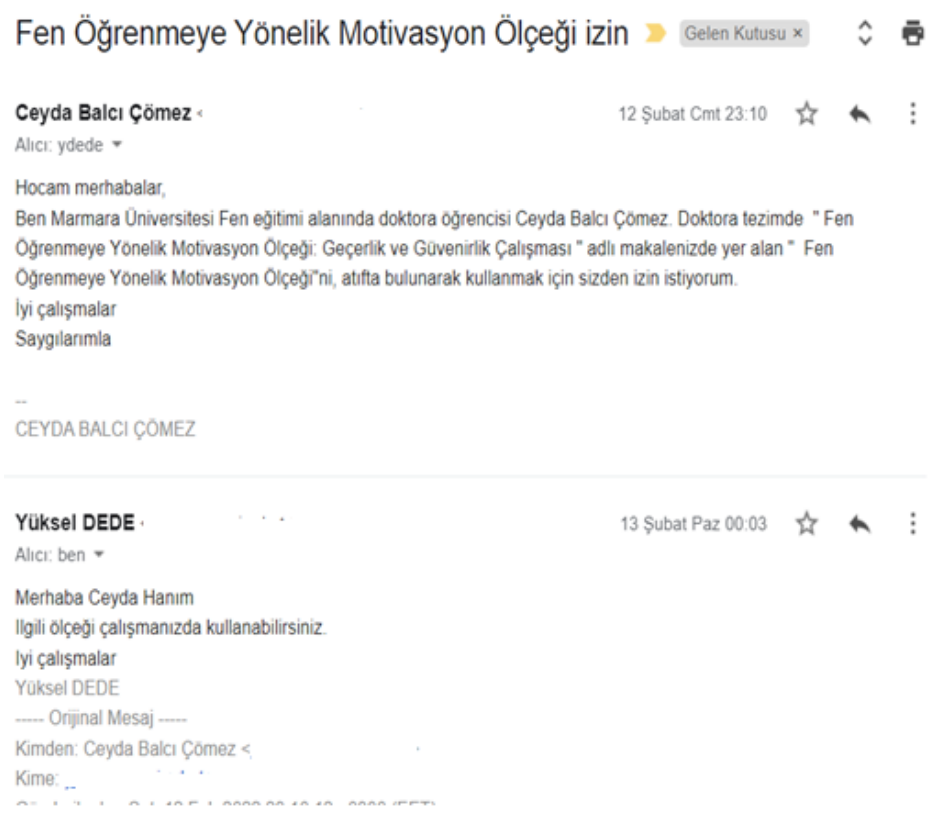
	Geldiği ortam	Kırıldığı ortam
A)	T	Z
B)	Z	Y
C)	Y	X
D)	X	Y

Adı Soyadı:
Sınıf:
Puan:

Cevaplarınızı aşağıdaki bölüme (X) ile işaretleyiniz.

	A	B	C	D
1)				
2)				
3)				
4)				
5)				
6)				
7)				
8)				
9)				
10)				
11)				
12)				
13)				
14)				
15)				
16)				
17)				
18)				
19)				
20)				
21)				
22)				
23)				
24)				
25)				

EK 3. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Kullanım İzni



Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği izin Gelen Kutusu ×

Ceyda Balcı Çömez 12 Şubat Cmt 23:10

Alıcı: ydede

Hocam merhabalar,
Ben Marmara Üniversitesi Fen eğitimi alanında doktora öğrencisi Ceyda Balcı Çömez. Doktora tezimde " Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması " adlı makalenizde yer alan " Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği"ni, atıfta bulunarak kullanmak için sizden izin istiyorum.
İyi çalışmalar
Saygılarımla

--
CEYDA BALCI ÇÖMEZ

Yüksel DEDE 13 Şubat Paz 00:03

Alıcı: ben

Merhaba Ceyda Hanım
Ilgili ölçeği çalışmanızda kullanabilirsiniz.
Iyi çalışmalar
Yüksel DEDE
----- Orijinal Mesaj -----
Kimden: Ceyda Balcı Çömez <
Kime:

EK 4. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği

Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği

Sevgili Öğrenciler;

Bu ölçekte fen bilimleri öğrenimine yönelik çeşitli ifadeler verilmiştir. Her ifadeyi dikkatli bir şekilde okuyarak ifadeye ne kadar katıldığınızı gösteren **tek bir seçeneği** (X) işaretleyiniz. Her maddeye sadece bir görüş belirtmeniz ve boş madde bırakmamanız testin değerlendirilebilmesi açısından çok önemlidir. Verdiğiniz bilgiler ve cevaplar bilimsel amaçla kullanılacak, başka kişilerle paylaşılmayacaktır. **Katkılarınız için teşekkür ederim.**

Ceyda BALCI ÇÖMEZ

Marmara Üniversitesi Doktora Öğrencisi

A. KİŞİSEL BİLGİ FORMU

1. Cinsiyet : ( ) Kız ( ) Erkek

2. Sınıf / Şube :

3. Adı Soyadı :

Madde	Fen Bilimleri Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Biraz Katılıyorum	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1.	Fenle ilgili en son yenilikleri öğrenmeyi severim.					
2.	Grup etkinliği yaparken arkadaşlarımın çalışmak için beni seçmelerini isterim.					
3.	Yüksek not aldığımda öğretmeninim sınıfta bunu ilan etmesini isterim.					
4.	Fen dersinde gösterdiğim çabaların öğretmenim tarafından takdir edilmesini isterim.					
5.	Okulda öğretilmeyen fen konularıyla da ilgilenirim.					
6.	Öğretmenimizin söylediği önemli bilgileri kaçırmamak için çok çaba sarf ederim.					
7.	Fen bilgisi dersi sınavlarında en yüksek notu almak isterim.					
8.	Öğretmenin sınıfta anlattığı bilgilerden daha fazlasını araştırmak isterim.					

Madde	Fen Bilimleri Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Biraz Katılıyorum	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
9.	Öğretmenimin konuyu öğretirken detaylı açıklama yapmasını isterim.					
10.	Fen bilgisiyle ilgili kitap ve ders notlarımı sınıf arkadaşlarıma ödünç vermek istemem.					
11.	Sınıfta çözdüğümüz problem veya etkinlikleri ilk bitiren kişi olmak isterim.					
12.	Yeni fen konuları hakkında bilgi edinmek isterim.					
13.	Öğretmenimin verdiği ev ödevlerinin yapılıp yapılmadığını kontrol etmesini isterim.					
14.	Fen bilgisi derslerinde sınıf arkadaşlarıma yardımcı olmaktan hoşlanırım.					
15.	Fen problemlerinin cevaplarını araştırmaktan hoşlanırım.					
16.	Fen derslerinde öğretmenimin gözüne girmek için çok çalışırım.					
17.	Fen derslerinde arkadaşlarımla grup çalışmaları yapmayı severim.					
18.	Sınıf tartışmalarında en iyi fikri ortaya atmak isterim.					
19.	Fen ödevlerimi en iyi şekilde yapmaya çalışırım.					
20.	Küçük gruplarda çalışmayı severim.					
21.	Fendeki yeni fikirleri öğrenmek isterim.					
22.	Ev ödevlerini, daha çok bilgi öğrenmeme yardımcı olduğu için severim.					
23.	Grup çalışmalarında, diğer arkadaşlarımın fikirlerini önemsemem.					

EK 5. 21. yüzyıl Beceri Ölçeği Kullanım İzni



21. yy becerileri ölçeği izin

Ceyda Balcı Çömez 18 Şub 2022 Cum 22:31

Alıcı: ssungur

Hocam merhabalar,
Ben Marmara Üniversitesi Fen eğitimi alanında doktora öğrencisi Ceyda Balcı Çömez. Doktora tezimde " Middle School Students' Perceptions about Twenty-First-Century Learning Practices in Science Classes: A Multidimensional Approach " adlı makalenizde yer alan " Fen Öğreniminde 21.yy. Becerileri Ölçeği "nize, atıfta bulunarak kullanmak için sizden izin istiyorum. Eğer sizin için de uygunsa, sizi tekrar rahatsız etmemek adına, rica etsem ölçeğin Türkçe'ye uyarlanmış halini paylaşabilir misiniz?
Şimdiden teşekkür ederim.
İyi çalışmalar
Saygılarımla

--
CEYDA BALCI ÇÖMEZ

Semra Sungur 20 Şub 2022 Paz 18:35

Alıcı: elif.karaca, ben

Merhaba,

Türkçe'ye uyarlamış olduğumuz Fen Öğreniminde 21.yy. Becerileri Ölçeği'ni doktora çalışmanızda kullanabilirsiniz.

Çalışmanızda başarılar dilerim.

Prof.Dr. Semra Sungur

EK 6. Fen Öğreniminde 21.yüzyıl Beceri Ölçeği

Fen Öğreniminde 21.yüzyıl Beceri Ölçeği

Sevgili Öğrenciler;

Bu ölçekte sizlerin 21.yüzyıl becerilerinizi belirlemeye yönelik çeşitli ifadeler verilmiştir. Her ifadeyi dikkatli bir şekilde okuyarak ifadeye ne kadar katıldığınızı gösteren **tek bir seçeneği** (X) işaretleyiniz. Her maddeye sadece bir görüş belirtmeniz ve boş madde bırakmamanız testin değerlendirilebilmesi açısından çok önemlidir. Verdiğiniz bilgiler ve cevaplar bilimsel amaçla kullanılacak, başka kişilerle paylaşılmayacaktır. **Katkılarınız için teşekkür ederim.**

Ceyda BALCI ÇÖMEZ
Marmara Üniversitesi Doktora Öğrencisi

A. KİŞİSEL BİLGİ FORMU

1. Cinsiyet : ( ) Kız ( ) Erkek

2. Sınıf / Şube :

3. Adı Soyadı :

Madde	FEN ÖĞRENİMİNDE 21.YÜZYIL BECERİLERİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1.	Fen bilimleri dersinde, derse nasıl çalışacağıma dair planlar yaparım					
2.	Fen bilimleri dersine çalışırken kendime hedefler belirlerim.					
3.	Fen bilimleri dersindeki çalışmalarımı daha iletebilmek için farklı yollar ya da yöntemler üzerine düşünürüm					
4.	Fen bilimleri dersinde kaydettiğim ilerlemeleri göz önüne alarak, kullandığım çalışma yöntemlerimde düzenlemeler yaparım.					
5.	Fen bilimleri dersine çalışırken, derste kaydettiğim ilerlemeleri gözden geçirmeye çalışırım					
6.	Fen bilimleri dersinde, öğrendiğim bilgileri düzenlemek ve kaydetmek için bilgisayar kullanırım.					
7.	Fen bilimleri dersinde, öğrenme sürecimdeki ilerlemelere ilişkin düşüncelerimi kaydetmek için bilgisayar kullanırım					
8.	Fen bilimleri dersinde, diğer kaynaklardan elde ettiğim bilgileri bir araya getirmek ve düzenlemek için bilgisayar kullanırım.					

Arka Sayfaya Geçiniz.

Madde	FEN ÖĞRENİMİNDE 21.YÜZYIL BECERİLERİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
9.	Fen bilimleri dersinde, öğrendiklerimi anlatabilmek için bilgi ve iletişim teknolojilerinden (PowerPoint sunumları, Word belgeleri, zihin haritaları vb.) faydalanırım.					
10.	Fen bilimleri dersinde, öğrenmeme yardımcı olacak bilgilere internetten faydalanarak ulaşırım.					
11.	Fen bilimleri dersinde, ben ve arkadaşlarım yeni şeyler öğrenmek için etkili bir şekilde, birlikte çalışırız.					
12.	Fen bilimleri dersinde, ben ve arkadaşlarım öğrendiğimiz konular hakkındaki farklı görüşleri etkili bir şekilde tartışırız.					
13.	Fen bilimleri dersinde, ben ve arkadaşlarım ödevleri/etkinlikleri tamamlamak için etkili bir şekilde çalışırız.					
14.	Fen bilimleri dersinde ben ve arkadaşlarım, öğrendiklerimizi etkili bir şekilde birbirimize açıklar ve paylaşırız.					
15.	Fen bilimleri dersinde, arkadaşlarım bana faydalı olacak yorumlarda bulunurlar.					
16.	Fen bilimleri dersinde, öğrenmekte olduklarımı anlamama yardımcı olacak diğer olası yollar üzerine düşünürüm.					
17.	Fen bilimleri dersinde, farklı düşünceler üzerine düşünür, hangisinin daha mantıklı olduğunu anlamaya çalışırım					
18.	Fen bilimleri dersinde, kendi düşüncelerimi desteklemek için nedenler ve kanıtlar sunarım.					
19.	Fen bilimleri dersinde, pek çok yeni düşünceler üretirim					
20.	Fen bilimleri dersinde, bir problem için farklı çözüm yolları üretirim.					
21.	Fen bilimleri dersinde, etkinlikleri (proje, deney vb.) yapmak için farklı yollar öneririm.					
22.	Fen bilimleri dersinde, yararlı olabilecek yeni düşünceler üretirim					

Madde	FEN ÖĞRENİMİNDE 21.YÜZYIL BECERİLERİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
23.	Fen bilimleri dersinde, günlük hayatta karşılaşılan problemlere (su kıtlığı, çevresel sorunlar vb.) yol açan nedenleri araştırırım.					
24.	Fen bilimleri dersinde, insanların günlük hayatta karşılaştığı problemler hakkında bilgi sahibi olurum.					
25.	Fen bilimleri dersinde, günlük hayata dair pek çok problem hakkında tartışırım.					
26.	Fen bilimleri dersinde, günlük hayata dair problemler çözerim.					
27.	Fen bilimleri dersinde, günlük hayata dair problemleri çözmek için sahip olduğum bilgileri kullanırım.					
28.	Fen bilimleri dersinde, öğrenmekte olduğum konular ile ilgili açıklamalar/teoriler oluşturabilirim.					
29.	Fen bilimleri dersinde, yeni düşünceler oluşturabilmek için farklı düşünceleri bir araya getirebilirim.					
30.	Fen bilimleri dersinde, tek başıma faydalı bilgiler üretebilirim.					
31.	Fen bilimleri dersinde, öğrenmekte olduğum şeyler hakkında yeni düşünceler üretebilirim					
32.	Fen bilimleri dersinde, öğrendiklerimle günlük hayatta kullanılabilecek ürünler tasarlayabilirim.					

EK 7. Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Sürecine Yönelik Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu

Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu

Görüşme Başlama Saati:

Görüşme Bitiş Saati:

Katılımcı:

Sevgili ……(öğrencinin ismi),

Ben Ceyda BALCI ÇÖMEZ. Marmara Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitiminde doktora yapmaktayım. Bu çalışmayı doktora tez çalışmam kapsamında yapıyorum. Seninle bu süreçte fen bilimleri dersine, sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı sürecine yönelik konuşmak istiyorum. Bu görüşmede senin fen bilimlerine dersine, gerçek laboratuvar uygulamalarına, beyin temelli öğrenme yaklaşımına dayalı olarak işlediğimiz dersin uygulama sürecine yönelik görüşlerini derinlemesine incelemeyi amaçlamaktayım. Seninle yapacağımız görüşme sonunda ortaya çıkacak sonuçların, ileriki yıllarda yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağını düşünmekteyim.

Yapacağımız görüşmede verdiğin bilgiler, sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgilerin kesinlikle gizli tutulacaktır. Görüşmenin yaklaşık yarım saat süreceğini tahmin ediyorum. Görüşmeyi izin verirsen ses kayıt cihazı ile kaydetmek istiyorum.

Bu araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul ettiğin için çok teşekkür ederim. Görüşmeye başlamadan önce sormak istediğin bir soru var mı? İzin verirsen görüşmeye başlamak istiyorum.

Ceyda BALCI ÇÖMEZ

Fen Bilimleri Öğretmeni/ Marmara Üniversitesi Doktora Öğrencisi

SORULAR

Derslerimizi sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile işledik.

1. **Bu uygulamanın "Işığın maddeyle etkileşimi" ünitesinde kullanılması ile ilgili düşünceleriniz neler?**
2. **Bu uygulama derse katılımınızı nasıl etkiledi?**
3. **Bu uygulama Fen dersine olan motivasyonunuzu nasıl etkiledi?**
4. **Bu uygulama "Işığın maddeyle etkileşimi" ünitesindeki akademik başarınızı nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?**
5. **Uygulama sürecinin en beğendiğiniz yönleri nelerdir? Açıklayın**
6. **Uygulama sürecinin en beğenmediğiniz yönleri nelerdir? Açıklayın**
7. **Derste zaman zaman egzersiz yapma konusundaki düşünceleriniz neler?**
    a. **Sonda : eğlenceli? Sıkıcı?**
8. **Derste müzik dinlenmesi konusunda ne düşünüyorsunuz?**
9. **Derste su içilmesi, meyve, çikolata yenmesi konusunda ne düşünüyorsunuz?**
10. **Sanal laboratuvar ortamında deney yapmak hoşunuza gitti mi?**
    a. **Evetse------Hangi yönleri hoşunuza gitti?**
11. **Sanal laboratuvar ortamında deney yaparken karşılaştığınız zorluklar oldu mu?**
    a. **Evetse ----Ne gibi zorluklarla karşılaştınız?**
12. **Derslerin bu şekilde işlenmesini ister misiniz? Neden?**

EK 8. Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Sürecine Yönelik Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu

Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu

Görüşme Başlama Saati:

Görüşme Bitiş Saati:

Katılımcı:

Sevgili ……(öğrencinin ismi),

Ben Ceyda BALCI ÇÖMEZ. Marmara Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitiminde doktora yapmaktayım. Bu çalışmayı doktora tez çalışmam kapsamında yapıyorum. Seninle bu süreçte fen bilimleri dersine, gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı sürecine yönelik konuşmak istiyorum. Bu görüşmede senin fen bilimlerine dersine, gerçek laboratuvar uygulamalarına, beyin temelli öğrenme yaklaşımına dayalı olarak işlediğimiz dersin uygulama sürecine yönelik görüşlerini derinlemesine incelemeyi amaçlamaktayım. Seninle yapacağımız görüşme sonunda ortaya çıkacak sonuçların, ileriki yıllarda yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağını düşünmekteyim.

Yapacağımız görüşmede verdiğin bilgiler, sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgilerin kesinlikle gizli tutulacaktır. Görüşmenin yaklaşık yarım saat süreceğini tahmin ediyorum. Görüşmeyi izin verirsen ses kayıt cihazı ile kaydetmek istiyorum.

Bu araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul ettiğin için çok teşekkür ederim. Görüşmeye başlamadan önce sormak istediğin bir soru var mı? İzin verirsen görüşmeye başlamak istiyorum.

Ceyda BALCI ÇÖMEZ

Fen Bilimleri Öğretmeni/ Marmara Üniversitesi Doktora Öğrencisi

SORULAR

Derslerimizi gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımı ile işledik.

1. **Bu uygulamanın "Işığın maddeyle etkileşimi" ünitesinde kullanılması ile ilgili düşünceleriniz neler?**
2. **Bu uygulama derse katılımınızı nasıl etkiledi?**
3. **Bu uygulama Fen dersine olan motivasyonunuzu nasıl etkiledi?**
4. **Bu uygulama "Işığın maddeyle etkileşimi" ünitesindeki akademik başarınızı nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?**
5. **Uygulama sürecinin en beğendiğiniz yönleri nelerdir? Açıklayın**
6. **Uygulama sürecinin en beğenmediğiniz yönleri nelerdir? Açıklayın**
7. **Derste zaman zaman egzersiz yapma konusundaki düşünceleriniz neler?**
   Sonda : eğlenceli? Sıkıcı?
8. **Derste müzik dinlenmesi konusunda ne düşünüyorsunuz?**
9. **Derste su içilmesi, meyve, çikolata yenmesi konusunda ne düşünüyorsunuz?**
10. **Laboratuvar ortamında deney yapmak hoşunuza gitti mi?**
    Evetse------Hangi yönleri hoşunuza gitti?
11. **Laboratuvar ortamında deney yaparken karşılaştığınız zorluklar oldu mu?**
    Evetse ----Ne gibi zorluklarla karşılaştınız?
12. **Derslerin bu şekilde işlenmesini ister misiniz? Neden?**

EK 9. Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programına Dayalı Öğretim Sürecine Yönelik Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu

Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu

Görüşme Başlama Saati:

Görüşme Bitiş Saati:

Katılımcı:

Sevgili ……(öğrencinin ismi),

Ben Ceyda BALCI ÇÖMEZ. Marmara Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitiminde doktora yapmaktayım. Bu çalışmayı doktora tez çalışmam kapsamında yapıyorum. Seninle bu süreçte fen bilimleri dersine, sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programına dayalı öğrenme sürecine yönelik konuşmak istiyorum. Bu görüşmede senin fen bilimlerine dersine, gerçek laboratuvar uygulamalarına dayalı olarak işlediğimiz dersin uygulama sürecine yönelik görüşlerini derinlemesine incelemeyi amaçlamaktayım. Seninle yapacağımız görüşme sonunda ortaya çıkacak sonuçların, ileriki yıllarda yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağını düşünmekteyim.

Yapacağımız görüşmede verdiğin bilgiler, sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgilerin kesinlikle gizli tutulacaktır. Görüşmenin yaklaşık yarım saat süreceğini tahmin ediyorum. Görüşmeyi izin verirsen ses kayıt cihazı ile kaydetmek istiyorum.

Bu araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul ettiğin için çok teşekkür ederim. Görüşmeye başlamadan önce sormak istediğin bir soru var mı? İzin verirsen görüşmeye başlamak istiyorum.

Ceyda BALCI ÇÖMEZ

Fen Bilimleri Öğretmeni/ Marmara Üniversitesi Doktora Öğrencisi

SORULAR

Derslerimizi sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programına dayalı öğrenme sürecine dayalı olarak işledik.

1) **Bu uygulamanın "Işığın maddeyle etkileşimi" ünitesinde kullanılması ile ilgili düşünceleriniz neler?**
2) **Bu uygulama derse katılımınızı nasıl etkiledi?**
3) **Bu uygulama Fen dersine olan motivasyonunuzu nasıl etkiledi?**
4) **Bu uygulama "Işığın maddeyle etkileşimi" ünitesindeki akademik başarınızı nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?**
5) **Uygulama sürecinin en beğendiğiniz yönleri nelerdir? Açıklayın**
6) **Uygulama sürecinin en beğenmediğiniz yönleri nelerdir? Açıklayın**
7) **Sanal laboratuvar ortamında deney yapmak hoşunuza gitti mi?**
   Evetse------Hangi yönleri hoşunuza gitti?
8) **Sanal laboratuvar ortamında deney yaparken karşılaştığınız zorluklar oldu mu?**
   Evetse ----Ne gibi zorluklarla karşılaştınız?
9) **Derslerin bu şekilde işlenmesini ister misiniz? Neden?**

EK10. Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programına Dayalı Öğretim Sürecine Yönelik Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu

Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu

Görüşme Başlama Saati:

Görüşme Bitiş Saati:

Katılımcı:

Sevgili ……(öğrencinin ismi),

Ben Ceyda BALCI ÇÖMEZ. Marmara Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitiminde doktora yapmaktayım. Bu çalışmayı doktora tez çalışmam kapsamında yapıyorum. Seninle bu süreçte fen bilimleri dersine, gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programına dayalı öğrenme sürecine yönelik konuşmak istiyorum. Bu görüşmede senin fen bilimlerine dersine, gerçek laboratuvar uygulamalarına dayalı olarak işlediğimiz dersin uygulama sürecine yönelik görüşlerini derinlemesine incelemeyi amaçlamaktayım. Seninle yapacağımız görüşme sonunda ortaya çıkacak sonuçların, ileriki yıllarda yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağını düşünmekteyim.

Yapacağımız görüşmede verdiğin bilgiler, sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgilerin kesinlikle gizli tutulacaktır. Görüşmenin yaklaşık yarım saat süreceğini tahmin ediyorum. Görüşmeyi izin verirsen ses kayıt cihazı ile kaydetmek istiyorum.

Bu araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul ettiğin için çok teşekkür ederim. Görüşmeye başlamadan önce sormak istediğin bir soru var mı? İzin verirsen görüşmeye başlamak istiyorum.

Ceyda BALCI ÇÖMEZ

Fen Bilimleri Öğretmeni/ Marmara Üniversitesi Doktora Öğrencisi

SORULAR

Derslerimizi gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim programına dayalı öğrenme sürecine dayalı olarak işledik.

1) **Bu uygulamanın "Işığın maddeyle etkileşimi" ünitesinde kullanılması ile ilgili düşünceleriniz neler?**
2) **Bu uygulama derse katılımınızı nasıl etkiledi?**
3) **Bu uygulama Fen dersine olan motivasyonunuzu nasıl etkiledi?**
4) **Bu uygulama "Işığın maddeyle etkileşimi" ünitesindeki akademik başarınızı nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?**
5) **Uygulama sürecinin en beğendiğiniz yönleri nelerdir? Açıklayın**
6) **Uygulama sürecinin en beğenmediğiniz yönleri nelerdir? Açıklayın**
7) **Laboratuvar ortamında deney yapmak hoşunuza gitti mi?**
   Evetse------Hangi yönleri hoşunuza gitti?
8) **Laboratuvar ortamında deney yaparken karşılaştığınız zorluklar oldu mu?**
   Evetse ----Ne gibi zorluklarla karşılaştınız?
9) **Derslerin bu şekilde işlenmesini ister misiniz? Neden?**

EK 11. Öğrenci Günlüğü

ÖĞRENCİ GÜNLÜĞÜ

Ad/ Soyadı: ..... Tarih: .....
Bugünkü Dersin Konusu: ..... Hafta: .....

1)Bugünkü Fen bilimleri dersi nasıldı ve neler öğrendiniz?

……
……
……
……
……

2) Bugünkü fen bilimleri dersinde etkinlikleri yaparken zorlandığınız noktalar oldu mu? Açıklayınız.

……
……
……
……

3) Bugünkü Fen bilimleri dersindeki deneyleri yaparken, kendini güçlü gördüğün yönlerin nelerdi? Neden böyle düşünüyorsun?

……
……
……
……

4) Bugünkü Fen bilimleri dersindeki deneylerde kendini zayıf gördüğün yönlerin nelerdi? Neden böyle düşünüyorsun?

……
……
……
……

5) Bugünkü Fen bilimleri dersindeki etkinlikler fen dersine yönelik motivasyonunu nasıl etkiledi? Neden?

……
……
……
……

6) Bugünkü Fen bilimleri dersinde yaptığımız etkinlikler sana neler kazandırdı? Kazandırmadıysa sence neden kazandırmadı?

……
……
……
……

7) Bugünkü Fen bilimleri dersinde öğrendiğin bilgileri günlük yaşamda kullanabileceğin durumlar nelerdir?

……
……
……
……

8)Bugünkü Fen Bilimleri dersine yönelik duygu ve düşüncelerin neler? Neden böyle düşünüyorsun?

……
……
……
……

9) Bugünkü Fen bilimleri dersinde en beğendiğin etkinlik nedir? Neden?

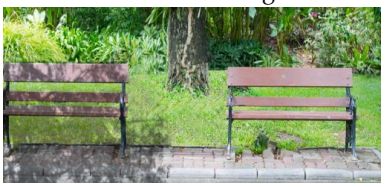
……
……
……
……

EK 12. Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Sürecine Yönelik Geliştirilen Çalışma Yaprakları

IŞIĞIN SOĞRULMASI



Güneşli ve sıcak bir günde Arzu ile annesi pazardan dönerken çok terlemiş ve yorulmuşlardı. Bankta oturup biraz dinlenmek istediler. Annesi Güneş gören bankta oturmayı teklif etti ve banka oturdular. Ancak bank çok sıcaktı, Arzu ve annesi hemen hızlıca banktan kalkıp, hemen yandaki ağacın altında bulunan diğer banka oturdular. Bu bank diğeri gibi sıcak değildi. Arzu aynı ortamda bulunan bankların neden farklı sıcaklıkta olduğunu merak etti.



- **Yukarıda verilen olayda problem nedir?**

……

- **Bankların farklı sıcaklıkta olmasının sebebi ne olabilir?**

……

Deney 1: Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

- Sanal laboratuvara giriş yapınız.
- İçerisinde eşit miktarda ve sıcaklıkta bulunan beherlerden birini Güneşli, diğerini de gölge bölüme yerleştiriniz.
- 30dk sonra beherlerdeki suların son sıcaklıklarına ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Suların sıcaklıklarını termometre ile ölçünüz. Ve gözlemlerim bölümüne yazınız.



- Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotezlerinizi yazınız ve değişkenlerinizi belirleyiniz.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Tahminim:

Gözlemlerim:

Ortam	**İlk sıcaklık**	**Son sıcaklık**
Güneşli		
Gölge		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

Yapmış* olduğunuz *deneyden nasıl bir sonuç elde ettiniz?

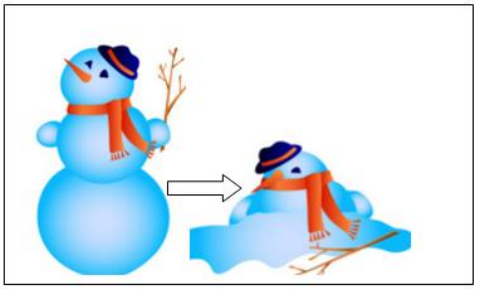
……

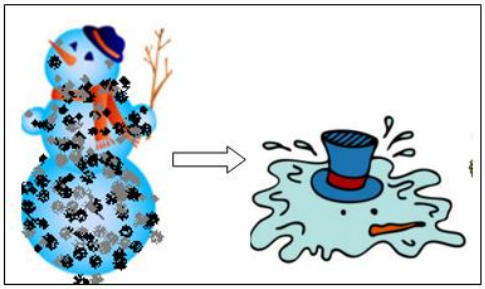
……

KARDAN ADAM

Zehra ve Ahmet eşit kütleli özdeş yan yana kardan adamlar yapıyorlar. Ahmet kendi kardan adamının üzerini siyah kül ve toz parçalarıyla kaplıyor. Eşit süre geçtikten sonra şekildeki gibi Zehra'nın kardan adamının bir kısmı erirken, Ahmet'in kardan adamının tamamı erimiştir. Ahmet kendi kardan adamının neden tamamının eridiğini merak etmiştir.

Zehra'nın Kardan Adamı **Ahmet'in Kardan Adamı**





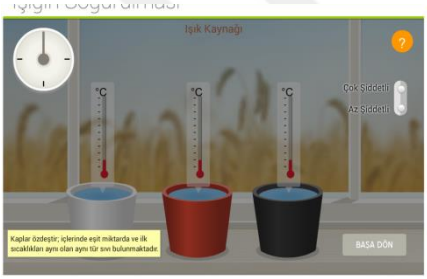
- **Yukarıda verilen olayda problem nedir?**

……

- **Burak'ın kardan adamının, Zehra'nın kardan adamından daha önce erimesinin nedeni ne olabilir?**

……

Deney 2: Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.



- Sanal laboratuvara giriş yapınız.
- İçerisinde eşit miktarda ve sıcaklıkta su bulunan beyaz, kırmızı ve siyah renkteki beherleri aynı süre Güneş'te beklettiğimizde, sulardaki sıcaklık değişimine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından deneyi yapınız ve suların sıcaklıklarını termometre ile ölçünüz. Ve gözlemlerim bölümüne yazınız.

Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Tahminim:

Gözlemlerim:

Ortam	İlk Sıcaklık	Son sıcaklık
Beyaz		
Kırmızı		
Siyah		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

- ***Yapmış olduğunuz deneyden nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

……
……

IŞIK VE MADDE



Işık bir enerji türüdür, dolayısıyla ışık ile etkileşen maddelerde Işık bir enerji türüdür ve madde ile etkileşimi sonucunda 3 farklı durum meydana gelebilir. Bu durumlar; Işık maddeden geçebilir, Işık maddeden yansıyabilir ve ışık madde tarafından soğrulabilir. Işık ışınlarının etkileştiği madde tarafından tutulmasına <u>ışığın soğurulması</u> denir. Maddelerin ışığın soğurma miktarı bazı faktörlere göre değişkenlik gösterebilir.

Yukarıdaki bilgi notuna dayanarak aşağıdaki örnekleri ışığın soğrulması/ yansıması durumlarına göre açıklayınız.





Kış mevsiminde koyu renkli kıyafetler, yaz mevsiminde ise açık renkli kıyafetler tercih ederiz. Çünkü……
……
……
……

Sıcak bölgelerde binaların dış kısmı beyaza boyanır. Çünkü……
……
……
……







Güneş altında bekletilen kıyafetlerin renkleri solar. Çünkü
……
……
……
……

BEYAZ IŞIĞIN SIRRI



Güneş'ten ve ampullerden yayılan ışık beyaz renktedir. Ancak arkadaşım Ezgi Güneş'ten ve ampullerden yayılan ışığın birden fazla rengi içerdiğini söyledi. Eğer arkadaşımın dediği doğruysa Güneş ve ampullerin ışığı nasıl beyaz görünüyor?

Siz bu durumu nasıl açıklarsınız?

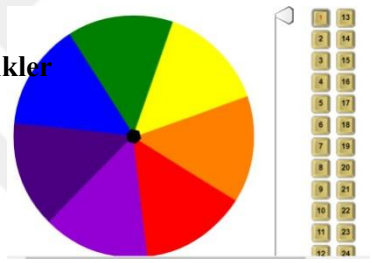
……

……

……

Tahminlerim:

- **Yandaki şekilde Gökkuşağının renklerini içeren renk çarkını döndürdüğünüzde sizce nasıl bir renk veya renkler oluşacaktır?**



……

……

……

……

- **Çarkın hızlı veya yavaş dönmesi sonucu etkiler mi? Neden?**

……

……

……

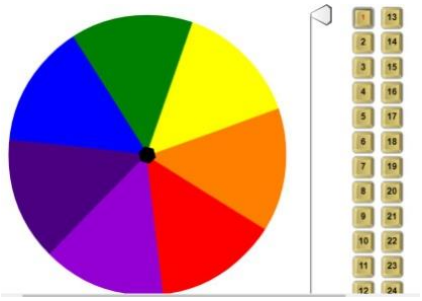
……

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Şimdi gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuvarımızda etkinliğimizi yapalım.

- Aşağıdaki, çarkın sağ tarafındaki numaralar çarkın dönüş hızını ifade etmektedir. Şimdi sırasıyla 1,8, 16 ve 24 numaralı tuşlara fareniz ile tıklayarak çarktaki değişimleri gözlemleyiniz. Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.



Gözlemlerim:

- **Dönmenin etkisiyle dairedeki tüm renklerin görünümünde bir değişim oldu mu? Nasıl?**

……

……

……

- **Çarkı yavaş ve hızlı döndürdüğünüzde nasıl bir değişim gözlemlediğinizi aşağıdaki tabloya göre doldurunuz?**

Hangi numaraya tıkladın?	**Nasıl bir değişim gözlemledin?**
1 numaraya tıkladığımda	
8 numaraya tıkladığımda	
16 numaraya tıkladığımda	
24 numaraya tıkladığımda	

- ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

……

……

……

- ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

……

……

……

IŞIK PRİZMASI



Işık prizması animasyonunu dikkatle izleyelim.
Aşağıdaki soruları cevaplayalım.

➢ **Beyaz ışık prizmadan geçirilince ne oldu?**

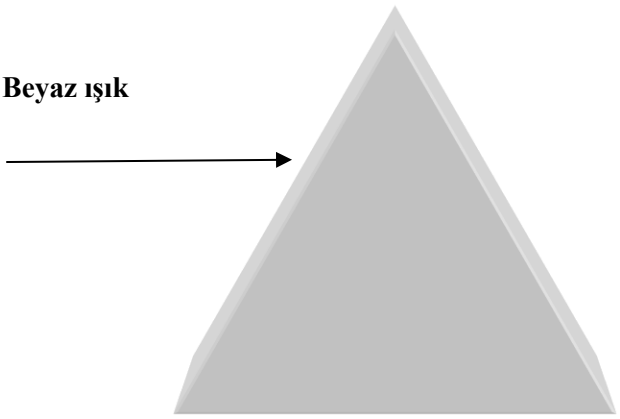
……

……

……

➢ **Beyaz ışık prizmadan geçtikten sonra uğradığı değişimi renkli kalemlerinizi kullanarak aşağıdaki bölüme çizerek gösteriniz.**

Beyaz ışık



KuTuSaYaMaM

CİSİMLER NASIL RENKLİ GÖRÜNÜR?



Beyaz ışığın aslında çok renkli olduğunu öğrendik. Peki hangi renkteki ışıkları birleştirirsek beyaz ışık olarak algılayabiliriz?

- **Cevabınız:**……
  ……

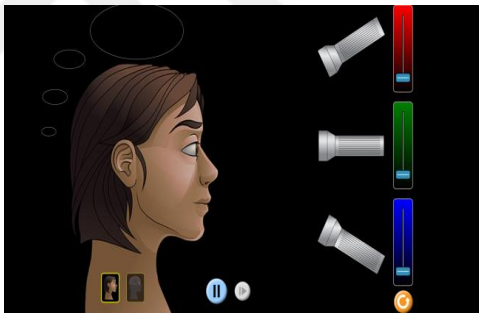
- **Cisimlerin farklı renklerde görünmesinin sebebi nedir? Açıklayınız.**

……

I. Aşama

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

- Sanal laboratuvara giriş yapınız.
- KYM Lambalar butonuna tıklayınız.
- Kırmızı ışığa tıkladığınızda kişi tarafından nasıl algılandığını gözlemleyiniz. Aynı işlemleri ayrı ayrı mavi ve yeşil ışık için tekrarlayınız.
- Ardından sırasıyla ayrı ayrı Kırmızı ve mavi, Kırmızı ve yeşil, yeşil ve mavi, kırmızı, yeşil ve mavi renk ışıkları aynı anda açtığımızda hangi renk olarak algılanacağını tahminlerim bölümüne yazınız.
- Deneyi gerçekleştiriniz. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız.



Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Renkler	Tahminim	Gözlemim
Kırmızı ve mavi		
Kırmızı ve yeşil		
Yeşil ve mavi		
Kırmızı, yeşil ve mavi		

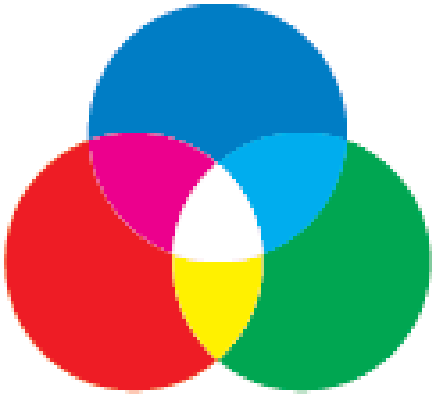
- ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

……
……
……

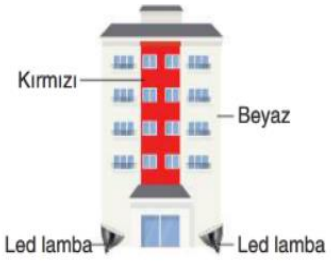
- **Işık renklerini sınıflandıracak olursak hangileri ana renk, hangileri ara renk olur? Neden?**

Ana Renkler……

Ara Renkler……



II. Aşama



Aslıların oturdukları apartmanın gün ışığındaki renkleri yandaki gibi kırmızı ve beyazdır. Ancak apartman yönetimi apartmanın renkli görünmesini istiyor. Bu nedenle apartmana kırmızı, mavi, yeşil led lambalar takılıyor. Kırmızı led yandığında apartman tamamen kırmızı olurken, ayrı ayrı yeşil veya mavi led yandığında apartmanda siyah renk olan bölümler olmaktadır. Yönetim binanın tamamen mavi veya yeşil olmamasından şikayetçi olarak lambaları takan firmadan lambaların sağlam olanlarla değişmesini talep ediyor. Led lambaları takan firma yetkilileri ise ortada bir sorun olmadığını söylüyor. Bu durumu merak eden Aslı araştırma yapmaya karar veriyor.

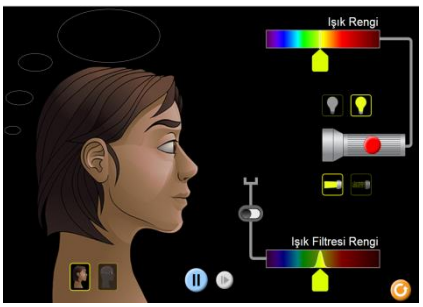
- **Yukarıda verilen olayda sizce problem nedir?**

……
……
……

- **Sizce apartman yönetimi mi yoksa firma yetkilileri mi haklı? Neden?**

……
……
……

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.



- Sanal laboratuvara giriş yapınız.
- Işığın rengi butonuna tıklayınız.
- Işık filtresini kırmızı renk olarak seçiniz ve kırmızı, mavi ve yeşil renk ışıklar gönderdiğinizde hangi renk olarak algılanacağını tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından etkinliği yapınız. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız.
- Aynı işlemleri sırasıyla ışık filtresini mavi ve yeşil seçerek tekrar ediniz.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Işık filtre rengi	Işık rengi	Tahminim	Gözlemim
Kırmızı	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		
Mavi	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		
Yeşil	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

.....

.....

.....

.....

.....

- **Gözlemlerinize dayanarak apartman yönetiminin hangi bilgiye sahip olmadığını söyleyebilirsiniz? Neden?**

……
……
……..

- **Gözlemlerinize dayanarak Beyaz ışık altında kırmızı görünen bir cisim kendi rengi dışındaki bir ana renkle aydınlatılırsa siyah görünmesini nasıl açıklarsınız?**

……
……
……
……

RENK DEĞİŞTİREN ELBİSE

Ceren gideceği doğum günü partisi için bir elbise giyiyor. Doğum gününün yapılacağı eğlence merkezine gidiyor. Eğlence merkezinde sürekli renkleri değişen ışıklar yanıp sönüyor. Bu esnada arkadaşlarıyla karşılaştığında arkadaşları Ceren'in elbisesi hakkında farklı zamanlarda şu yorumları yapıyor:

Burcu : Elbisenin rengini çok sevdim, kırmızı sana çok yakışmış.
Ali : Yeşil renk elbise, gözlerinin rengini ortaya çıkarmış.
Aysu : Mavi elbisen yeni galiba, ilk defa üzerinde görüyorum.

Ama Ceren arkadaşlarının gördüğünden farklı bir renk elbise giymişti, neden arkadaşlarının elbisesini farklı renklerde algıladıklarına çok şaşırdı.

- **Sizce Ceren'in giymiş olduğu elbise ne renktir? Neden böyle düşünüyorsunuz?**

……
……
……

- **Sizce Ceren'nin elbisesi arkadaşları tarafından neden farklı renklerde algılanmıştır?**

……
……
……

- **Günlük hayatta buna benzer bir olay yaşadınız mı? Örnek veriniz.**

……
……
……

NEDEN BU RENK?



Videomuzu dikkatle izleyelim ve aşağıdaki soruları cevaplayalım

- **Yandaki vazonun beyaz görünmesinin sebebini açıklayınız.**



……

……

- **Yandaki cismin siyah görünmesinin sebebini açıklayınız.**



……

……

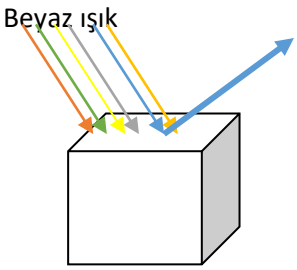
- **Yandaki elmanın kırmızı görünmesinin sebebini açıklayınız.**



……

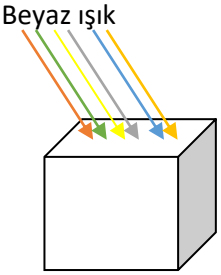
……

- **Aşağıdaki görsellerdeki cisimler ne renk görünür? Açıklayınız.**



Mavi ışık yansır.

……



……

Işık yansımaz.

GÜNEŞ ENERJİSİNİN ÖNEMİ



"Neden Güneş Enerjisi" adlı videoyu izleyiniz. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- **Günlük hayatta güneş enerjisinden hangi alanlarda faydalanılır?**

……

……

……

- **İzlediğiniz videoda Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına hangi örnekler verilmiştir?**

GÜNEŞ ENERJİSİNİN GELECEKTE KULLANIMI



Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağını düşünüyorsun. Haydi biraz araştıralım!

BÖCEK GÖZÜNDEN İLHAM ALINARAK TASARLANAN GÜNEŞ PANELİ

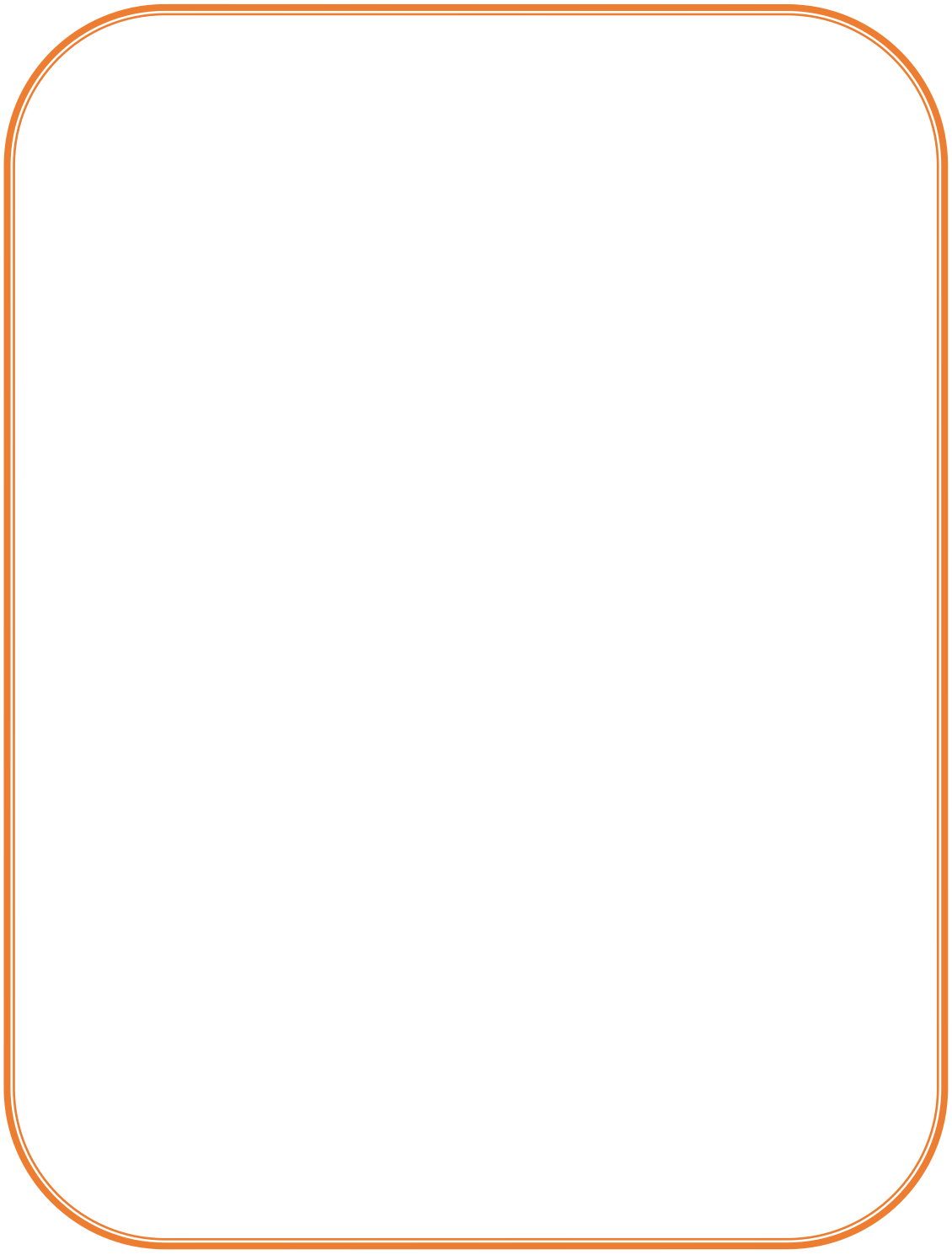


Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili çalışmalar gün geçtikçe artıyor. Güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi için kullanılan güneş gözelerinin maliyetinin düşürülmesi ve verimliliğinin artırılması güneş enerjisi ile ilgili en yoğun çalışmaların yapıldığı alan.

Güneş gözelerinde kullanılan materyal üzerine yürütülen çalışmalarda perovskit adı verilen bir maddenin hem ucuz maliyetli hem de güneş panellerinde yaygın olarak kullanılan silikon kadar etkili olduğu hatta geliştirilerek çok daha verimli hale getirilebileceği keşfedilmişti. Ne var ki perovskit, hassas ve kırılgan bir yapıya sahip olduğu için yaygın biçimde kullanılamıyordu.

Stanford Üniversitesi'nden bilim insanları, çok sayıda petek biçimli merceğin bir araya gelmesiyle oluşan böcek gözünden ilham alarak geliştirdikleri perovskit güneş gözelerini, yaklaşık 500 mikron (0,5 mm) genişliğinde altıgenlerden oluşan çok sayıda minik iskelenin içine yerleştirdi. Böylece bal peteği biçiminde tasarlanan güneş paneli, mekanik baskıya karşı daha dirençli, kırılmaya karşı daha dayanıklı hale getirildi. Çalışmayı yürüten ekibin başındaki Prof. Dr. Reinhold Dauskardt, yeni tasarımın perovskitin verimliliğini düşürmemekle birlikte, kırılganlığını da azalttığını ve bu yüzden yaygın kullanımının önünün açılabileceğini belirtiyor. Bunun yanı sıra, yeni tasarımıyla perovskit güneş gözelerinin çatılarda kullanılan güneş panelleri gibi yüksek sıcaklığa ve neme karşı da dayanıklı olduğu ve zorlu koşullar altında bile (altı hafta boyunca 85°C sıcaklık ve %85 bağıl nem oranı altında) enerji üretebildiği tespit edildi.

- **Güneş enerjisinin diğer enerji türlerinden üstün yönlerini araştırınız. Araştırma sonuçlarınıza dayanarak güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin fikirler üretiniz. Ürettiğiniz fikirleri grupça bir poster veya çizim haline getiriniz ve poster veya çizim taslağını aşağıya çiziniz. Fikirlerinizi arkadaşlarınızla tartışınız.**



AYNALAR



Günlük yaşamımızda sıklıkla kullandığımız eşyalardan biri ayna. Peki ilk aynalar nasıl yapılmış? Aynaları ve çeşitlerini birlikte keşfedelim.

Bunları Biliyor Musunuz?

İlk aynalar MÖ 6000'li yıllarda Anadolu'da yapılmış. Ancak bunlar günümüzde kullanılan aynalara pek benzemiyormuş. Çünkü bu aynalar volkanik bir taş olan obsidyenin yüzeyinin düzleştirilip cilalanmasıyla yapılıyormuş. Daha sonra insanlar bakır, gümüş, altın gibi metallerin yüzeylerini parlatarak ayna yapmaya başlamışlar. Ancak bu metaller de ağır ve pahalı olduklarından o dönemde aynalar çok küçük boyutlarda yapılıyormuş.

17. yüzyılda aynalar camın bir yüzeyi civa ve kalayın karıştırılmasıyla oluşturulan ve amalgam adı verilen bir maddeyle kaplanmasıyla yapılıyormuş. 19. Yüzyılda ise Alman bir kimyager tarafından bulunan yeni bir yöntemle aynalar, camın bir yüzeyinin gümüş çözeltisiyle kaplanmasıyla yapılmaya başlanmış. Camın ayna özelliği kazanması için bir yüzeyinin kimyasal işlemlerle kaplanması ve parlaklaştırılması işlemine sır adı veriliyor. Kaplanmış yüzeyin çizilmemesi içinse üstü boyanıyormuş. Bu yöntem basit olduğundan ayna yapımı tüm dünyaya hızla yayılmış. Böylece aynalar günlük yaşamın vazgeçilmezlerinden olmuş.

Aynaya gelen ışık ışınları, camın arkasında bulunan gümüşün yansıtma özelliği nedeniyle yansır. Ayna yüzeyi pürüzsüz olduğu için aynaya gelen ışık ışınları rastgele yönlerde değil geldikleri açıya göre belirli bir yönde yansır.

Yansıtıcı yüzeyi düz olan aynalara düz(düzlem) ayna denir. Yansıtıcı yüzeyi küre kapağının iç veya dış yüzeyi şeklinde olan aynalara küresel aynalar denir. Kürsel aynalar da yansıtıcı yüzeyi çukursa, çukur (iç bükey), yansıtıcı yüzeyi tümsekse, tümsek (dış

- **Okuduğunuz metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1)Günümüzde aynalar nasıl yapılmaktadır?

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

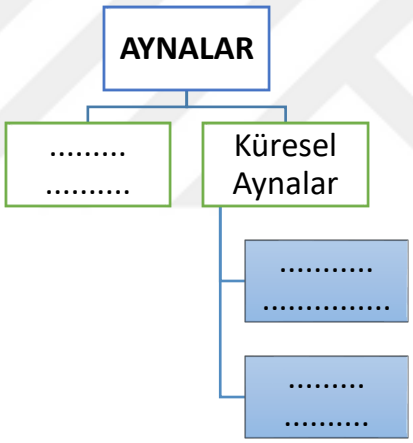
2)Sizce ayna elde edebilmek için camın bir yüzeyinin neden parlatılması gerekiyor?

.....
.....

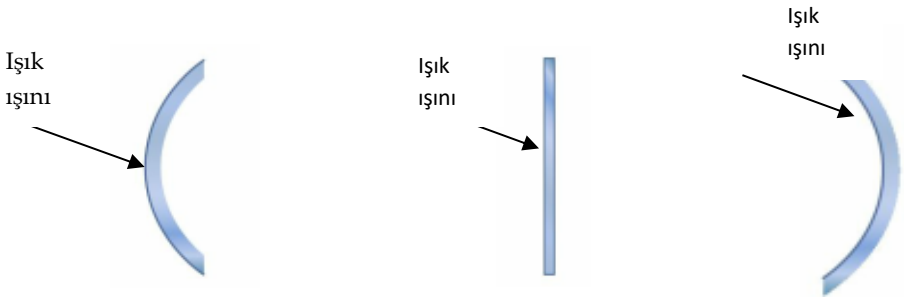
3) Aynalar günlük hayatta nerelerde kullanılır?

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

4) Aşağıdaki kavram haritasını tamamlayınız.



5)Aşağıda verilen aynaları yansıtıcı yüzeylerini dikkate alarak hangi ayna çeşidi olduğunu noktalı yerlere yazınız.



....

- **Hikayeyi okunuz. Hikayede anlatılanlara ve resimlere göre aşağıda soruları arkadaşlarınızla tartışarak cevaplayınız.**



Ali akşam yemek yedikleri esnada kaşığının iç yüzeyindeki görüntüsü dikkatini çekmiştir. Görüntüsündeki garipliği anlayabilmek için elleriyle yüzüne, saçlarına dokunur. Bu durumu gören ablası da Ali'yi daha da şaşırtmak için kendi kaşığının diğer tarafını çevirerek oluşan görüntüsünü Ali'ye gösterir. Ali önce ablasına sonra da kaşıkta oluşan görüntüye bakar ve çok şaşırır.



Yemekten sonra dişlerini fırçalamak üzere banyoya giden Ali bu defa da banyo aynasındaki görüntüsüne odaklanır. Oluşan tüm bu görüntülerin neden birbirinden farklı olduğunu araştırmaya karar verir.



- **Ali'nin kaşığın iç yüzeyinde oluşan görüntüsü nasıldır? Kaşığının iç yüzeyi hangi aynaya örnektir?**

.....
.....

- **Ali'nin ablasının kaşığın dış yüzeyinde oluşan görüntüsü nasıldır? Kaşığın dış yüzeyi hangi aynaya örnektir?**

.....
.....

- **Ali'nin banyo aynasında oluşan görüntüsü nasıldır? Banyo aynası hangi aynaya örnektir?**

.....
.....

- **Sizce Ali oluşan farklı görüntülerle ilgili araştırmalarında nasıl bir sonuca ulaşmıştır?**

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

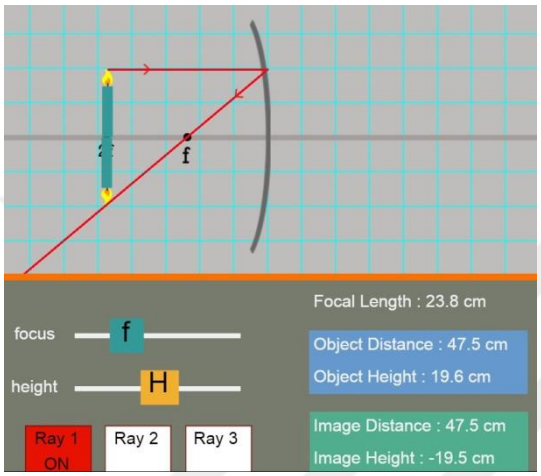
AYNALARIN GİZEMİ



Ayna çeşitlerini ve bu aynalardaki görüntü özelliklerini keşfedelim.

Çukur Aynadaki Görüntü:

Gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuvarımızda deneyimizi yapalım:



Yandaki düzenekte mumun aynaya olan uzaklığı değiştikçe, aynada oluşacak görüntünün, büyük, küçük, ters oluşuna, görüntünün boyunun cismin boyundan büyük, küçük ve eşit olmasına ilişkin tahminlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.

Tahminlerim:

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Görüntünün düz veya ters olması**
Mum yaklaştırılırsa		
Mum uzaklaştırılırsa		

Gözlemlerim:

Sanal laboratuardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız. Ardından üst taraftaki "Lens" bölümüne tıklayarak aynayı seçiniz.

-Focal Lenght :*Aynanın odak noktasını ifade etmektedir.*
-Object Distance: *Mumun aynaya uzaklığını ifade etmektedir.*
-Object Height : *Mumun boy uzunluğunu ifade etmektedir.*
-Object Distance: *Mumun görüntüsünün aynaya uzaklığını ifade etmektedir.*
-Object Height : *Mumun görüntüsünün boyunun uzunluğunu ifade etmektedir.*

Mumu aynaya doğru yaklaştırıp veya uzaklaştırarak oluşacak olan görüntüleri gözlemleyiniz.

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya doldurunuz.**

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	Görüntünün düz veya ters olması
Mum yaklaştırıldığında		
Mum uzaklaştırıldığında		

- ***<u>Aşağıdaki soruları cevaplayınız.</u>***

1) Tahminlerin ve gözlemlerin arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

……
……
……

2) Mumu aynaya yaklaştırınca görüntüde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

3) Mumu aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

4) Mumun boyu ile görüntüsünün boyu hangi durumda eşit oldu?

……
……
……..

6)Gözlemleriniz sonucunda çukur aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

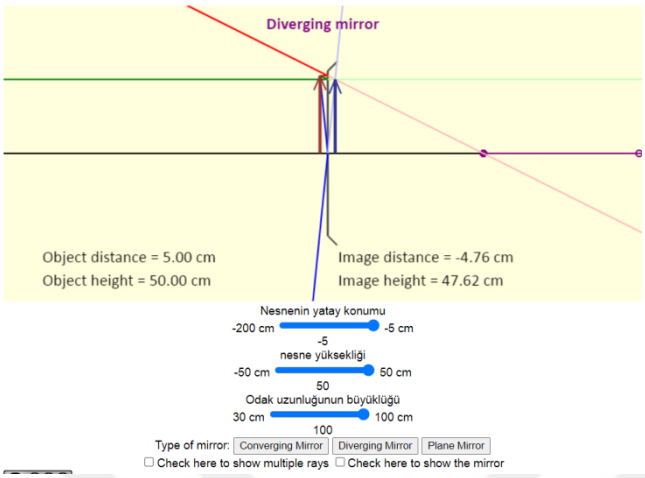
……
……
……..

7)Elde ettiğiniz sonuçlara göre çukur ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır?

……
……
……

Tümsek Aynadaki Görüntü:

Gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuarımızda deneyimizi yapalım:



Yandaki düzenekte cismin aynaya olan uzaklığı değiştikçe, aynada oluşacak görüntünün, büyük, küçük, ters oluşuna, görüntünün boyunun cismin boyundan büyük, küçük ve eşit olmasına ilişkin tahminlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.

Tahminlerim:

	Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması	**Görüntünün düz veya ters olması**
Cisim yaklaştırılırsa		
Cisim uzaklaştırılırsa		

Gözlemlerim:

Sanal laboratuardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız. Ardından "Diverging Mirror" a tıklayarak tümsek aynayı seçiniz.

-Horizontal position of the object: Cismin aynaya olan uzaklığı

- **Object height:** Cismin boyu

- **Magnitude of the focal length:** Odak uzaklığı

Cismi "**Horizontal position of the object** " bölümündeki çizgiyi sürükleyerek aynaya doğru yaklaştırıp veya uzaklaştırarak oluşacak olan görüntüleri gözlemleyiniz.

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya doldurunuz.**

	Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması	Görüntünün düz veya ters olması
Cisim yaklaştırıldığında		
Cisim uzaklaştırıldığında		

- ***Aşağıdaki soruları cevaplayınız.***

1) Tahminlerin ve gözlemlerin arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

……
……
……

2) Cismi aynaya yaklaştırınca görüntüde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

3) Cismi aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

4) Cismin boyu ile görüntüsünün boyu hangi durumda eşit oldu?

……
……
……

6)Gözlemleriniz sonucunda tümsek aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

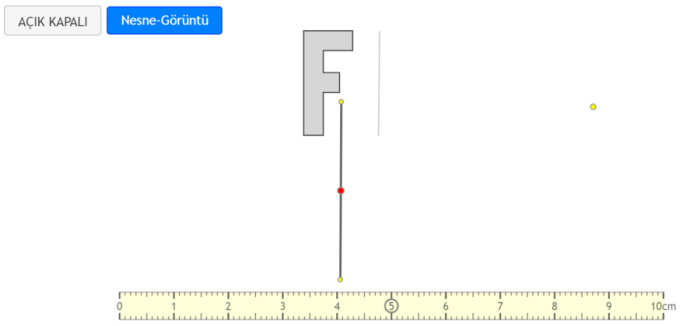
……
……
……

7)Elde ettiğiniz sonuçlara göre tümsek ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır? Neden?

……
……
……

Düzlem Aynadaki Görüntü:

Gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuvarımızda deneyimizi yapalım:



Yandaki düzenekte "F" harfinin aynaya olan uzaklığı değiştikçe, aynada oluşacak görüntünün, büyük, küçük, ters oluşuna, görüntünün boyunun cismin boyundan büyük, küçük ve eşit olmasına ilişkin tahminlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.

Tahminlerim:

	Görüntü de aynaya yaklaşır veya uzaklaşır	**Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması**	**Görüntünün düz, ters veya simetrik olması**
Cisim yaklaştırılırsa			
Cisim uzaklaştırılırsa			

Gözlemlerim:

Sanal laboratuvardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız. Cismi aynaya doğru yaklaştırıp veya uzaklaştırarak oluşacak olan görüntüleri gözlemleyiniz.

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya doldurunuz.**

	Görüntünün de aynaya yaklaşması veya uzaklaşması	**Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması**	**Görüntünün düz, ters veya simetrik olması**
Cisim yaklaştırıldığında			
Cisim uzaklaştırıldığında			

- Şimdi cismi aynaya cetvel yardımıyla 2cm yaklaştırdığınızda aynadaki görüntüsünün aynaya olan uzaklığını ve görüntüsünün boy uzunluğunu yine cetvel ile ölçerek aşağıya yazınız.

	Cismin aynaya uzaklığı	Görüntünün aynaya uzaklığı	Görüntünün düz veya ters olması	Görüntünün ayna önünde veya ayna arkasında olması
Cisim 2cm yaklaştırıldığında				

- Şimdi de cismi aynaya cetvel yardımıyla 2cm uzaklaştırdığınızda aynadaki görüntüsünün aynaya olan uzaklığını ve görüntüsünün boy uzunluğunu yine cetvel ile ölçerek aşağıya yazınız.

	Cismin aynaya uzaklığı	Görüntünün aynaya uzaklığı	Görüntünün düz veya ters olması
Cisim 2cm uzaklaştırıldığında			

- ***<u>Aşağıdaki soruları cevaplayınız.</u>***

1) Tahminlerin ve gözlemlerin arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

……
……
……
……

2) Cismin boyu ile görüntüsünün boyu aynı mıydı, farklı mıydı?

……
……
……

3) Cismi aynaya yaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

Aynaya uzaklığı……

Boyu……

Görünümü……

4) Cismi aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

Aynaya uzaklığı……

Boyu……

Görünümü……

6)Gözlemleriniz sonucunda düzlem aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

……
……
……
……

7)Elde ettiğiniz sonuçlara göre düzlem ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır?

……
……
……

……

TERS YAZILAN KELİMELER

Ayşe, ailesi ile tatilden dönerken bir anda arabaların arasından ambulansın korna ve siren sesi gelmeye başladı. Ayşe arabanın arka camından baktığında, tüm arabaların ambulansa yol verdiğini gördü. Babası da arabayı kenara çekerek ambulansa yol verdiği sırada Ayşe'nin bir şey dikkatini çekti. Ambulans yazısı ters yazılmıştır. Bu durumu babasına söylediğinde ise babası dikiz aynasından o yazıyı düz okuyabildiğini söyledi. Bu durum karşısında şaşıran Ayşe neden böyle olduğunu düşünmeye başladı.



Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- **Ayşe'nin şaşırmasına neden olan bu olaydaki problem nedir? Siz bunu nasıl açıklarsınız?**

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

- **Günlük hayatta bu duruma benzer başka hangi örnekler bulunmaktadır?**

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

- **Siz de kendi adınızın düz bir aynadaki görüntüsünü aşağıda verilen boşluğa yazmaya çalışınız.**

....

GÜNEŞ OCAKLARI



Şimdi Videomuzu dikkatlice izleyelim. Aşağıdaki soruları cevaplayalım.

ARAŞTIRALIM!

Güneş ocaklarının çalışma prensibini araştırınız, grup arkadaşlarınızla birlikte araştırma sonuçlarını raporlaştırınız.

YAPILANDIRILMIŞ GRİD

Aşağıda verilen tablodan yola çıkarak soruları cevaplayınız verilen boşluğa örneğe ait numaraları yazınız

1  Arabaların yan aynası	2  Kavşaklardaki ayna	3  Teleskop
4  Periskop	5  Güneş ocakları	6  Dişçi Aynası
7  Kuaförlerdeki Ayna	8  Arabaların Dikiz aynası	9  Evlerimizdeki aynalar
10  Güvenlik amacıyla kullanılan aynalar	11  Projeksiyon cihazı	12  El feneri

1)Düz aynanın kullanıldığı örnekler hangileridir?.....

2) Çukur aynanın kullanıldığı örnekler hangileridir?.....

3) Tümsek aynanın kullanıldığı örnekler hangileridir?.....

4) Düz ve büyük görüntülerin elde edildiği örnekler hangileridir?.....

5) Ters ve küçük görüntülerin elde edildiği örnekler hangileridir?.....

6) Cismin boyuyla eşit ve düz görüntülerin elde edildiği örnekler hangileridir?.....

7)Hangi ayna örnekleriyle cisimle eşit boyda görüntü elde edilir?.....

Doğru çıkışı bulalım

Aşağıdaki ifadeleri en baştaki ifadeden başlayarak okuyunuz. İfadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarına karar vererek doğru çıkışı bulunuz.



Işığı yansıtarak görüntülerin oluşmasını sağlayan parlak yüzeylere ayna denir

D

Düz aynada görüntü düz, simetrik ve boyu cismin boyuna eşittir.

D

Tümsek aynalara yakınlaştıkça düz ve büyük ve görüntü oluşur.

D → 1.Çıkış

Y → 2.Çıkış

Y

Çukur aynalardan uzaklaştıkça görüntü ters olur ve boyu küçülür.

D → 3.Çıkış

Y → 4.Çıkış

Y

Yansıtıcı yüzeyi tümsek olan aynalara çukur aynalar denir.

D

Yansıtıcı yüzeyi çukur olan aynalara çukur ayna denir.

D → 5.Çıkış

Y → 6.Çıkış

Y

Düz aynada görüntü ve cismin aynaya olan uzaklığı birbirine eşittir.

D → 7.Çıkış

Y → 8.Çıkış

Doğru çıkış:

İLLÜZYON MU GERÇEK Mİ?



Ortam değiştiren ışık nasıl bir değişime uğradığını öğrenelim!

Videomuzu dikkatlice izleyelim! Ardından aşağıdaki soruları cevaplayalım.

- **Sizce kalemin su dolu bardak içerisinde kırıkmış gibi görünmesinin sebebi ne olabilir?**

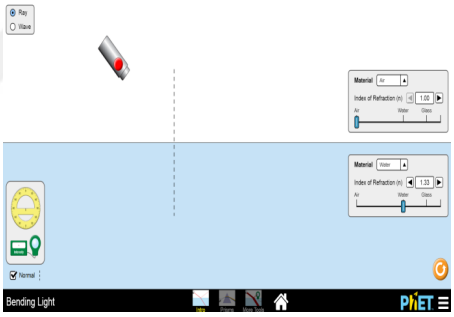
……

……

<u>Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi sanal laboratuvarda yapalım</u>

<u>Deneyin yapılışı:</u>

- Saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Giriş butonuna tıklayınız.
- Lazerin yönünü seçin *(sabit)*.
- Malzemenin ortamını seçin (su, cam, hava)
- Lazeri açmak için kırmızı daireye basın.
- Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.



<u>Tahminlerim:</u>

……..……

……..……

……

Hipotezlerinizi yazınız ve değişkenlerinizi belirleyiniz.

<u>Hipotezim:</u>

<u>Bağımlı Değişken:</u>
<u>Bağımsız Değişken:</u>
<u>Kontrol edilen değişken:</u>

Gözlemlerim:

……..……

……..……

……..……

- **Tahminleriniz ile gözlemleriniz benzerlik ya da farklılık gösterdi mi? Sonuçlarınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.**

……..……

……

- **Yapmış olduğunuz deneyden vardığınız sonuca göre videoda izlediğiniz durumu nasıl açıklarsınız?**

……..……

- **Işığın boşlukta yayılma hızı yaklaşık 300 000 000 m/s'dir. Bu hızla yol alan ışık, Güneş'ten Dünya'ya ulaşmak için milyonlarca kilometrelik yolu yaklaşık 8 dakikada alabilmektedir. Acaba ışık hızı her ortamda aynı mıdır? Tahminlerinizi yazınız.**

……

……

Aşağıdaki tabloyu inceleyiniz

Ortam	**Işık hızı (km/s)**	**Ortam Yoğunluğu (g/cm^3)**
Hava	299,703 km/s	0,00129 g/cm^3
Cam	225,000 km/s	1 g/cm^3
Su	200000 km/s	1,5 g/cm^3
Buz	229000 km/s	0,5 g/cm^3
Elmas	124000 km/s	3,5 g/cm^3

- **Tabloya göre ışık en hızlı hangi saydam ortamda ilerlemiştir?**

……

- **Tabloya göre ışığın farklı saydam ortamlarda yayılma hızının neye bağlıdır?**

……

- **Sonuç olarak ışığın bir ortamdan başka bir ortama geçerken kırılmasını nasıl açıklarsınız?**

……

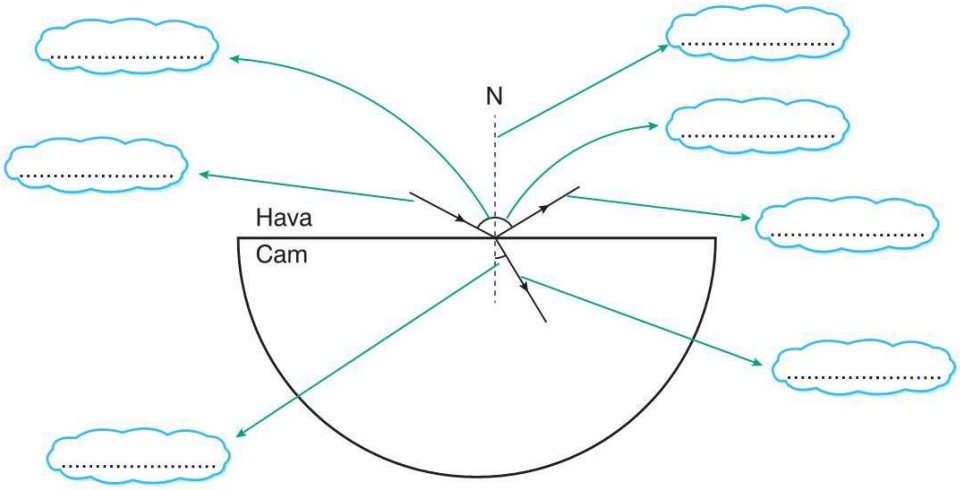
……..……

IŞIK HER ZAMAN AYNI ŞEKİLDE Mİ KIRILIR?



Saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçen ışık her zaman aynı şekilde mi kırılır? Haydi keşfedelim!

Kırılma olayına ilişkin aşağıdaki boşlukları doldurunuz.

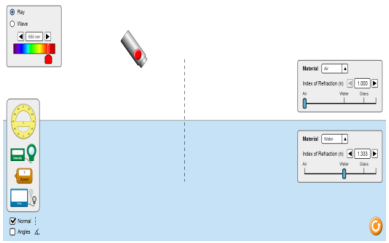


I. Aşama

<u>Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi sanal laboratuvarda yapalım</u>

I. aşama: (Az yoğundan ortamdan çok yoğun ortama geçiş)

<u>Deneyin yapılışı:</u>



- Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine yönelik tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından bu etkinlik için bir hipotez cümlesi kurunuz ve değişkenlerinizi belirleyiniz.
- More tools butonuna tıklayınız.
- Lazerin yönünü seçin *(sabit)* .
- Az yoğundan çok yoğun ortama geçiş düzenekleri kurunuz.
- Angles butonuna tıklayınız.
- Lazeri açmak için kırmızı daireye basın.
- Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçiş düzeneklerini hazırlayarak gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Hava → Su			
Hava → Cam			
Su → **Cam**			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

Gözlemlerinizi yazınız

1)Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……

……

2) Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……

……

II. Aşama: (Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş)

Deneyin yapılışı:

- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine yönelik tahminlerinizi tahminim bölümüne yazınız.
- Ardından bu etkinlik için bir hipotez cümlesi kurunuz ve değişkenlerinizi belirleyiniz.
- 1. Ortamı cam 2. Ortamı hava seçiniz.
- Angles butonuna tıklayınız. Gelme açısını 40' yapınız. Gözlemleyiniz.
- Ardından 1. Ortamı Su, 2. Ortamı hava seçip, gelme açısını 40' yapınız. Gözlemleyiniz.
- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş düzeneklerini hazırlayarak gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Cam → Hava			
Su → Hava			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

Gözlemlerinizi yazınız

1) Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……

……

2)Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……
……

III. Aşama : (Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçişte sınır açısı)

- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçen ışığın gelme açısının ışığın izleyeceği yola etkisine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından bu etkinlik için bir hipotez cümlesi kurunuz ve değişkenlerinizi belirleyiniz.
- More tools butonuna tıklayınız.
- Lazerin yönünü seçin *(sabit)* .
- 1. Ortamı su , ikinci ortamı hava seçiniz. Gelme açılarını sırasıyla 40',48' ve 60' yapınız. Gözlemleyiniz.
- Ardından 1. Ortamı cam, ikinci ortamı hava seçiniz. Gelme açılarını sırasıyla 40',42' ve 60' yapınız. Gözlemleyiniz.
- Angles butonuna tıklayınız.
- Lazeri açmak için kırmızı daireye basın.
- Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:
Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Su → Hava			
Cam → Hava			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

Gözlemlerinizi yazınız

1)Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……

……

2) Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……

……

GÜNLÜK HAYATTA IŞIĞIN KIRILMASI



"Günlük hayatta ışığın kırılması" adlı videoyu izleyelim ve aşağıdaki soruları cevaplayalım.



- **Akvaryuma veya nehirlere üstten bakıldığında içindeki balıkların yüzeye daha yakın görülmesinin nedenini açıklayınız.**

……

……..

- **Çok sıcak havalarda asfalt yolda veya çöldeki ağaç altlarında su birikintisi varmış gibi görülmesinin nedenini açıklayınız. (Serap olayı.).**



……

……



- **Sudaki balıklar veya dalgıçlar, su dışındaki cisimleri daha uzakta görmelerinin nedenini açıklayınız.**

……

……

- **Şelalelerde ve su fıskiyelerinde ışığın renklere ayrılmasının nedenini açıklayınız**

……

……



MERCEKLER

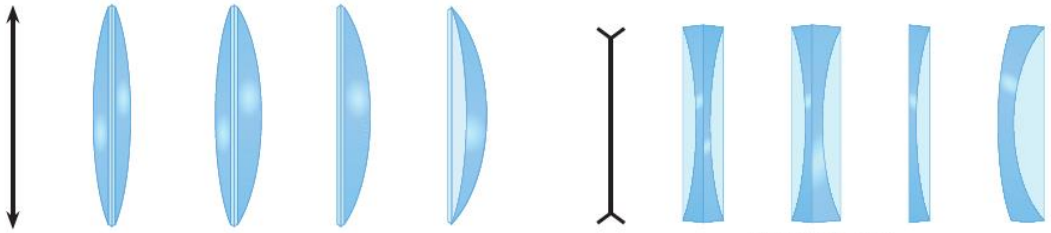


Merceklerde ışığın kırılmasını ve merceklerin odak noktasını keşfedelim!

Dedektif Bay Optik

Merhabalar! Benim adım Optik. Gizemli, çözülmesi zor ve tehlikeli olan olayları üstlenen büyük bir dedektifim. Tüm bu zor ve tehlikeli olayların çözümünde topladığım ipuçlarını incelemek için merceklerimi düzgün bir şekilde sıraladığım mercek kutumu yanımdan asla ayırmam. Mercek nedir diye sorduğunuzu duyar gibiyim. Hemen açıklayayım. Mercek, ışığın kırılmasından yararlanılarak tasarlanan en az bir yüzeyi küresel olan cam veya plastik maddelere denir. Bazen ipuçları o kadar küçük yazılar olur ki onları detaylı bir şekilde okuyabilmem için hemen mercek kutumun üst sırasından bir mercek çıkartırım. Bazen de büyük yazıları küçültmem gerekir o zaman da mercek kutumun ikinci sırasından başka bir mercek çıkarırım.

Bugünlerde bir banka soygununu araştırıyorum. İncelemelerim sonucunda ipucu olabileceğini düşündüğüm çok küçük harflerle yazılmış bazı el yazısı belgeler buldum. Ama ne yazık ki mercek kutumu kaybettim ve yeni mercekler almak durumunda kaldım. Bana merceklerimi eskisi gibi dizmemde yardımcı olur musunuz?



Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- **Dedektife nasıl yardım edebilirsiniz?**

……

……

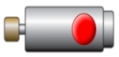
- **Kaç çeşit mercek vardır? Şekillerini aşağıya çiziniz.**

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi sanal laboratuvarda yapalım

Deneyin yapılışı:

Sanal laboratuardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız.

- Merceklere gönderilen ışık demetleri nasıl bir yol izleyecektir? Tahminlerinizi aşağıdaki tahminlerim bölümüne kaydediniz.
- Kırmızı butona tıklayarak ışık demetlerini göndererek gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne kaydediniz.
- Tahmin ve gözlemlerinizi karşılaştırınız ve aşağıdaki bölüme yazınız.
- Ardından aynı işlemleri kalın kenarlı mercek için de gerçekleştiriniz.





	Tahminim	Gözlemim
İnce kenarlı mercek	……	……..
Kalın kenarlı mercek	……	……

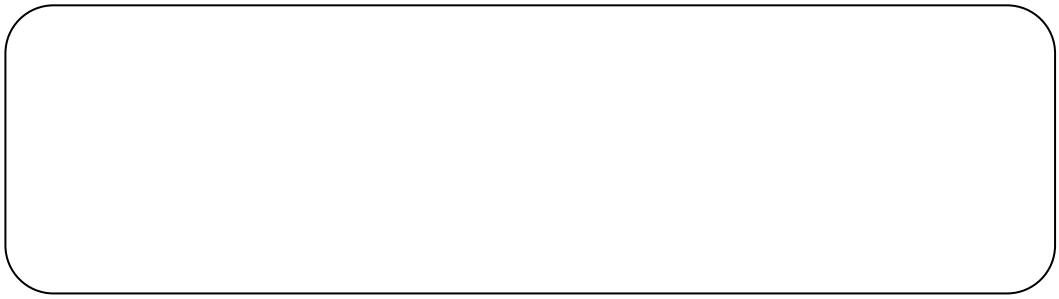
Tahminim ve Gözlemimim arasındaki benzerlik ve farklılıklar……

……

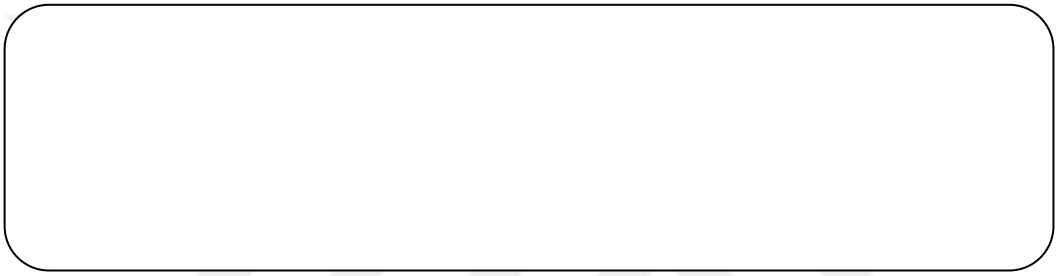
……

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- İnce kenarlı mercekten geçen ışık demetleri nasıl bir yol izledi? Çizerek gösteriniz.



- Kalın kenarlı mercekten geçen ışık demetleri nasıl bir yol izledi? Çizerek gösteriniz.



Merceklerin Odak Noktası

Sanal laboratuvardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız.

- Merceklere gönderilen ışık demetlerinin toplandıkları yere ilişkin tahminlerinizi aşağıdaki tahminlerim bölümüne kaydediniz.
- Kırmızı butona tıklayarak ışık demetlerini göndererek gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne kaydediniz.
- Tahmin ve gözlemlerinizi karşılaştırınız ve aşağıdaki bölüme yazınız.
- Ardından aynı işlemleri kalın kenarlı mercek için de gerçekleştiriniz.





	Tahminim	Gözlemim
İnce kenarlı mercek	.....	.....
Kalın kenarlı mercek	.....	.....

Tahminim ve Gözlemimim arasındaki benzerlik ve farklılıklar.....

.....

.....

- Gözlemlerinize dayanarak merceklerin odak noktalarını nasıl belirleyebilirsiniz? Tartışınız.

- Yapmış olduğunuz deneye göre ince kenarlı merceğin odak noktasını aşağıdaki bölüme çizerek gösteriniz.

- Yapmış olduğunuz deneye göre kalın kenarlı merceğin odak noktasını aşağıdaki bölüme çizerek gösteriniz.

ORMAN YANGINI



Aşağıdaki gazete haberini okuyalım ve soruları arkadaşlarımızla tartışarak cevaplayalım.



CAM KIRIKLARI YANGIN ÇIKARDI; 20 DÖNÜM ORMANLIK ZARAR GÖRDÜ

Tekirdağ'ın Malkara ilçesinde, cam kırklarının kuru otları tutuşturması sonucu çıkan yangında, 20 dönüm ormanlık ve 50 ağaç zarar gördü. Yangın, öğle saatlerinde, ilçeye bağlı Kürtüllü Mahallesi'ndeki ormanlıkta çıktı. Cam kırıklarının kuru otları tutuşturması sonucu ormanlıktan alevler yükselmeye başladı. Yangın, rüzgarın da etkisiyle kısa sürede yayılırken, ihbar üzerine olay yerine Malkara Orman İşletme Müdürlüğü ve Malkara Belediyesi İtfaiye Müdürlüğü'ne bağlı ekipler sevk edildi. Yangın, ekiplerin yaklaşık 2 saatlik müdahalesi sonucu kontrol altına alınarak, söndürüldü. Yangında 20 dönüm ormanlık ve 50 ağaç zarar gördü. İtfaiye ve jandarma, yangınla ilgili soruşturma başlattı. Kaynak: Hürriyet gazetesi 13.07.2018 Erişim için tıklayınız: https://www.hurriyet.com.tr/cam-kiriklari-yangin-cikardi-20-donum-ormanlik-40896183

- **Gazete haberine göre orman yangını nasıl çıkmıştır?**

……..……

……

- **Sizce cam kırıkları orman yangınına nasıl sebep olmuş olabilir? Neden?**

……..……

……

- **Cam kırıkları hangi mercek çeşidine örnek olarak gösterilebilir? Tahminlerinizi yazınız**

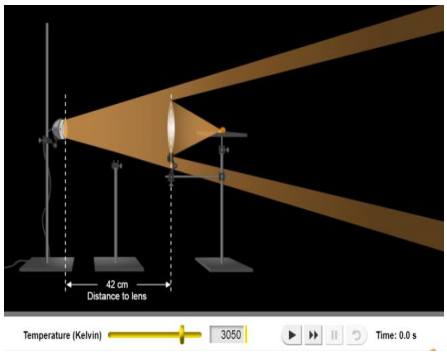
……..……

……..……..……

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi sanal laboratuvarda yapalım

Deneyin yapılışı:

- Yandaki deney düzeneğinde play tuşuna basarak gerçekleşen olayları gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız.



Gözlemlerim:

……...……

……

- **Tahminleriniz ile gözlemleriniz benzerlik ya da faklılık gösterdi mi? Gözlemlerinizin sonucunu sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız**

……...……

……

- **Düzenekte hangi mercek kullanılmıştır? Buna göre cam kırıkları hangi mercek görevi görmektedir?**

……...……

……

- **Yapmış olduğunuz gözlemlerinize dayanarak ormanlık alanlara atılan cam şişeler ne gibi tehlikelere neden olabilir? Açıklayınız.**

……...……

……...……

GÜNLÜK HAYATTA MERCEKLER

Haydi günlük hayatta ve teknolojide kullanılan mercekleri öğrenelim!

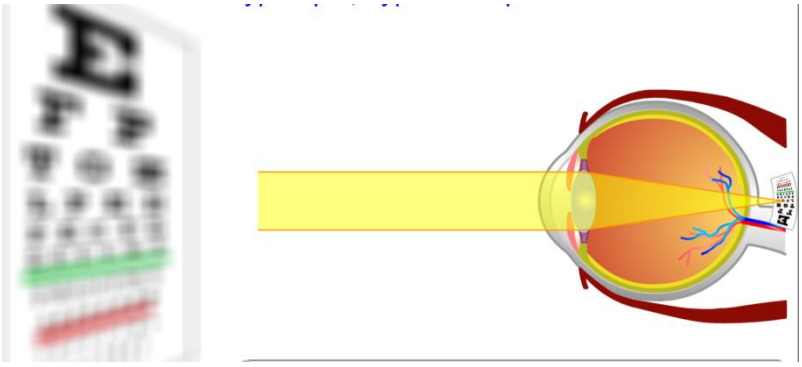


- "Merceklerin kullanım alanları" videosunu izleyiniz. Videoda hangi araçlarda hangi tür merceklerin kullanıldığını aşağıdaki bölüme not alınız.

İnce Kenarlı Merceklerin Kullanım Alanları

Kalın Kenarlı merceklerin Kullanım Alanları

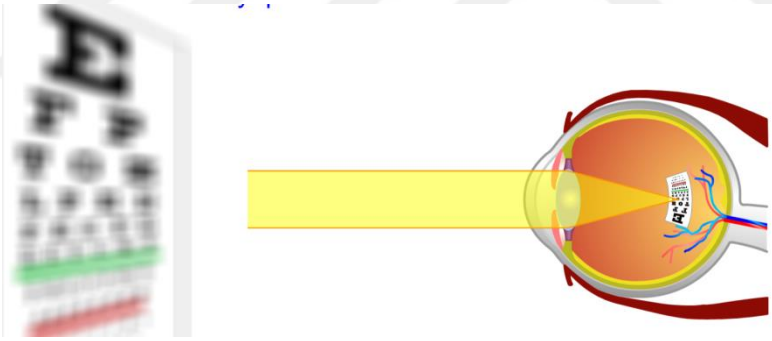
Miyop göz uzağı net göremez, hipermetrop göz yakını iyi göremez. Buna göre aşağıdaki göz kusurlarının düzeltilmesi için hangi merceğin kullanmaları gerektiğini yazınız.



- **Yukarıdaki şekilde hipermetrop bir göz kusuru verilmiştir. Bu göz kusurunun düzeltilmesi için hangi mercek kullanılmalı? Neden?**

……...……

……



- **Yukarıdaki şekilde miyop bir göz kusuru verilmiştir. Bu göz kusurunun düzeltilmesi için hangi mercek kullanılmalı? Neden?**

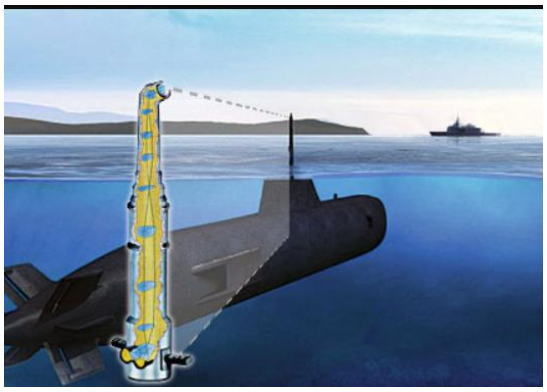
……...……

……

GÖRÜNTÜLEME ARACIMI TASARLIYORUM

Deniz Müzesi Gezisi

İnci ve sınıf arkadaşları deniz müzesine geziye gitmişlerdi. Gezi sırasında savaşlarda kullanılan birbirinden farklı gemiler, dalgıç kıyafetleri, batık gemilerden çıkartılan tarihi kalıntılar hakkında birçok şey öğrendiler. Sırada müzenin en çok merak edilen ve ziyaret edilen bölümü olan denizaltılar vardı. Bu bölümde Türk donamasında da uzun yıllar kullanılan "Uluç Ali Reis" denizaltısındaki periskobu da inceleyeceklerdi. Ancak denizaltındaki periskobun optik bir parçası kırılmıştı. Bu nedenle periskoptan bakarak inceleme yapamadılar ve çok üzüldüler. Bu durumu gören öğretmenleri periskopların çalışma prensibini araştırarak kendilerinin de basit bir periskop yapabileceklerini söyledi. Bunun üzerine İnci periskopta hangi optik aracın kullanılacağını, periskobun nasıl çalıştığını ve kendisinin nasıl bir tasarım yapacağını araştırmaya karar verdi. Periskop yapacağı için çok heyecanlıydı.



- **Sizce yukarıda olayda problemler nelerdir?**

……...……

……

- **Periskop ile ilgili neler biliyorsunuz?**

……...……

……

……...……

……

Bir görüntüleme aracı tasarlıyorum.



Gerekli malzemeler:

Aracınızın yapım aşamaları:

Aracınızın tasarımını çiziniz ve model haline getiriniz.

EK 13. Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımı Sürecine Yönelik Geliştirilen Çalışma Yaprakları

IŞIĞIN SOĞRULMASI



Arzu ile annesi pazardan dönerken çok yoruldular. Bankta oturup biraz dinlenmek istediler. Annesi Güneş gören bankta oturmayı teklif ederken, Arzu ise gölgedeki banka oturmak istediğini söyledi.



- **Siz olsaydınız hangi banka oturmayı tercih ederdiniz? Neden?**

……

……

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

- Aynı sıcaklıktaki madenî paralardan birini Güneş alan bir yere, diğerini gölge bir yere koyunuz.
- Paraları, koyduğunuz yerlerde 10 dakika beklettiğinizde paraların sıcaklıklarına ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümlüne yazınız. Ardından 10 dk sonunda paraların sıcaklıklarını termometreyle ölçerek gözlemlerim bölümüne yazınız.
- Sürahiden bardaklara eşit miktarda su doldurunuz. Bardaklardaki suyun sıcaklıklarını termometre yardımıyla ölçünüz. Ölçtüğünüz değerleri tabloya yazınız
- Bardaklardan birini Güneş alan bir yere diğerini gölge bir yere koyduğunuzda son sıcaklıklarına ait tahminlerinizi yazınız.
- Suların sıcaklıklarını 10 dakika sonra tekrar ölçüp elde ettiğiniz değerleri gözlemlerim bölümüne yazınız.

Gerekli Malzemeler

- Madenî para (2 adet)
- Özdeş cam bardak (2 adet)
- Termometre
- Saat
- Bir sürahi su
- Makas
- Cetvel
- Kurşun kalem



Madeni paranın son sıcaklığı için tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Gözlemlerim:

Ortam	İlk sıcaklık	Son Sıcaklık
Güneşli		
Gölge		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

Beherlerdeki su için tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Gözlemlerim:

Ortam	İlk sıcaklık	Son Sıcaklık
Güneşli		
Gölge		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

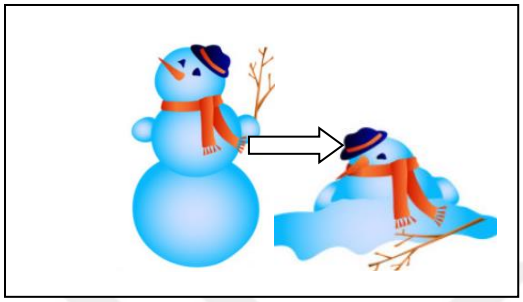
- ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

……

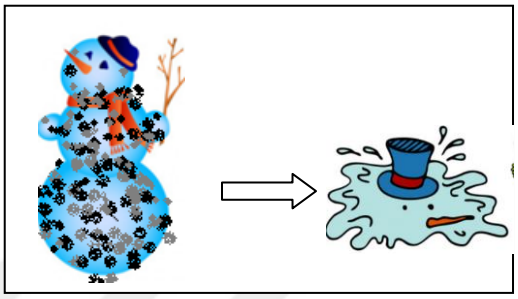
KARDAN ADAM

Zehra ve Ahmet eşit kütleli özdeş yan yana kardan adamlar yapıyorlar. Ahmet kendi kardan adamının üzerini siyah kül ve toz parçalarıyla kaplıyor. Eşit süre geçtikten sonra şekildeki gibi Zehra'nın kardan adamının bir kısmı erirken, Ahmet'in kardan adamının tamamı erimiştir.
Burak'ın kardan adamının, Zehra'nın kardan adamından daha önce erimesinin nedeni ne olabilir?

Zehra'nın Kardan Adamı



Ahmet'in Kardan Adamı



Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

- İçerisinde eşit miktarda ve sıcaklıkta su bulunan beyaz, kırmızı ve siyah renkteki cam bardakları aynı süre Güneş'te beklettiğimizde, sulardaki sıcaklık değişimine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından deneyi yapınız ve suların sıcaklıklarını termometre ile ölçünüz. Ve gözlemlerim bölümüne yazınız.

Gerekli Malzemeler

- Özdeş siyah, kırmızı ve beyaz renklerde cam bardak
- Termometre
- Saat
- Bir sürahi su
- Kaşık
- Cetvel

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Gözlemlerim:

Ortam	İlk Sıcaklık	Son sıcaklık
Beyaz		
Kırmızı		
Siyah		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

- ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***
  ……
  ……
  ……

IŞIK VE MADDE



Işık bir enerji türüdür, dolayısıyla ışık ile etkileşen maddelerde Işık bir enerji türüdür ve madde ile etkileşimi sonucunda 3 farklı durum meydana gelebilir. Bu durumlar; Işık maddeden geçebilir, Işık maddeden yansıyabilir ve ışık madde tarafından soğrulabilir. Işık ışınlarının etkileştiği madde tarafından tutulmasına <u>ışığın soğurulması</u> denir. Maddelerin ışığın soğurma miktarı bazı faktörlere göre değişkenlik gösterebilir.

Yukarıdaki bilgi notuna dayanarak aşağıdaki örnekleri ışığın soğrulması/ yansıması durumlarına göre açıklayınız.





Kış mevsiminde koyu renkli kıyafetler, yaz mevsiminde ise açık renkli kıyafetler tercih ederiz. Çünkü……..……
……
……..……..
……..……

Sıcak bölgelerde binaların dış kısmı beyaza boyanır.Çünkü……
……..……
……
……..……







Güneş altında bekletilen kıyafetlerin renkleri solar. Çünkü ……..……
……..……
……
……

BEYAZ IŞIĞIN SIRRI



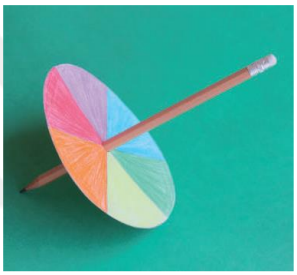
Güneş'ten ve ampullerden yayılan ışık beyaz renktedir. Ancak arkadaşım Ezgi Güneş'ten ve ampullerden yayılan ışığın birden fazla rengi içerdiğini söyledi. Eğer arkadaşımın dediği doğruysa Güneş ve ampullerin ışığı nasıl beyaz görünüyor?

Sen bu durumu nasıl açıklarsın?

……
……
……..……..

Tahminlerim:

- **Yandaki şekilde gökkuşağının renklerini içeren renk çarkını döndürdüğünüzde sizce nasıl bir renk veya renkler oluşacaktır?**



……
……
……

- **Çarkın hızlı veya yavaş döndürülmesi sonucu etkiler mi? Neden?**



……
……
……
……

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

Etkinliğin Yapılışı

- Beyaz kartondan, 10 cm çapında bir daire kesiniz.
- Kestiğiniz daireyi cetvel ile 6 eşit dilime ayırınız.
- Her bir dilimi sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli kalemlerle boyayınız.
- Dairenin ortasında bir delik açınız ve kurşun kalemi bu delikten geçiriniz.
- Kurşun kalemi iki avucunuzun arasına alınız. Ellerinizi hızlıca birbirine sürterek kalemin hareket etmesini sağlayınız. Farklı hızlarda kalemin hareket ettiriniz.
- Renklerin değişimini gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi aşağıdaki gözlemlerim bölümüne yazınız.

Gerekli Malzemeler

- Boya kalemleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerde)
- Beyaz karton
- Pergel

Gözlemlerim:

- **Kalemi döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediniz?**

……

……

- **Kalemi yavaş ve hızlı döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediniz?**

Yavaş döndürdüğümüzde……..

Hızlı döndürdüğümüzde……

- ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

……
……

……
……

- ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

……

……

IŞIK PRİZMASI



Işık prizması animasyonunu dikkatle izleyelim.
Aşağıdaki soruları cevaplayalım.

- **Beyaz ışık prizmadan geçirilince ne oldu?**

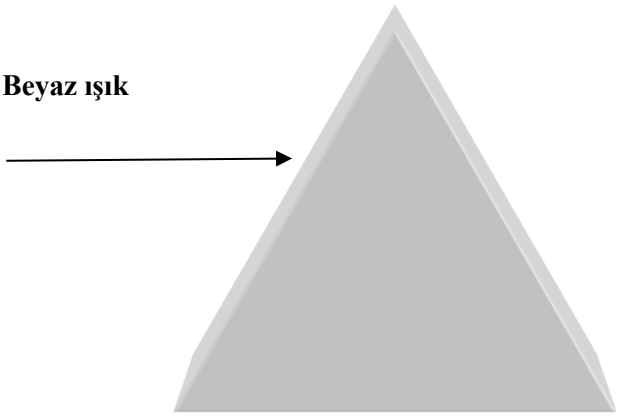
……

……

……

- **Beyaz ışık prizmadan geçtikten sonra uğradığı değişimi renkli kalemlerinizi kullanarak aşağıdaki bölüme çizerek gösteriniz.**

Beyaz ışık



KuTuSaYaMaM

CİSİMLER NASIL RENKLİ GÖRÜNÜR?

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

Gerekli Malzemeler

- Renk Filtreleri veya jelatin (Kırmızı, mavi, yeşil)
- Makas
- Işık kaynağı (3 adet)
- Paket lastiği (3 adet)

Etkinliğin Yapılışı:

I.Aşama:

- Kırmızı, mavi ve yeşil renkli jelatinleri ayrı ayrı ışık kaynaklarınızı kaplayacak büyüklükte kesiniz.
- Birinci ışık kaynağına kırmızı, ikincisine mavi ve üçüncüsüne yeşil jelatini paket lastiği ile sabitleyiniz.
- Kırmızı jelatin ile kaplı ışık kaynağından çıkan ışığın ne renk algılandığını gözlemleyiniz. Aynı işlemleri ayrı ayrı mavi ve yeşil ışık için tekrarlayınız.
- Ardından sırasıyla ayrı ayrı Kırmızı ve mavi, Kırmızı ve yeşil, yeşil ve mavi, kırmızı, yeşil ve mavi renk jelatinle kaplı ışık kaynaklarını aynı anda açtığımızda hangi renk olarak algılanacağını tahminlerim bölümüne yazınız.
- Deneyi gerçekleştiriniz. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız.

Renkler	**Tahminim**	**Gözlemim**
Kırmızı ve mavi		
Kırmızı ve yeşil		
Yeşil ve mavi		
Kırmızı, yeşil ve mavi		

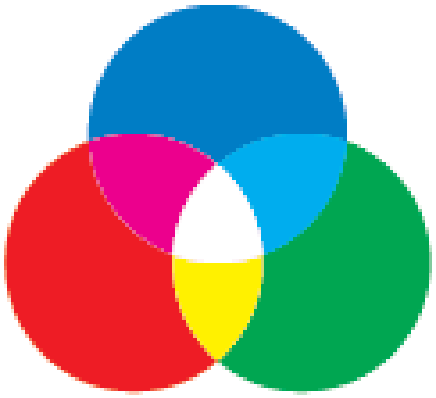
- ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

……
……
……

- **Işık renklerini sınıflandıracak olursak hangileri ana renk, hangileri ara renk olur? Neden?**

Ana Renkler……

Ara renkler……



II.Aşama: Etkinliğin yapılışı:

- Kırmızı ışık altında mavi, yeşil ve kırmızı renkte cisimlerin ne renk görüneceğine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Aynı işlemleri mavi ve yeşil altında mavi, kırmızı ve yeşil cisimlerin ne renk görüneceğine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Deneyi yapınız. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız

Gerekli Malzemeler

- Renk Filtreleri veya jelatin (Kırmızı, mavi, yeşil)
- Makas
- Işık kaynağı (3 adet)
- Paket lastiği (3 adet)
- Kırmızı, mavi ve yeşil renkte el işi kağıdı

Işık filtre rengi	Işık rengi	Tahminim	Gözlemim
Kırmızı	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		
Mavi	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		
Yeşil	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

.....

.....

.....

.....

.....

- **Gözlemlerinize dayanarak cisimlerin üzerine aynı güneş ışığı düşmesine rağmen cisimlerin farklı görünmesini ışığın soğurulması ve yansımasıyla nasıl açıklarsınız?**

……
……
……..…

- **Gözlemlerinize dayanarak Beyaz ışık altında kırmızı görünen bir cisim kendi rengi dışındaki bir ana renkle aydınlatılırsa siyah görünmesini nasıl açıklarınız?**

……
……
……

RENK DEĞİŞTİREN ELBİSE

Ceren gideceği doğum günü partisi için bir elbise giyiyor. Doğum gününün yapılacağı eğlence merkezine gidiyor. Eğlence merkezinde sürekli renkleri değişen ışıklar yanıp sönüyor. Bu esnada arkadaşlarıyla karşılaştığında arkadaşları Ceren'in elbisesi hakkında farklı zamanlarda şu yorumları yapıyor:

Burcu : Elbisenin rengini çok sevdim, kırmızı sana çok yakışmış.
Ali : Yeşil renk elbise, gözlerinin rengini ortaya çıkarmış.
Aysu : Mavi elbisen yeni galiba, ilk defa üzerinde görüyorum.

Ama Ceren arkadaşlarının gördüğünden farklı bir renk elbise giymişti, neden arkadaşlarının elbisesini farklı renklerde algıladıklarına çok şaşırdı.

- **Sizce Ceren'in giymiş olduğu elbise ne renktir? Neden böyle düşünüyorsunuz?**

……
……
……

- **Sizce Ceren'nin elbisesi arkadaşları tarafından neden farklı renklerde algılanmıştır?**

……
……
……

- **Günlük hayatta buna benzer bir olay yaşadınız mı? Açıklayınız**

……
……
……

NEDEN BU RENK?



Videomuzu dikkatle izleyelim ve aşağıdaki soruları cevaplayalım.

- **Yandaki vazonun beyaz görünmesinin sebebini açıklayınız.**



……

……



- **Yandaki cismin siyah görünmesinin sebebini açıklayınız.**

……

……

……

- **Yandaki elmanın kırmızı görünmesinin sebebini açıklayınız**

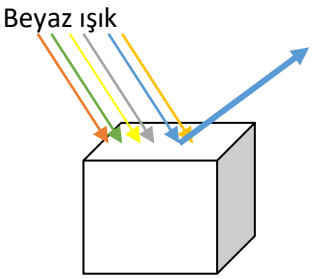


……

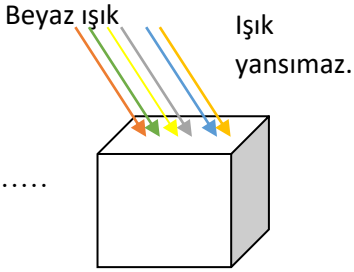
……

……

- **Aşağıdaki görsellerdeki cisimler ne renk görünür? Açıklayınız.**



……



……

GÜNEŞ ENERJİSİNİN ÖNEMİ



"Neden Güneş Enerjisi" adlı videoyu izleyiniz. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- **Günlük hayatta güneş enerjisinden hangi alanlarda faydalanılır?**

……
……

- **İzlediğiniz videoda Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına hangi örnekler verilmiştir?**

GÜNEŞ ENERJİSİNİN GELECEKTE KULLANIMI



Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağını düşünüyorsun. Haydi biraz araştıralım!

BÖCEK GÖZÜNDEN İLHAM ALINARAK TASARLANAN GÜNEŞ PANELİ



Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili çalışmalar gün geçtikçe artıyor. Güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi için kullanılan güneş gözelerinin maliyetinin düşürülmesi ve verimliliğinin artırılması güneş enerjisi ile ilgili en yoğun çalışmaların yapıldığı alan.

Güneş gözelerinde kullanılan materyal üzerine yürütülen çalışmalarda perovskit adı verilen bir maddenin hem ucuz maliyetli hem de güneş panellerinde yaygın olarak kullanılan silikon kadar etkili olduğu hatta geliştirilerek çok daha verimli hale getirilebileceği keşfedilmişti. Ne var ki perovskit, hassas ve kırılgan bir yapıya sahip olduğu için yaygın biçimde kullanılamıyordu.

Stanford Üniversitesi'nden bilim insanları, çok sayıda petek biçimli merceğin bir araya gelmesiyle oluşan böcek gözünden ilham alarak geliştirdikleri perovskit güneş gözelerini, yaklaşık 500 mikron (0,5 mm) genişliğinde altıgenlerden oluşan çok sayıda minik iskelenin içine yerleştirdi. Böylece bal peteği biçiminde tasarlanan güneş paneli, mekanik baskıya karşı daha dirençli, kırılmaya karşı daha dayanıklı hale getirildi. Çalışmayı yürüten ekibin başındaki Prof. Dr. Reinhold Dauskardt, yeni tasarımın perovskitin verimliliğini düşürmemekle birlikte, kırılganlığını da azalttığını ve bu yüzden yaygın kullanımının önünün açılabileceğini belirtiyor. Bunun yanı sıra, yeni tasarımıyla perovskit güneş gözelerinin çatılarda kullanılan güneş panelleri gibi yüksek sıcaklığa ve neme karşı da dayanıklı olduğu ve zorlu koşullar altında bile (altı hafta boyunca 85°C sıcaklık ve %85 bağıl nem oranı altında) enerji üretebildiği tespit edildi.

- **Güneş enerjisinin diğer enerji türlerinden üstün yönlerini araştırınız. Araştırma sonuçlarınıza dayanarak güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin fikirler üretiniz. Ürettiğiniz fikirleri bir poster haline getiriniz ve poster taslağını aşağıya çiziniz. Fikirlerinizi arkadaşlarınızla tartışınız.**

AYNALAR



Günlük yaşamımızda sıklıkla kullandığımız eşyalardan biri ayna. Peki ilk aynalar nasıl yapılmış? Aynaları ve çeşitlerini birlikte keşfedelim.

Bunları Biliyor Musunuz?

İlk aynalar MÖ 6000'li yıllarda Anadolu'da yapılmış. Ancak bunlar günümüzde kullanılan aynalara pek benzemiyormuş. Çünkü bu aynalar volkanik bir taş olan obsidyenin yüzeyinin düzleştirilip cilalanmasıyla yapılıyormuş. Daha sonra insanlar bakır, gümüş, altın gibi metallerin yüzeylerini parlatarak ayna yapmaya başlamışlar. Ancak bu metaller de ağır ve pahalı olduklarından o dönemde aynalar çok küçük boyutlarda yapılıyormuş.

17. yüzyılda aynalar camın bir yüzeyi civa ve kalayın karıştırılmasıyla oluşturulan ve amalgam adı verilen bir maddeyle kaplanmasıyla yapılıyormuş. 19. Yüzyılda ise Alman bir kimyager tarafından bulunan yeni bir yöntemle aynalar, camın bir yüzeyinin gümüş çözeltisiyle kaplanmasıyla yapılmaya başlanmış. Camın ayna özelliği kazanması için bir yüzeyinin kimyasal işlemlerle kaplanması ve parlaklaştırılması işlemine sır adı veriliyor. Kaplanmış yüzeyin çizilmemesi içinse üstü boyanıyormuş. Bu yöntem basit olduğundan ayna yapımı tüm dünyaya hızla yayılmış. Böylece aynalar günlük yaşamın vazgeçilmezlerinden olmuş.

Aynaya gelen ışık ışınları, camın arkasında bulunan gümüşün yansıtma özelliği nedeniyle yansır. Ayna yüzeyi pürüzsüz olduğu için aynaya gelen ışık ışınları rastgele yönlerde değil geldikleri açıya göre belirli bir yönde yansır.

Yansıtıcı yüzeyi düz olan aynalara düz(düzlem) ayna denir. Yansıtıcı yüzeyi küre kapağının iç veya dış yüzeyi şeklinde olan aynalara küresel aynalar denir. Kürsel aynalar da yansıtıcı yüzeyi çukursa, çukur (iç bükey), yansıtıcı yüzeyi tümsekse, tümsek (dış bükey)

- **Okuduğunuz metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1)Günümüzde aynalar nasıl yapılmaktadır?

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

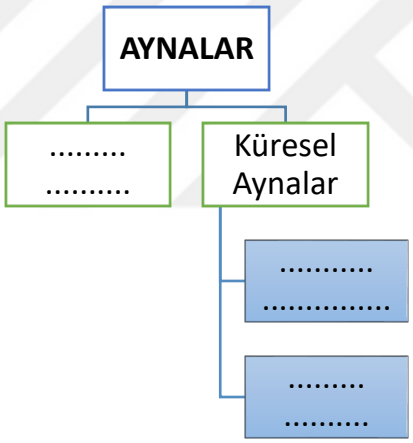
2)Sizce ayna elde edebilmek için camın bir yüzeyinin neden parlatılması gerekiyor?

.....
.....

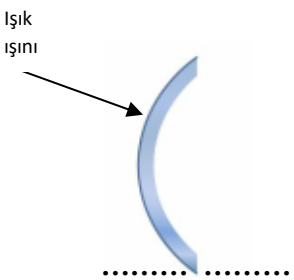
3) Aynalar günlük hayatta nerelerde kullanılır?

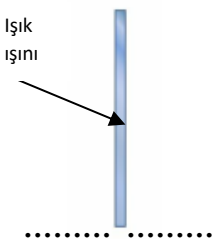
.....
.....
.....

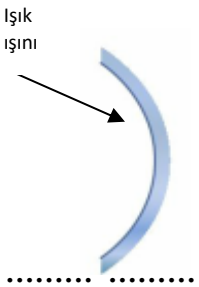
4) Aşağıdaki kavram haritasını tamamlayınız.



5)Aşağıda verilen aynaları yansıtıcı yüzeylerini dikkate alarak hangi ayna çeşidi olduğunu noktalı yerlere yazınız.







- **Hikayeyi okunuz. Hikayede anlatılanlara ve resimlere göre aşağıda soruları arkadaşlarınızla tartışarak cevaplayınız.**



Ali akşam yemek yedikleri esnada kaşığının iç yüzeyindeki görüntüsü dikkatini çekmiştir. Görüntüsündeki garipliği anlayabilmek için elleriyle yüzüne, saçlarına dokunur. Bu durumu gören ablası da Ali'yi



daha da şaşırtmak için kendi kaşığının diğer tarafını çevirerek oluşan görüntüsünü Ali'ye gösterir. Ali önce ablasına sonra da kaşıkta oluşan görüntüyebakar ve çok şaşırır.

Yemekten sonra dişlerini fırçalamak üzere banyoya giden Ali bu defa da banyo aynasındaki görüntüsüne odaklanır. Oluşan tüm bu görüntülerin neden birbirinden farklı olduğunu araştırmaya karar verir.



- **Ali'nin kaşığın iç yüzeyinde oluşan görüntüsü nasıldır? Kaşığının iç yüzeyi hangi aynaya örnektir?**

.....
.....

- **Ali'nin ablasının kaşığın dış yüzeyinde oluşan görüntüsü nasıldır? Kaşığın dış yüzeyi hangi aynaya örnektir?**

.....
.....

- **Ali'nin banyo aynasında oluşan görüntüsü nasıldır? Banyo aynası hangi aynaya örnektir?**

.....
.....

- **Sizce Ali oluşan farklı görüntülerle ilgili araştırmalarında nasıl bir sonuca ulaşmıştır?**

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

AYNALARIN GİZEMİ

Ayna çeşitlerini ve bu aynalardaki görüntü özelliklerini keşfedelim.



Çukur Aynadaki Görüntü:

Gruplarımıza ayrılalım ve laboratuarımızda deneyimizi yapalım:

Deneyin Yapılışı

1. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan mumun görüntüsünü inceleyiniz.
2. Mumu aynalara yaklaştırıp uzaklaştırarak görüntülerinizdeki değişimleri gözlemleyiniz.
3. Aynalarda oluşan görüntüleri düz-ters, büyük-küçük olmaları bakımlarından karşılaştırınız.
4. "AMBULANS" yazan kâğıdı; düz, çukur, tümsek aynaların önüne koyarak aynalardan yazıyı okumaya çalışınız.

Gerekli Malzemeler

- Düz ayna
- Çukur ayna
- Tümsek ayna
- Üzerinde "AMBULANS" yazan kâğıt ve mum
- Cetvel
- Kurşun kalem

Çukur Ayna için Tahminlerim:

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Görüntünün düz veya ters olması**
Mum yaklaştırılırsa		
Mum uzaklaştırılırsa		

Gözlemlerim:

Mumu aynaya doğru yaklaştırıp veya uzaklaştırarak oluşacak olan görüntüleri gözlemleyiniz.

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya doldurunuz.**

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	Görüntünün düz veya ters olması
Mum yaklaştırıldığında		
Mum uzaklaştırıldığında		

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1) Tahminlerin ve gözlemlerin arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

……
……
……

2) Mumu aynaya yaklaştırınca görüntüde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

3) Mumu aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

4) Mumun boyu ile görüntüsünün boyu hangi durumda eşit oldu?

……
……
……

6)Gözlemleriniz sonucunda çukur aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

……
……
……
……
……

7)Elde ettiğiniz sonuçlara göre çukur ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır?

……
……
……

Tümsek Aynadaki Görüntü:

Gruplarımıza ayrılalım ve laboratuvarımızda deneyimizi yapalım:

Tümsek Ayna için Tahminlerim:

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Görüntünün düz veya ters olması**
Mum yaklaştırılırsa		
Mum uzaklaştırılırsa		

Tümsek Ayna için Gözlemlerim:

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya doldurunuz.**

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	Görüntünün düz veya ters olması
Mum yaklaştırıldığında		
Mum uzaklaştırıldığında		

- ***<u>Aşağıdaki soruları cevaplayınız.</u>***

1) Tahminlerin ve gözlemlerin arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

……
……
……

2) Mumu aynaya yaklaştırınca görüntüde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

3) Mumu aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

4) Mumun görüntüsü hangi durumda aynanın arkasında oluştu?

……
……
……

5)Gözlemleriniz sonucunda tümsek aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

……
……
……

7)Elde ettiğiniz sonuçlara göre tümsek ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır? Neden?

……
……
……

DÜZ AYNADAKİ GAÖRÜNTÜLERİN ÖZELLİKLERİ

Düz Aynadaki Görüntü:

Gruplarımıza ayrılalım ve laboratuarımızda deneyimizi yapalım:

Düz ayna için Tahminlerim:

	Görüntü de aynaya yaklaşır veya uzaklaşır	**Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması**	**Görüntünün düz, ters veya simetrik olması**
Mum yaklaştırılırsa			
Mum uzaklaştırılırsa			

Gözlemlerim:

Mumu aynaya doğru yaklaştırıp veya uzaklaştırarak oluşacak olan görüntüleri gözlemleyiniz.

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya doldurunuz.**

	Görüntünün de aynaya yaklaşması veya uzaklaşması	**Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması**	**Görüntünün düz, ters veya simetrik olması**
Cisim yaklaştırıldığında			
Cisim uzaklaştırıldığında			

- Şimdi mumu aynaya cetvel yardımıyla 2cm yaklaştırdığınızda aynadaki görüntüsünün aynaya olan uzaklığını ve görüntüsünün boy uzunluğunu yine cetvel ile ölçerek aşağıya yazınız.

	Cismin aynaya uzaklığı	Görüntünün aynaya uzaklığı	Görüntünün düz veya ters olması
Cisim 2cm yaklaştırıldığında			

- Şimdi de mumu aynaya cetvel yardımıyla 2cm uzaklaştırdığınızda aynadaki görüntüsünün aynaya olan uzaklığını ve görüntüsünün boy uzunluğunu yine cetvel ile ölçerek aşağıya yazınız.

	Cismin aynaya uzaklığı	Görüntünün aynaya uzaklığı	Görüntünün düz veya ters olması
Cisim 2cm uzaklaştırıldığında			

➢ ***<u>Aşağıdaki soruları cevaplayınız.</u>***

1) Tahminlerin ve gözlemlerin arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

……
……
……
……
……

2 Mumun boyu ile görüntüsünün boyu aynı mıydı, farklı mıydı?

……
……
……

3) Mumu aynaya yaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

Aynaya uzaklığı……

Boyu……

Görünümü……

4) Mumu aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

Aynaya
uzaklığı……

Boyu……

Görünümü……

6)Gözlemleriniz sonucunda düz aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

……
……
……
……

7)Elde ettiğiniz sonuçlara göre düz ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır?

……
……
……

TERS YAZILAN KELİMELER

Ayşe, ailesi ile tatilden dönerken bir anda arabaların arasından ambulansın korna ve siren sesi gelmeye başladı. Ayşe arabanın arka camından baktığında, tüm arabaların ambulansa yol verdiğini gördü. Babası da arabayı kenara çekerek ambulansa yol verdiği sırada Ayşe'nin bir şey dikkatini çekti. Ambulans yazısı ters yazılmıştır. Bu durumu babasına söylediğinde ise babası dikiz aynasından o yazıyı düz okuyabildiğini söyledi. Bu durum karşısında şaşıran Ayşe neden böyle olduğunu düşünmeye başladı.



Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- **Ayşe'nin şaşırmasına neden olan bu olayı siz nasıl açıklarsınız?**

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

- **Günlük hayatta bu duruma benzer başka hangi örnekler bulunmaktadır?**

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

- **Siz de kendi adınızın düz bir aynadaki görüntüsünü aşağıda verilen boşluğa yazmaya çalışınız.**

....

GÜNEŞ OCAKLARI



Şimdi Videomuzu dikkatlice izleyelim. Aşağıdaki soruları cevaplayalım.

ARAŞTIRALIM!

Güneş ocaklarının çalışma prensibini araştırınız, grup arkadaşlarınızla birlikte araştırma sonuçlarını raporlaştırınız.

YAPILANDIRILMIŞ GRİD

Aşağıda verilen tablodan yola çıkarak soruları cevaplayınız verilen boşluğa örneğe ait numaraları yazınız

1  Arabaların yan aynası	2  Kavşaklardaki ayna	3  Teleskop
4  Periskop	5  Güneş ocakları	6  Dişçi Aynası
7  Kuaförlerdeki Ayna	8  Arabaların Dikiz aynası	9  Evlerimizdeki aynalar
10  Güvenlik amacıyla kullanılan aynalar	11  Projeksiyon cihazı	12  El feneri

1)Düz aynanın kullanıldığı örnekler hangileridir?.....

2) Çukur aynanın kullanıldığı örnekler hangileridir?.....

3) Tümsek aynanın kullanıldığı örnekler hangileridir?.....

4) Düz ve büyük görüntülerin elde edildiği örnekler hangileridir?.....

5) Ters ve küçük görüntülerin elde edildiği örnekler hangileridir?.....

6) Cismin boyuyla eşit ve düz görüntülerin elde edildiği örnekler hangileridir?.....

7)Hangi ayna örnekleriyle cisimle eşit boyda görüntü elde edilir?.....

DOĞRU ÇIKIŞI BULALIM

Aşağıdaki ifadeleri en baştaki ifadeden başlayarak okuyunuz. İfadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarına karar vererek doğru çıkışı bulunuz.



Işığı yansıtarak görüntülerin oluşmasını sağlayan parlak yüzeylere ayna denir

D

Düz aynada görüntü düz, simetrik ve boyu cismin boyuna eşittir.

D

yakınlaştıkça düz ve büyük ve görüntü oluşur.

D → 1.Çıkış

Y → 2.Çıkış

Y

Çukur aynalardan uzaklaştıkça görüntü ters olur ve boyu küçülür.

D → 3.Çıkış

Y → 4.Çıkış

Y

Yansıtıcı yüzeyi tümsek olan aynalara çukur aynalar denir.

D

Periskoplarda çukur ayna kullanılır.

D → 5.Çıkış

Y → 6.Çıkış

Y

Düz aynada görüntü ve cismin aynaya olan uzaklığı birbirine eşittir.

D → 7.Çıkış

Y → 8.Çıkış

Doğru çıkış:

İLÜZYON MU GERÇEK Mİ?



Ortam değiştiren ışık nasıl bir değişime uğradığını öğrenelim!

Videomuzu dikkatlice izleyelim! Ardından aşağıdaki soruları cevaplayalım.

- **Sizce kalemin su dolu bardak içerisinde kırıkmış gibi görünmesinin sebebi ne olabilir?**

……

……

<u>Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi laboratuvarda yapalım</u>

I. aşama:Etkinliğin Yapılışı

<u>Gerekli Malzemeler</u>

- Ayakkabı kutusu
- Cam kavanoz
- El feneri
- Maket bıçağı
- Su

- Ayakkabı kutusunun kısa kenarlı yan yüzeylerinden birine maket bıçağıyla ince bir yarık açınız.
- Kutudaki yarık, el fenerinin önüne gelecek şekilde kutuyu ve feneri yerleştiriniz. El fenerini açık konuma getirerek bir ışık demeti elde ediniz.
- Kavanozu su ile doldurunuz ve kutunun içinde ışık demetinin geçtiği bir yere yerleştiriniz.
- Karanlık bir ortam oluşturarak ışığın nasıl bir yol izleyeceğini tahmin ediniz, tahminlerim bölümüne yazınız.



- Işığın izlediği yolu gözlemleyiniz ve gözlemlerim bölümüne yazınız.

<u>Tahminlerim:</u>

……

……

- **Hipotezlerinizi yazınız ve değişkenlerinizi belirleyiniz.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Gözlemlerim:

……..……

……..……

- **Tahminleriniz ile gözlemleriniz benzerlik ya da farklılık gösterdi mi? Sonuçlarınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.**

……..……..

……..……

- **Yapmış olduğunuz deneyden vardığınız sonuca göre videoda izlediğiniz durumu nasıl açıklarsınız?**

……..……

……..

- **Işığın boşlukta yayılma hızı yaklaşık 300 000 000 m/s'dir. Bu hızla yol alan ışık, Güneş'ten Dünya'ya ulaşmak için milyonlarca kilometrelik yolu yaklaşık 8 dakikada alabilmektedir. Acaba ışık hızı her ortamda aynı mıdır? Tahminlerinizi yazınız.**

……..……

……..……

Aşağıdaki tabloyu inceleyiniz Kırılma olayına ilişkin aşağıdaki boşlukları doldurunuz.

Ortam	**Işık hızı (km/s)**	**Ortam Yoğunluğu (g/cm^3)**
Hava	299,703 km/s	0,00129 g/cm^3
Cam	225,000 km/s	1 g/cm^3
Su	200000 km/s	1,5 g/cm^3
Buz	229000 km/s	0,5 g/cm^3
Elmas	124000 km/s	3,5 g/cm^3

- **Tabloya göre ışık en hızlı hangi saydam ortamda ilerlemiştir?**

……

……

- **Tabloya göre ışığın farklı saydam ortamlarda yayılma hızı neye bağlıdır?**

……

……

- **Sonuç olarak ışığın bir ortamdan başka bir ortama geçerken kırılmasını nasıl açıklarsınız?**

……

……

……

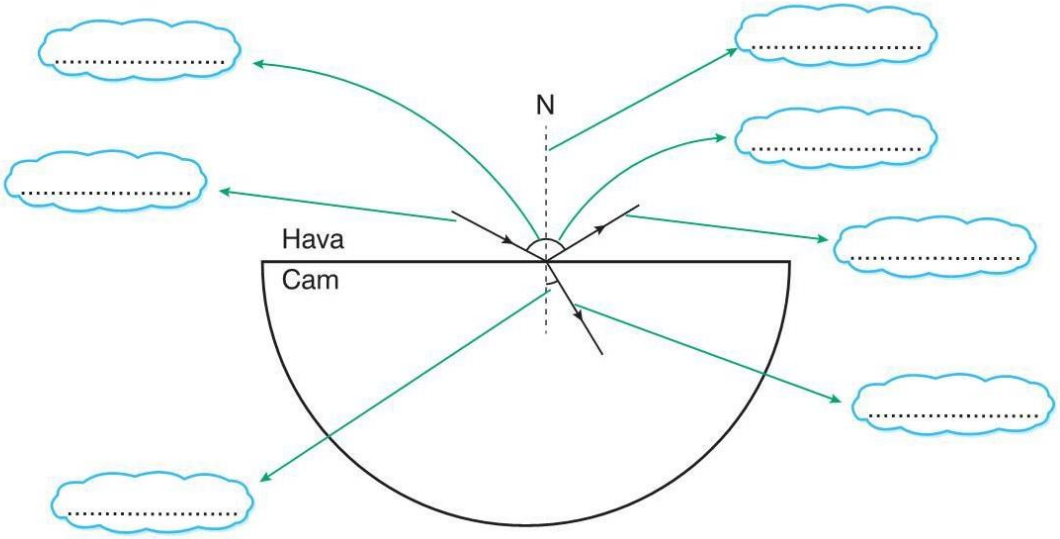
……

IŞIK HER ZAMAN AYNI ŞEKİLDE Mİ KIRILIR?



Saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçen ışık her zaman aynı şekilde mi kırılır? Haydi keşfedelim!

I. Aşama



Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi laboratuvarda yapalım

I. aşama: (Az yoğundan ortamdan çok yoğun ortama geçiş)

Deneyin yapılışı:

- Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine yönelik tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından bu etkinlik için bir hipotez cümlesi kurunuz ve değişkenlerinizi belirleyiniz.
- Aşağıdaki düzeneği kurunuz.
- Ardından optik daireyi su dolu saydam bir kaba daldırınız ve lazeri tutunuz.
- Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Gerekli Malzemeler

- Cam parçası
- Su
- Lazer
- Optik daire
- Saydam bir kap



Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Hava → Su			
Hava → Cam			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

1)Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……

……

2) Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……

……

II. Aşama: (Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş)

Deneyin yapılışı:

- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine yönelik tahminlerinizi tahminim bölümüne yazınız.
- Ardından bu etkinlik için bir hipotez cümlesi kurunuz ve değişkenlerinizi belirleyiniz.
- İlk deney düzeneğinden bu defa lazeri camdan havaya gidecek şekilde tutunuz. Gelme açısını 40’ olarak ayarlayınız.
- Ardından düzeneği suyun içerisine daldırınız ve lazeri camdan suya doğru tutunuz. Gelme açısını 40’ olarak ayarlayınız.
- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş düzeneklerini hazırlayarak gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Cam → Hava			
Cam → Su			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

1) Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……

……

2)Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……

……

III. Aşama : (Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçişte sınır açısı)

- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçen ışığın gelme açısının ışığın izleyeceği yola etkisine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Kurmuş olduğunu deney düzeneğini suyun içerisine daldırınız ve lazerle sırasıyla 40', 48' ve 60' açılarla camdan suya doğru ışık tutunuz.
- Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Cam ⟶ Hava			
Cam ⟶ Su			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

1)Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……

……

2) Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……

……

IŞIĞIN KIRILMASIYLA İLGİLİ GÜNLÜK HAYAT ÖRNEKLERİ



"Günlük hayatta ışığın kırılması" adlı videoyu izleyelim ve aşağıdaki soruları cevaplayalım.



➢ **Akvaryuma veya nehirlere üstten bakıldığında içindeki balıkların yüzeye daha yakın görülmesinin nedenini açıklayınız.**

……

……

➢ **Çok sıcak havalarda asfalt yolda veya çöldeki ağaç altlarında su birikintisi varmış gibi görülmesinin nedenini açıklayınız. (Serap olayı.).**



……

……



➢ **Sudaki balıklar veya dalgıçlar, su dışındaki cisimleri daha uzakta görmelerinin nedenini açıklayınız.**

……

……..

➢ **Şelalelerde ve su fıskiyelerinde ışığın renklere ayrılmasının nedenini açıklayınız.**



……

……..

MERCEKLER

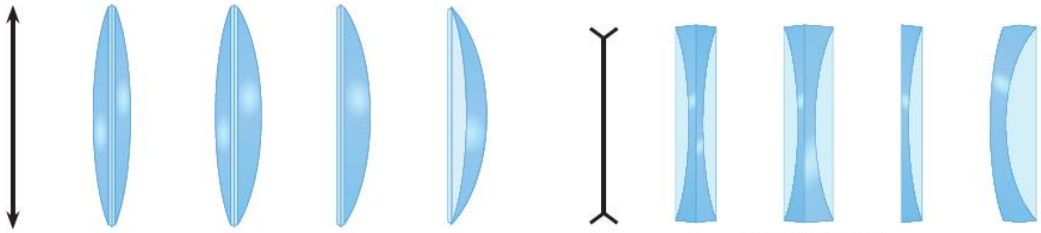


Merceklerde ışığın kırılmasını ve merceklerin odak noktasını keşfedelim!

Dedektif Bay Optik

Merhabalar! Benim adım Optik. Gizemli, çözülmesi zor ve tehlikeli olan olayları üstlenen büyük bir dedektifim. Tüm bu zor ve tehlikeli olayların çözümünde topladığım ipuçlarını incelemek için merceklerimi düzgün bir şekilde sıraladığım mercek kutumu yanımdan asla ayırmam. Mercek nedir diye sorduğunuzu duyar gibiyim. Hemen açıklayayım. Mercek, ışığın kırılmasından yararlanılarak tasarlanan en az bir yüzeyi küresel olan cam veya plastik maddelere denir. Bazen ipuçları o kadar küçük yazılar olur ki onları detaylı bir şekilde okuyabilmem için hemen mercek kutumun üst sırasından bir mercek çıkartırım. Bazen de büyük yazıları küçültmem gerekir o zaman da mercek kutumun ikinci sırasından başka bir mercek çıkarırım.

Bugünlerde bir banka soygununu araştırıyorum. İncelemelerim sonucunda ipucu olabileceğini düşündüğüm çok küçük harflerle yazılmış bazı el yazısı belgeler buldum. Ama ne yazık ki mercek kutumu kaybettim ve yeni mercekler almak durumunda kaldım. Bana merceklerimi eskisi gibi dizmemde yardımcı olur musunuz?



Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- **Dedektife nasıl yardım edebilirsiniz?**

……
……

- **Kaç çeşit mercek vardır? Şekillerini aşağıya çiziniz.**

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi laboratuvarda yapalım

Deneyin yapılışı:

Gerekli Malzemeler

- Çeşitli şekillerde ince ve kalın kenarlı mercekler
- Saydam olmayan plastik tarak
- El feneri
- Oyun hamuru

- Merceklerin şekillerini inceleyiniz.
- El fenerinin önüne tarağı yerleştirip oyun hamuru yardımıyla masaya sabitleyiniz.
- El fenerini açarak masa yüzeyinde ışık demeti elde ediniz.
- Sınıfta karanlık bir ortam oluşturunuz. Elde ettiğiniz ışık demetlerinin önüne ince kenarlı bir mercek yerleştirildiğinde ışık demetlerinin nasıl bir yol izleyeceğini tahminlerim bölümüne yazınız. Benzer şekilde ışık demetlerinin önüne kalın kenarlı bir mercek yerleştirildiğinde nasıl bir yol izleyeceğini tahminlerim bölümüne yazınız.
- Merceklerden geçen ışık demetlerini gözlemleyiniz. Gözlemlerim bölümüne yazınız.
- Gözlemleriniz ve tahminleriniz arasındaki benzerlik ve farklılıkları karşılaştırınız.

Tahminlerim-Gözlemlerim-Açıklamam:

	Tahminim	Gözlemim
İnce kenarlı mercek	……	……..
Kalın kenarlı mercek	……	……

Tahminim ve Gözlemimim arasındaki benzerlik ve farklılıklar……
……

……

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- İnce kenarlı mercekten geçen ışık demetleri nasıl bir yol izledi? Çizerek gösteriniz.

- Kalın kenarlı mercekten geçen ışık demetleri nasıl bir yol izledi? Çizerek gösteriniz.

Merceklerin Odak Noktası

Deneyin yapılışı:

- Merceklere gönderilen ışık demetlerinin toplandıkları yere ilişkin tahminlerinizi aşağıdaki tahminlerim bölümüne kaydediniz.
- El fenerinin önüne tarağı yerleştirip oyun hamuru yardımıyla masaya sabitleyiniz.
- El fenerini açarak masa yüzeyinde ışık demeti elde ediniz.
- Sınıfta karanlık bir ortam oluşturunuz. Elde ettiğiniz ışık demetlerinin önüne ince kenarlı bir mercek yerleştirildiğinde ışık demetlerinin nasıl bir yol izleyeceğini tahminlerim bölümüne yazınız..

Gerekli Malzemeler

- Çeşitli şekillerde ince ve kalın kenarlı mercekler
- Saydam olmayan plastik tarak
- El feneri
- Oyun hamuru

- Merceklerden geçen ışık demetlerini gözlemleyiniz. Gözlemlerim bölümüne yazınız.
- Gözlemleriniz ve tahminleriniz arasındaki benzerlik ve farklılıkları karşılaştırınız.

	Tahminim	Gözlemim
İnce kenarlı mercek	……	……..
Kalın kenarlı mercek	……	……

Tahminim ve Gözlemimim arasındaki benzerlik ve farklılıklar.....

……

……

- **Gözlemlerinize dayanarak merceklerin odak noktalarını nasıl belirleyebilirsiniz? Tartışınız.**

- **Yapmış olduğunuz deneye göre ince kenarlı merceğin odak noktasını aşağıdaki bölüme çizerek gösteriniz.**

- **Yapmış olduğunuz deneye göre kalın kenarlı merceğin odak noktasını aşağıdaki bölüme çizerek gösteriniz.**



ORMAN YANGINI

Aşağıdaki gazete haberini okuyalım ve soruları arkadaşlarımızla tartışarak cevaplayalım.



CAM KIRIKLARI YANGIN ÇIKARDI; 20 DÖNÜM ORMANLIK ZARAR GÖRDÜ

Tekirdağ'ın Malkara ilçesinde, cam kırklarının kuru otları tutuşturması sonucu çıkan yangında, 20 dönüm ormanlık ve 50 ağaç zarar gördü. Yangın, öğle saatlerinde, ilçeye bağlı Kürtüllü Mahallesi'ndeki ormanlıkta çıktı. Cam kırıklarının kuru otları tutuşturması sonucu ormanlıktan alevler yükselmeye başladı. Yangın, rüzgarın da etkisiyle kısa sürede yayılırken, ihbar üzerine olay yerine Malkara Orman İşletme Müdürlüğü ve Malkara Belediyesi İtfaiye Müdürlüğü'ne bağlı ekipler sevk edildi. Yangın, ekiplerin yaklaşık 2 saatlik müdahalesi sonucu kontrol altına alınarak, söndürüldü. Yangında 20 dönüm ormanlık ve 50 ağaç zarar gördü. İtfaiye ve jandarma, yangınla ilgili soruşturma başlattı.

Kaynak: Hürriyet gazetesi 13.07.2018 Erişim için tıklayınız: https://www.hurriyet.com.tr/cam-kiriklari-yangin-cikardi-20-donum-ormanlik-40896183

- **Gazete haberine göre orman yangını nasıl çıkmıştır?**

……..……..

……

- **Sizce cam kırıkları orman yangınına nasıl sebep olmuş olabilir? Neden?**

……..……..

……

- **Cam kırıkları hangi mercek çeşidine örnek olarak gösterilebilir? Tahminlerinizi yazınız**

……..……..

……

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi laboratuvarda yapalım

Deneyin yapılışı:

- Güneş ışığı alan bir yer belirleyiniz. Öğretmeninizin gözetiminde büyüteç ile Güneş ışınlarının gazete kâğıdının üzerine odaklanarak düşmesini sağlayınız.
- Merceği ve gazete kâğıdını hareket ettirmeden kâğıtta bir değişim gözlemleyene kadar bekleyiniz.
- Aynı işlemleri bu kez cam şişe kullanarak yapınız ve gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne kaydediniz.

Gerekli Malzemeler

- Büyüteç
- Gazete kağıdı
- Cam şişe

Gözlemlerim:

……..……..

……

- **Tahminleriniz ile gözlemleriniz benzerlik ya da faklılık gösterdi mi? Gözlemlerinizin sonucunu sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız**

……..……..

……

- **Düzenekte hangi mercek kullanılmıştır? Buna göre cam kırıkları hangi mercek görevi görmektedir?**

……..……..

……

- **Yapmış olduğunuz gözlemlerinize dayanarak ormanlık alanlara atılan cam şişeler ne gibi tehlikelere neden olabilir? Açıklayınız.**

……..……..

……

GÜNLÜK HAYATTA MERCEKLER

Haydi günlük hayatta ve teknolojide kullanılan mercekleri öğrenelim!

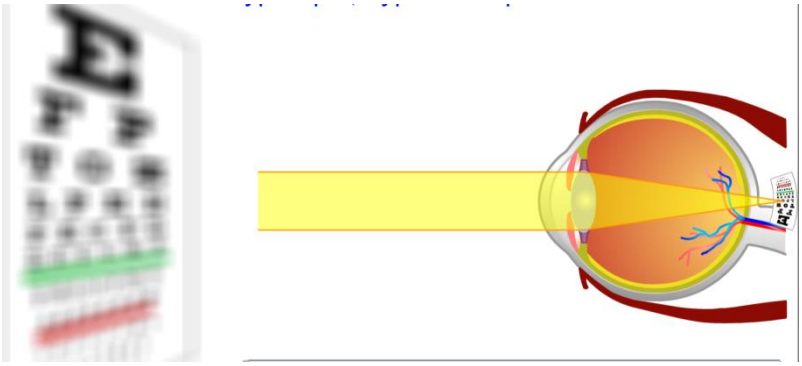


- "Merceklerin kullanım alanları" videosunu izleyiniz. Videoda hangi araçlarda hangi tür merceklerin kullanıldığını aşağıdaki bölüme not alınız.

İnce Kenarlı Merceklerin Kullanım Alanları

Kalın Kenarlı merceklerin Kullanım Alanları

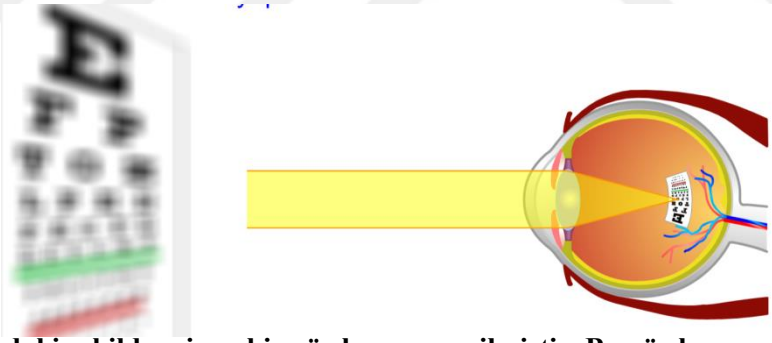
Miyop göz uzağı net göremez, hipermetrop göz yakını iyi göremez. Buna göre aşağıdaki göz kusurlarının düzeltilmesi için hangi merceğin kullanmaları gerektiğini yazınız.



- **Yukarıdaki şekilde hipermetrop bir göz kusuru verilmiştir. Bu göz kusurunun düzeltilmesi için hangi mercek kullanılmalı? Neden?**

……..……..

……



- **Yukarıdaki şekilde miyop bir göz kusuru verilmiştir. Bu göz kusurunun düzeltilmesi için hangi mercek kullanılmalı? Neden?**

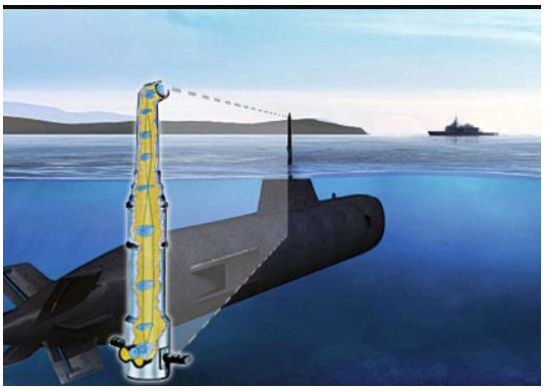
……..……..

……

GÖRÜNTÜLEME ARACIMI TASARLIYORUM

Deniz Müzesi Gezisi

İnci ve sınıf arkadaşları deniz müzesine geziye gitmişlerdi. Gezi sırasında savaşlarda kullanılan birbirinden farklı gemiler, dalgıç kıyafetleri, batık gemilerden çıkartılan tarihi kalıntılar hakkında birçok şey öğrendiler. Sırada müzenin en çok merak edilen ve ziyaret edilen bölümü olan denizaltılar vardı. Bu bölümde Türk donamasında da uzun yıllar kullanılan "Uluç Ali Reis" denizaltısındaki periskobu da inceleyeceklerdi. Ancak denizaltındaki periskobun optik bir parçası kırılmıştı. Bu nedenle periskoptan bakarak inceleme yapamadılar ve çok üzüldüler. Bu durumu gören öğretmenleri periskopların çalışma prensibini araştırarak kendilerinin de basit bir periskop yapabileceklerini söyledi. Bunun üzerine İnci periskopta hangi optik aracın kullanılacağını, periskobun nasıl çalıştığını ve kendisinin nasıl bir tasarım yapacağını araştırmaya karar verdi. Periskop yapacağı için çok heyecanlıydı.



- **Sizce yukarıda olayda problemler nelerdir?**

……..……..

……

- **Periskop ile ilgili neler biliyorsunuz?**

……..……..

……

……..……..

……

GÖRÜNTÜLEME ARACIMI TASARLIYORUM

Bir görüntüleme aracı tasarlıyorum.



Gerekli malzemeler:

Aracınızın yapım aşamaları:

Aracınızın tasarımını çiziniz ve model haline getiriniz.

EK 14. Sanal Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programına Dayalı Geliştirilen Çalışma Yaprakları

Sıcaklıkları Değişti mi?

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.



- Sanal laboratuvara giriş yapınız.
- İçerisinde eşit miktarda ve sıcaklıkta bulunan beherlerden birini Güneşli, diğerini de gölge bölüme yerleştiriniz.
- Sayaçtaki 30dakika sonra beherlerdeki suların sıcaklıklarına ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Suların sıcaklıklarını termometre ile ölçünüz. Ve gözlemlerim bölümüne yazınız.
- **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotezlerinizi yazınız ve değişkenlerinizi belirleyiniz.**

Hipotezim:

Bağımsız Değişken:

Bağımlı Değişken:

Kontrol edilen değişken:

Tahminim:

Gözlemlerim:

Ortam	İlk sıcaklık	Son sıcaklık
Güneşli		
Gölge		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

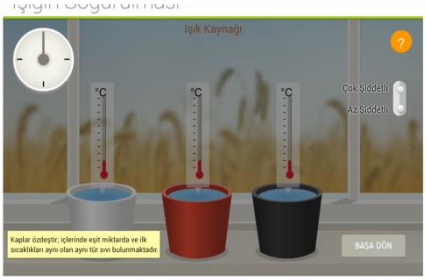
- ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

……..……..

……

IŞIĞIN SOĞURULMASI

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.



- Sanal laboratuvara giriş yapınız.
- İçerisinde eşit miktarda ve sıcaklıkta su bulunan beyaz, kırmızı ve siyah renkteki beherleri aynı süre Güneş'te beklettiğimizde, sulardaki sıcaklık değişimine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından deneyi yapınız ve suların sıcaklıklarını termometre ile ölçünüz. Ve gözlemlerim bölümüne yazınız.

- **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotezlerinizi yazınız ve değişkenlerinizi belirleyiniz**

Hipotezim:

Bağımsız Değişken:

Bağımlı Değişken:

Kontrol edilen değişken:

Tahminim:

Gözlemlerim:

Ortam	İlk Sıcaklık	Son sıcaklık
Beyaz		
Kırmızı		
Siyah		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

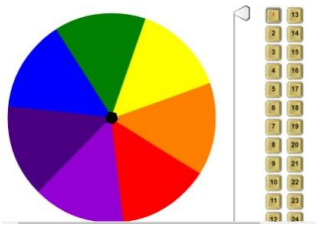
- ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

……
……
……

BEYAZ IŞIK ASLINDA ÇOK RENKLİ

Tahminlerim:

- Yandaki şekilde farklı renkleri içeren renk çarkını döndürdüğünüzde sizce nasıl bir renk veya renkler oluşacaktır?



……...……..

……

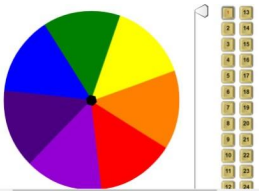
- Çarkın hızlı veya yavaş dönmesi sonucu etkiler mi? Neden?

……
……

Şimdi gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuvarımızda etkinliğimizi yapalım.

Etkinliğin Yapılışı

- Yandaki, çarkın sağ tarafındaki numaralar çarkın dönüş hızını ifade etmektedir. Şimdi sırasıyla 1,8, 16 ve 24 numaralı tuşlara fareniz ile tıklayarak çarktaki değişimleri gözlemleyiniz. Aşağıdaki gözlemlerin bölümüne gözlemlerinizi yazınız.



Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Gözlemlerim:

- **Dönmenin etkisiyle dairedeki tüm renklerin görünümünde bir değişim oldu mu? Nasıl?**

……...……..

……

- **Çarkı yavaş ve hızlı döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediğinizi aşağıdaki tabloya göre doldurunuz?**

	Nasıl bir değişim gözlemledin?
1 numaraya tıkladığımda	
8 numaraya tıkladığımda	
16 numaraya tıkladığımda	
24 numaraya tıkladığımda	

- ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

……..……..

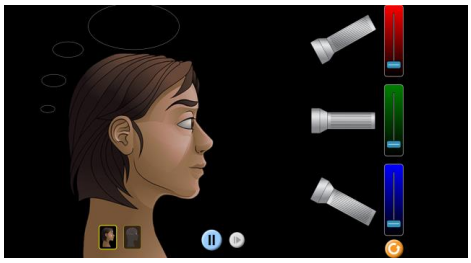
……

.

RENK RENK CİSİMLER

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

I. Aşama:



- Sanal laboratuvara giriş yapınız.
- KYM Lambalar butonuna tıklayınız.
- Kırmızı ışığa tıkladığınızda kişi tarafından hangi nasıl algılandığını gözlemleyiniz. Aynı işlemleri ayrı ayrı mavi ve yeşil ışık için tekrarlayınız.
- Ardından sırasıyla ayrı ayrı Kırmızı ve mavi, Kırmızı ve yeşil, yeşil ve mavi, kırmızı, yeşil ve mavi renk ışıkları aynı anda açtığımızda hangi renk olarak algılanacağını tahminlerim bölümüne yazınız.
- Deneyi gerçekleştiriniz. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

- **Tabloyu doldurunuz .**

Renkler	**Tahminim**	**Gözlemim**
Kırmızı ve mavi		
Kırmızı ve yeşil		
Yeşil ve mavi		
Kırmızı, yeşil ve mavi		

- ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

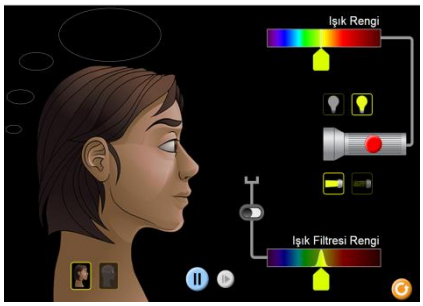
……
……
……

- **Işık renklerini sınıflandıracak olursak hangileri ana renk, hangileri ara renk olur? Neden?**

Ana Renkler……
Ara Renkler……

II.Aşama

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.



- Sanal laboratuvara giriş yapınız.
- Işığın rengi butonuna tıklayınız.
- Işık filtresini kırmızı renk olarak seçiniz ve kırmızı, mavi ve yeşil renk ışıklar gönderdiğinizde hangi renk olarak algılanacağını tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından etkinliği yapınız. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız.
- Aynı işlemleri sırasıyla ışık filtresini mavi ve yeşil seçerek tekrar ediniz.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Işık filtre rengi	Işık rengi	Tahminim	Gözlemim
Kırmızı	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		
Mavi	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		
Yeşil	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

.....

.....

.....

.....

.....

- **Gözlemlerinize dayanarak Beyaz ışık altında kırmızı görünen bir cisim kendi rengi dışındaki bir ana renkle aydınlatılırsa siyah görünmesini nasıl açıklarınız?**

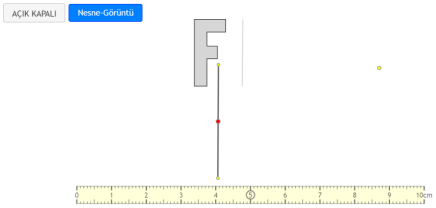
……..……..

……

AYNALAR VE GÖRÜNTÜ

Düzlem Aynadaki Görüntü:

Gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuvarımızda deneyimizi yapalım:



Yandaki düzenekte "F" harfinin aynaya olan uzaklığı değiştikçe, aynada oluşacak görüntünün, büyük, küçük, ters oluşuna, görüntünün boyunun cismin boyundan büyük, küçük ve eşit olmasına ilişkin tahminlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.

Tahminlerim:

	Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması	**Görüntünün düz, ters olması**
Cisim yaklaştırılırsa		
Cisim uzaklaştırılırsa		

Yapacak olduğunuz deneye yönelik hipotez ve değişkenlerinizi belirleyiniz.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Gözlemlerim:

Sanal laboratuvardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız. Cismi aynaya doğru yaklaştırıp veya uzaklaştırarak oluşacak olan görüntüleri gözlemleyiniz.

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya doldurunuz.**

	Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması	**Görüntünün düz, ters olması**
Cisim yaklaştırıldığında		
Cisim uzaklaştırıldığında		

- ***<u>Aşağıdaki soruları cevaplayınız.</u>***

1) Tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlikler ve farklılar nelerdir?

……
……
……

2) Düz aynada oluşan görüntünün özellikleri nelerdir?

Düz aynada……

3) Mumu aynaya yaklaştırınca görüntüde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

4) Mumu aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

5)Gözlemleriniz sonucunda tümsek aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

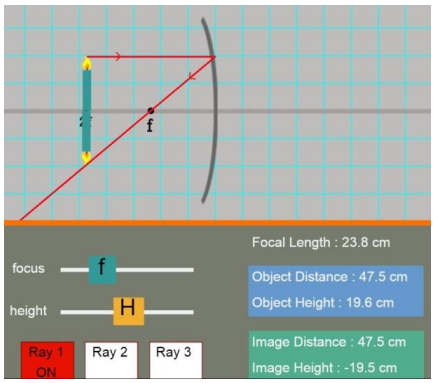
……
……
……

6)Elde ettiğiniz sonuçlara göre tümsek ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır? Neden?

……
……
……

Çukur Aynadaki Görüntü:

Gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuvarımızda deneyimizi yapalım:



Yandaki düzenekte mumun aynaya olan uzaklığı değiştikçe, aynada oluşacak görüntünün, büyük, küçük, ters oluşuna, görüntünün boyunun cismin boyundan büyük, küçük ve eşit olmasına ilişkin tahminlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.

Tahminlerim:

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Mum yaklaştırılırsa		
Mum uzaklaştırılırsa		

Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Gözlemlerim:

Sanal laboratuvardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız. Ardından üst taraftaki "Lens" bölümüne tıklayarak aynayı seçiniz.

-Focal Lenght :*Aynanın odak noktasını ifade etmektedir.*
-Object Distance: *Mumun aynaya uzaklığını ifade etmektedir.*
-Object Height : *Mumun boy uzunluğunu ifade etmektedir.*
-Object Distance: *Mumun görüntüsünün aynaya uzaklığını ifade etmektedir.*
-Object Height : *Mumun görüntüsünün boyunun uzunluğunu ifade etmektedir.*

Mumu aynaya doğru yaklaştırıp veya uzaklaştırarak oluşacak olan görüntüleri gözlemleyiniz.

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya doldurunuz.**

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Mum yaklaştırıldığında		
Mum uzaklaştırıldığında		

- ***Aşağıdaki soruları cevaplayınız.***

1) Tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

……
……
……

2) Mumu aynaya yaklaştırınca görüntüde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

3) Mumu aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

4) Mumun boyu ile görüntüsünün boyu hangi durumda eşit oldu?

……
……
……

6)Gözlemleriniz sonucunda çukur aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

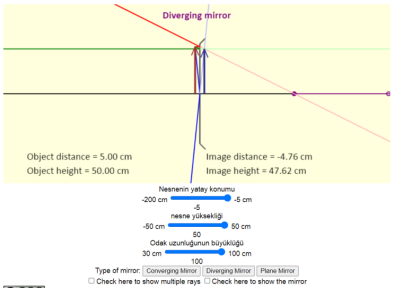
……
……
……
……
……

7)Elde ettiğiniz sonuçlara göre çukur ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır?

……
……
……

Tümsek Aynadaki Görüntü:

Gruplarımıza ayrılalım ve sanal laboratuvarımızda deneyimizi yapalım:



Yandaki düzenekte cismin aynaya olan uzaklığı değiştikçe, aynada oluşacak görüntünün, büyük, küçük, ters oluşuna, görüntünün boyunun cismin boyundan büyük, küçük ve eşit olmasına ilişkin tahminlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.

Tahminlerim:

	Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Cisim yaklaştırılırsa		
Cisim uzaklaştırılırsa		

Yapacak olduğunuz deneye yönelik hipotez ve değişkenlerinizi belirleyiniz.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Gözlemlerim:

Sanal laboratuvardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız. Ardından "Diverging Mirror" a tıklayarak tümsek aynayı seçiniz.

-Horizontal position of the object: Cismin aynaya olan uzaklığı

- Object height: Cismin boyu

- Magnitude of the focal length: Odak uzaklığı

Cismi "**Horizontal position of the object** " bölümündeki çizgiyi sürükleyerek aynaya doğru yaklaştırıp veya uzaklaştırarak oluşacak olan görüntüleri gözlemleyiniz.

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya doldurunuz.**

	Görüntünün boyunun cisimden büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Cisim yaklaştırıldığında		
Cisim uzaklaştırıldığında		

- ***<u>Aşağıdaki soruları cevaplayınız.</u>***

1) Tahminlerin ve gözlemlerin arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

……
……
……

2) Cismi aynaya yaklaştırınca görüntüde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

3) Cismi aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

4)Gözlemleriniz sonucunda tümsek aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

……
……
……

5)Elde ettiğiniz sonuçlara göre tümsek ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır?

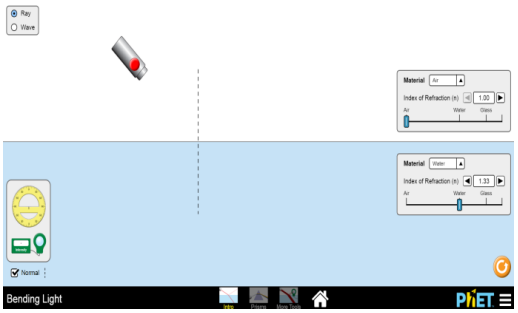
……
……
……

IŞIĞA NELER OLUYOR

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi sanal laboratuvarda yapalım

I. aşama:

Deneyin yapılışı:



- Saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
  - Intro butonuna tıklayınız.
  - Lazerin yönünü seçin *(sabit)* .
  - Malzemenin ortamını seçin (su, cam, hava)
  - Lazeri açmak için kırmızı daireye basın. Işığın izleyeceği yola ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
  - Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminlerim:

……..……..

……

- **Hipotezlerinizi yazınız ve değişkenlerinizi belirleyiniz.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Neler Gözlemlediniz?

- **Havada yayılan ışık, suyun içinden geçerken nasıl bir yol izledi? Neden? Arkadaşlarınızla tartışınız.**

……..……..

……

- **Tahminleriniz ile gözlemleriniz benzerlik ya da farklılık gösterdi mi? Sonuçlarınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.**

……..……..

……

IŞIĞIN KIRILMASI

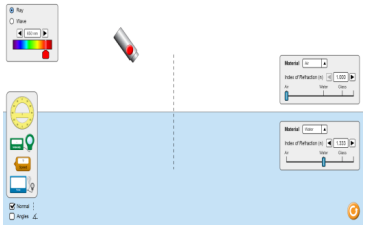
I. Aşama

<u>Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi sanal laboratuvarda yapalım</u>

I. aşama: (Az yoğundan ortamdan çok yoğun ortama geçiş)

<u>Deneyin yapılışı:</u>

<u>Deneyin yapılışı:</u>



- Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine yönelik tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından bu etkinlik için bir hipotez cümlesi kurunuz ve değişkenlerinizi belirleyiniz.
- More tools butonuna tıklayınız.
- Lazerin yönünü seçin *(sabit)* .
- Az yoğundan çok yoğun ortama geçiş düzenekleri kurunuz.
- Angles butonuna tıklayınız.
- Lazeri açmak için kırmızı daireye basın.
- Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçiş düzeneklerini hazırlayarak gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Edilen Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Hava → Su			
Hava → Cam			
Su → **Cam**			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……..……..

……

Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……..……..

……

II. Aşama: (Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş)

Deneyin yapılışı:

- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine yönelik tahminlerinizi tahminim bölümüne yazınız.
- Ardından bu etkinlik için bir hipotez cümlesi kurunuz ve değişkenlerinizi belirleyiniz.
- 1. Ortamı cam 2. Ortamı hava seçiniz.
- Angles butonuna tıklayınız. Gelme açısını 40' yapınız. Gözlemleyiniz.
- Ardından 1. Ortamı Su, 2. Ortamı hava seçip, gelme açısını 40' yapınız. Gözlemleyiniz

- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş düzeneklerini hazırlayarak gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Edilen Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Cam → Hava			
Cam → Su			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

1) Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……..……..

……

Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……..……..

……

III. Aşama : (Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçişte sınır açısı)

- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçen ışığın gelme açısının ışığın izleyeceği yola etkisine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Ardından bu etkinlik için bir hipotez cümlesi kurunuz ve değişkenlerinizi belirleyiniz.
- More tools butonuna tıklayınız.
- Lazerin yönünü seçin *(sabit)* .
- 1. Ortamı su , ikinci ortamı hava seçiniz. Gelme açılarını sırasıyla 40',48' ve 60' yapınız. Gözlemleyiniz.
- Ardından 1. Ortamı cam, ikinci ortamı hava seçiniz. Gelme açılarını sırasıyla 40',42' ve 60' yapınız. Gözlemleyiniz.
- Angles butonuna tıklayınız.
- Lazeri açmak için kırmızı daireye basın.

- Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Edilen Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Su → Hava			
Cam → Hava			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

1) Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……

……

2) Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……..……..

……

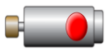
IŞIK MERCEKLERDE NASIL KIRILIR?

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi sanal laboratuvarda yapalım

Deneyin yapılışı:

Sanal laboratuvardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız.

- Merceklere gönderilen ışık demetleri nasıl bir yol izleyecektir? Tahminlerinizi aşağıdaki tahminlerim bölümüne kaydediniz.
- Kırmızı butona basarak ışık demetlerini göndererek gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne kaydediniz.
- Tahmin ve gözlemlerinizi karşılaştırınız ve aşağıdaki bölüme yazınız.
- Ardından aynı işlemleri kalın kenarlı mercek için de gerçekleştiriniz.
- İnce ve kalın kenarlı mercekte ışık demetlerinin toplandığı yerleri gözlemleyiniz.
- Merceklere gelen ve merceklerden geçen ışık demetlerini defterinize "Işık, Merceklerde Nasıl Kırılıyor? Etkinliği" başlığı altında çiziniz.





- **Deneyinize ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Edilen Değişken:

	Tahminim	Gözlemim
İnce kenarlı mercek	……	……
Kalın kenarlı mercek	……	……

Tahminim ve Gözlemimim arasındaki benzerlik ve farklılıklar……
……

……

Neler Gözlemlediniz?

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

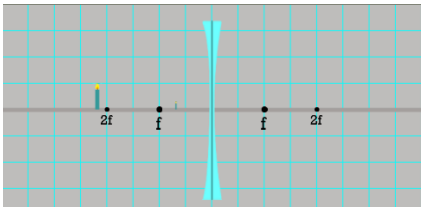
- İnce kenarlı mercekten geçen ışık demetleri nasıl bir yol izledi?

- Kalın kenarlı mercekten geçen ışık demetleri nasıl bir yol izledi?

MERCEKLERİN ODAK NOKTASINI BELİRLEYELİM

Sanal laboratuvardaki linke tıklayarak deney yapacağımız uygulamaya geçiş yapınız.

- Merceklere gönderilen ışık demetlerinin toplandıkları yere ilişkin tahminlerinizi aşağıdaki tahminlerim bölümüne kaydediniz.
- Converging (ince kenarlı mercek) bölümüne tıklayınız.
- Mumdan merceğe gönderilen ışık demetlerinin toplandığı yeri bulunuz ve mercekten uzaklığı gözlemlerim bölümüne yazınız. Mumu merceğe yakınlaştırıp uzaklaştırarak ışık demetlerinin toplandığı yere ait değişimleri kaydediniz.



- Tahmin ve gözlemlerinizi karşılaştırınız ve aşağıdaki bölüme yazınız.
- Ardından aynı işlemleri Diverging bölümüne tıklayarak kalın kenarlı mercek için de gerçekleştiriniz.

- **<u>Deneyinize ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.</u>**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Edilen Değişken

	Tahminim	Gözlemim
İnce kenarlı mercek	……	……
Kalın kenarlı mercek	……	……

Tahminim ve Gözlemimim arasındaki benzerlik ve farklılıklar……

……

……

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Gözlemlerinize dayanarak merceklerin odak noktalarını nasıl belirleyebilirsiniz? Tartışınız.

- Yapmış olduğunuz deneye göre ince kenarlı merceğin odak noktasını çiziniz.

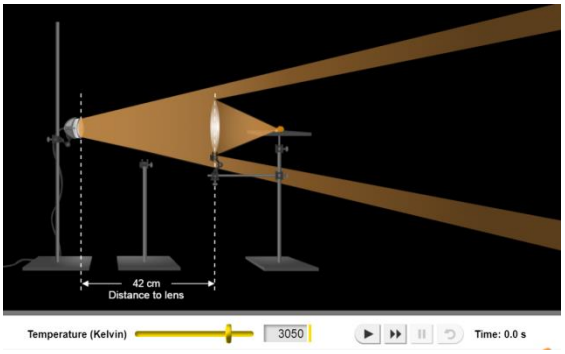
- Yapmış olduğunuz deneye göre kalın kenarlı merceğin odak noktasını çiziniz.

MERCEKLER NELER YAPABİLİR?

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi sanal laboratuvarda yapalım

Deneyin yapılışı:

- Yandaki deney düzeneğinde Güneş ışığının mısır tanesi üzerinde nasıl bir etkisi olacağını tahminlerim bölümüne yazınız.
- Play tuşuna basarak gerçekleşen olayları gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız.
- Aynı işlemleri bu kez cam şişe kullanarak yapınız ve gözlemlerinizi "Mercekler Neler Yapabilir? Etkinliği" başlığı altında defterinize kaydediniz.



Tahminlerim:

……..……..

……

Gözlemlerim:

……..……..

……

Tahminlerim ve gözlemlerim arasındaki benzerlik ve farklılıklar:

……..……..

……

Neler Gözlemlediniz?

- **Mercek ile mısır üzerinde odaklayıp beklettiğinizde nasıl bir değişim oldu?**

……

……..……..

- **Düzenekte hangi mercek kullanılmıştır?**

……

……..……..

- **Yapmış olduğunuz gözlemlerinize dayanarak ormanlık alanlara atılan cam şişeler ne gibi tehlikelere neden olabilir? Açıklayınız.**

……..……..

……

EK 15. Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Öğretim Programına Dayalı Uygulamalar İçin Geliştirilen Çalışma Yaprakları

SICAKLIKLARI DEĞİŞTİ Mİ?

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

Gerekli Malzemeler

- Özdeş cam bardak (2 adet)
- Termometre
- Saat
- Bir sürahi su

- Sürahiden bardaklara eşit miktarda su doldurunuz. Bardaklardaki suyun sıcaklıklarını termometre yardımıyla ölçünüz. Ölçtüğünüz değerleri tabloya yazınız
- Bardaklardan birini Güneş alan bir yere diğerini gölge bir yere koyduğunuzda son sıcaklıklarına ait tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Suların sıcaklıklarını 30 dakika sonra tekrar ölçüp elde ettiğiniz değerleri gözlemlerim bölümüne yazınız.

- **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotezlerinizi yazınız ve değişkenlerinizi belirleyiniz.**

Hipotezim:

Bağımsız Değişken:
Bağımlı Değişken:
Kontrol edilen değişken:

- ***Yapmış olduğunuz deneyden nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

Tahminim:

Gözlemlerim:

Ortam	İlk sıcaklık	Son sıcaklık
Güneşli		
Gölge		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:
……
……

IŞIĞIN SOĞRULMASI

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

- Dereceli silindirle beherglasların içine 200 ml su koyunuz.
- I. beherglasa 4 damla siyah mürekkep, II. beherglasa 4 damla kırmızı mürekkep damlatarak kaşıkla karıştırınız.
- İlk sıcaklıklarını termometre ile ölçüp, tabloya yazınız
- Beherglasları aynı süre Güneş'te beklettiğimizde, sulardaki sıcaklık değişimine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Suların sıcaklıklarını 30 dakika sonra tekrar ölçüp elde ettiğiniz değerleri gözlemlerim bölümüne yazınız.
- **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.**

Hipotezim:

Bağımsız Değişken:

Bağımlı Değişken:

Kontrol edilen değişken:

Tahminim:

Gözlemlerim:

Renk	İlk Sıcaklık	Son sıcaklık
Beyaz		
Kırmızı		
Siyah		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

- ***Yapmış olduğunuz deneyden nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

……..……..

……

BEYAZ IŞIK ASLINDA ÇOK RENKLİ

Tahminlerim:

- **Yandaki şekilde Gökkuşağının renklerini içeren renk çarkını döndürdüğünüzde sizce nasıl bir renk veya renkler oluşacaktır?**



……

……

- **Çarkın hızlı veya yavaş dönmesi sonucu etkiler mi? Neden?**

……

……

- **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:

Bağımsız Değişken:

Kontrol edilen değişken:

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

Etkinliğin Yapılışı

- Beyaz kartondan, 10 cm çapında bir daire kesiniz.
- Kestiğiniz daireyi cetvel ile 6 eşit dilime ayırınız.
- Her bir dilimi sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renkli kalemlerle boyayınız.
- Dairenin ortasında bir delik açınız ve kurşun kalemi bu delikten geçiriniz.
- Kurşun kalemi iki avucunuzun arasına alınız. Ellerinizi hızlıca birbirine sürterek kalemin hareket etmesini sağlayınız. Farklı hızlarda kalemin hareket ettiriniz.
- Renklerin değişimini gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi aşağıdaki gözlemlerim bölümüne yazınız.

Gerekli Malzemeler

- Boya kalemleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerde)
- Beyaz karton
- Pergel
- Makas
- Cetvel
- Kurşun kalem



Gözlemlerim:

- **Kalemi döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediniz?**

……...……..

……

- **Kalemi yavaş ve hızlı döndürdüğünüzde renklerde nasıl bir değişim gözlemlediniz?**

Yavaş döndürdüğümüzde……

Hızlı döndürdüğümüzde……

- ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

……...……..

……

- ***Yapmış olduğunuz etkinlikten nasıl bir sonuç elde ettiniz?***

……...……..

……

RENK RENK CİSİMLER

Şimdi gruplarımıza ayrılalım aşağıdaki etkinliği yapalım.

Gerekli Malzemeler

- Renk Filtreleri veya jelatin (Kırmızı, mavi, yeşil)
- Makas
- Işık kaynağı (3 adet)
- Paket lastiği (3 adet)

Etkinliğin Yapılışı:

I.Aşama:

- Kırmızı, mavi ve yeşil renkli jelatinleri ayrı ayrı ışık kaynaklarınızı kaplayacak büyüklükte kesiniz.
- Birinci ışık kaynağına kırmızı, ikincisine mavi ve üçüncüsüne yeşil jelatini paket lastiği ile sabitleyiniz.
- Kırmızı jelatin ile kaplı ışık kaynağından çıkan ışığın ne renk algılandığını gözlemleyiniz. Aynı işlemleri ayrı ayrı mavi ve yeşil ışık için tekrarlayınız.
- Ardından sırasıyla ayrı ayrı Kırmızı ve mavi, Kırmızı ve yeşil, yeşil ve mavi, kırmızı, yeşil ve mavi renk jelatinle kaplı ışık kaynaklarını aynı anda açtığımızda hangi renk olarak algılanacağını tahminlerim bölümüne yazınız.
- Deneyi gerçekleştiriniz. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız.
- **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

- **Tabloyu doldurunuz .**

Renkler	**Tahminim**	**Gözlemim**
Kırmızı ve mavi		
Kırmızı ve yeşil		
Yeşil ve mavi		
Kırmızı, yeşil ve mavi		

- ***Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:***

……
……
……

- **Işık renklerini sınıflandıracak olursak hangileri ana renk, hangileri ara renk olur? Neden?**

Ana Renkler……

Ara Renkler……

II.Aşama:

Etkinliğin Yapılışı:

- Kırmızı ışık altında mavi, yeşil ve kırmızı renkte cisimlerin ne renk görüneceğine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Aynı işlemleri mavi ve yeşil altında mavi, kırmızı ve yeşil cisimlerin ne renk görüneceğine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Deneyi yapınız. Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne yazınız.

Gerekli Malzemeler

- Renk Filtreleri veya jelatin (Kırmızı, mavi, yeşil)
- Makas
- Işık kaynağı (3 adet)
- Paket lastiği (3 adet)
- Kırmızı , mavi, yeşil renkte el işi kağıtları

- **Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Işık filtre rengi	Işık rengi	Tahminim	Gözlemim
Kırmızı	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		
Mavi	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		
Yeşil	Kırmızı		
	Mavi		
	Yeşil		

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

.....

.....

.....

.....

.....

- **Gözlemlerinize dayanarak cisimlerin üzerine aynı güneş ışığı düşmesine rağmen cisimlerin farklı görünmesini ışığın soğurulması ve yansımasıyla nasıl açıklarsınız?**

……..……..

……

- **Gözlemlerinize dayanarak Beyaz ışık altında kırmızı görünen bir cisim kendi rengi dışındaki bir ana renkle aydınlatılırsa siyah görünmesini nasıl açıklarınız?**

……..……..

……

AYNALAR VE GÖRÜNTÜ

Etkinliğin Yapılışı

1. Düz ayna önüne bir mum yerleştirdiğinizde oluşacak görüntülerin düz-ters, büyük-küçük olmaları bakımlarından tahminlerde bulunup, tahminlerim bölümüne yazınız.
2. Ardından çukur ayna önüne bir mum yerleştiriniz görüntüsünü inceleyiniz.
3. Mumu aynaya yaklaştırıp – uzaklaştırdığınızda oluşacak görüntüleri inceleyiniz ve gözlemlerinizi yazınız.
4. Ardından aynı işlemleri sırası ile çukur ve tümsek ayna için tekrarlayınız.

Gerekli Malzemeler

- Düz ayna
- Çukur ayna
- Tümsek ayna
- Cetvel
- Kurşun kalem

5. Düz ayna ile ilgili oluşacak görüntülere ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Düz ayna için tahminlerim:

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Mum aynaya yaklaştırılırsa		
Mum aynaya uzaklaştırılırsa		

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.**

Düz ayna için gözlemlerim:

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Mum aynaya yaklaştırılırsa		
Mum aynaya uzaklaştırılırsa		

<u>Aşağıdaki soruları cevaplayınız.</u>

1) Tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlikler ve farklılar nelerdir?

……
……
……..

2) Düz aynada oluşan görüntünün özellikleri nelerdir?

Düz aynada……

3) Mumu aynaya yaklaştırınca görüntüde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

4) Mumu aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……
……

5)Gözlemleriniz sonucunda tümsek aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

……
……
……

6)Elde ettiğiniz sonuçlara göre tümsek ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır? Neden?

……
……
……

Çukur Aynada Görüntü Özellikleri

Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

- **Çukur ayna için tahminlerim:**

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Mum aynaya yaklaştırılırsa		
Mum aynaya uzaklaştırılırsa		

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.**

Çukur ayna için gözlemlerim:

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Mum aynaya yaklaştırılırsa		
Mum aynaya uzaklaştırılırsa		

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1) Tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

……
……
……

2) Mumu aynaya yaklaştırınca görüntüde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……

3) Mumu aynadan uzaklaştırınca görüntüsünde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

……
……

4) Mumun boyu ile görüntüsünün boyu hangi durumda eşit oldu?

……
……

6)Gözlemleriniz sonucunda çukur aynada oluşan görüntülerin özellikleri nelerdir?

……
……

7)Elde ettiğiniz sonuçlara göre çukur ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır?

……
……

Tümsek Aynada Görüntü Özellikleri

Yapacak olduğunuz deneye ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

- **Tümsek ayna için tahminlerim:**

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Mum aynaya yaklaştırılırsa		
Mum aynaya uzaklaştırılırsa		

- **Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.**

Tümsek ayna için gözlemlerim:

	Görüntünün boyunun mumdan büyük, küçük veya muma eşit olması	**Mumun görüntüsünün düz veya ters olması**
Mum aynaya yaklaştırılırsa		
Mum aynaya uzaklaştırılırsa		

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1) Tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlikler ve farklılar nelerdir?
……
……

2) Mumu aynaya yaklaştırdığınızda ya da uzaklaştırdığınızda aynadaki görüntüler nasıl değişti?
Tümsek aynada……

3) Tümsek aynada oluşan görüntü nasıldır?
Tümsek aynada……..…

4)Elde ettiğiniz sonuçlara göre tümsek ayna sizce günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır? Neden?

……

IŞIĞA NELER OLUYOR

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi laboratuvarda yapalım

Etkinliğin Yapılışı

Gerekli Malzemeler

- Ayakkabı kutusu
- Cam kavanoz
- El feneri
- Maket bıçağı
- Su

- Ayakkabı kutusunun kısa kenarlı yan yüzeylerinden birine maket bıçağıyla ince bir yarık açınız.
- Kutudaki yarık, el fenerinin önüne gelecek şekilde kutuyu ve feneri yerleştiriniz. El fenerini açık konuma getirerek bir ışık demeti elde ediniz.
- Kavanozu su ile doldurunuz ve kutunun içinde ışık demetinin geçtiği bir yere yerleştiriniz.
- Karanlık bir ortam oluşturarak ışığın nasıl bir yol izleyeceğine ilişkin tahminlerinizi, tahminlerim bölümüne yazınız.
- Işığın izlediği yolu gözlemleyiniz ve gözlemlerim bölümüne yazınız.

Tahminlerim:

……

……

Hipotezlerinizi yazınız ve değişkenlerinizi belirleyiniz.

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol edilen değişken:

Neler Gözlemlediniz?

- **Havada yayılan ışık, kavanozdaki suyun içinden geçerken nasıl bir yol izledi? Neden? Arkadaşlarınızla tartışınız.**

……
……

- **Tahminlerim ve gözlemlerim arasındaki benzerlik ve farklılıklar:**

……
……

IŞIĞIN KIRILMASI

I. aşama: (Az yoğundan ortamdan çok yoğun ortama geçiş)

Deneyin yapılışı:

- Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine yönelik tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Aşağıdaki düzeneği kurunuz.
- Ardından optik daireyi su dolu saydam bir kaba daldırınız ve lazeri tutunuz.
- Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Gerekli Malzemeler

- Cam parçası
- Su
- Lazer
- Optik daire
- Saydam bir kap



Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Hava → Su			
Hava → Cam			
Su → Cam			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……
……

Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……
……

II. Aşama: (Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş)

Deneyin yapılışı:

- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçen ışığın nasıl bir yol izleyeceğine yönelik tahminlerinizi tahminim bölümüne yazınız.
- İlk deney düzeneğinden bu defa lazeri camdan havaya gidecek şekilde tutunuz.
- Ardından düzeneği suyun içerisine daldırınız ve lazeri camdan suya doğru tutunuz.
- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş düzeneklerini hazırlayarak gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Cam → Hava			
Cam → Su			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……
……..……..……

Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……
……..……..……

III. Aşama : (Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçişte sınır açısı)

- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçen ışığın gelme açısının ışığın izleyeceği yola etkisine ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Kurmuş olduğunu deney düzeneğini suyun içerisine daldırınız ve lazerle farklı açılarda camdan suya doğru ışık tutunuz.
- Gözlemlerinizi gözlemlerim bölümüne not ediniz.

Tahminim:

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Gözlemim:

Ortam	Gelme Açısı	Kırılma Açısı	Işığın izlediği yol
Cam → Hava			
Cam → Su			

Yoğunluk: Cam> Su> Hava

Tahminim ile gözlemimdeki benzerlik ya da farklılık:

……

……..……

Gözlemlerinize dayanarak etkinlik sonunda nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

……

……..……..……

IŞIK MERCEKLERDE NASIL KIRILIR?

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi laboratuvarda yapalım

- Merceklerin şekillerini inceleyiniz.
- El fenerinin önüne tarağı yerleştirip oyun hamuru yardımıyla masaya sabitleyiniz.
- El fenerini açarak masa yüzeyinde ışık demeti elde ediniz.
- Sınıfta karanlık bir ortam oluşturunuz. Elde ettiğiniz ışık demetlerinin önüne sırasıyla ince ve kalın kenarlı mercekleri yerleştiriniz.
- Merceklerden geçen ışık demetlerini gözlemleyiniz.

Gerekli Malzemeler

- Çeşitli şekillerde ince ve kalın kenarlı mercekler
- Saydam olmayan plastik tarak
- El feneri
- Oyun hamuru

❖ İnce kenarlı ve kalın kenarlı merceğe gönderilen ışık demetleri nasıl bir yol izleyecektir? Tahminlerinizi aşağıya yazınız. Ardından deneyi yaptıktan sonra gözlemlerinizi "Gözlemim" bölümüne yazarak tahmin ve gözlemlerinizi karşılaştırınız.

	Tahminim	Gözlemim
İnce kenarlı mercek	……	……
Kalın kenarlı mercek	……	……

Tahminim ve Gözlemimim arasındaki benzerlik ve farklılıklar……
……
……

- **Deneyinize ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Değişken:

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- İnce kenarlı mercekten geçen ışık demetleri nasıl bir yol izledi?
  ……
  ……

- Kalın kenarlı mercekten geçen ışık demetleri nasıl bir yol izledi?

……
……

MERCEKLERİN ODAK NOKTALARINI BELİRLEYELİM

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi laboratuvarda yapalım

Deneyin yapılışı:

Gerekli Malzemeler

- İnce ve kalın kenarlı mercekler
- Saydam olmayan plastik tarak
- El feneri
- A4 kâğıdı
- Cetvel

Etkinliğin Yapılışı

- El fenerinin önüne tarağı yerleştiriniz.
- El fenerini açarak masa yüzeyinde ışık demeti elde ediniz.
- İnce ve kalın kenarlı mercekleri birer A4 kâğıdının ortasına
- yerleştiriniz.
- Sınıfta karanlık bir ortam oluşturunuz. İnce kenarlı merceğin
- üzerine ışık demetleri gönderdiğinizde kırılan ışınların toplandığı noktaya ilişkin tahminlerinizi tahminlerim bölümüne yazınız.
- Işınları gönderiniz ve ışınların kesiştiği bu noktayı kâğıt üzerinde işaretleyiniz.
- Aynı işlemleri kalın kenarlı mercek için de yapınız.
- Mercekten kırılan ışınların izlediği yolu gözlemleyerek bu ışınların uzantılarının kesiştiği noktayı belirleyiniz. Bu noktayı kâğıt üzerinde işaretleyiniz.
- İşaretlediğiniz noktaların merceklere olan uzaklıklarını ölçünüz.

	Tahminim	Gözlemim
İnce kenarlı mercek	……	……
Kalın kenarlı mercek	……	……

Tahminim ve Gözlemimim arasındaki benzerlik ve farklılıklar……

……

……

- **Deneyinize ilişkin hipotez ve değişkenlerinizi yazınız.**

Hipotezim:

Bağımlı Değişken:
Bağımsız Değişken:
Kontrol Edilen Değişken:

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- **Gözlemlerinize dayanarak merceklerin odak noktalarını nasıl belirleyebilirsiniz? Tartışınız.**

- **Yapmış olduğunuz deneye göre ince kenarlı merceğin odak noktasını çiziniz**

- **Yapmış olduğunuz deneye göre kalın kenarlı merceğin odak noktasını çiziniz**

MERCEKLER NELER YAPABİLİR?

Gruplarımıza ayrılalım ve deneyimizi laboratuvarda yapalım

Deneyin yapılışı:

- Güneş ışığı alan bir yer belirleyiniz. Öğretmeninizin gözetiminde büyüteç ile Güneş ışınlarının gazete kâğıdının üzerine odaklanarak düşmesini sağlayınız. Güneş ışığının gazete kağıdının üzerinde nasıl bir etkisi olacağını tahminlerim bölümüne yazınız.
- Merceği ve gazete kâğıdını hareket ettirmeden kâğıtta bir değişim gözlemleyene kadar bekleyiniz.
- Aynı işlemleri bu kez cam şişe kullanarak yapınız ve gözlemlerinizi "Mercekler Neler Yapabilir? Etkinliği" başlığı altında defterinize kaydediniz.

Gerekli Malzemeler

- Büyüteç
- Gazete kağıdı
- Cam şişe

Tahminlerim:

……

……

Gözlemlerim:

……

……

Tahminlerim ve gözlemlerim arasındaki benzerlik ve farklılıklar:

……

……

Neler Gözlemlediniz?

- **Mercek ve cam şişe ile ışınları gazete kâğıdı üzerinde odaklayıp beklettiğinizde kâğıtta nasıl bir değişim oldu?**

……

……

- **Cam şişe hangi tür mercek gibi görev yaptı?**

……

……

- **Etkinlikten yararlanarak ormanlık alanlara bırakılan cam atıkların oluşturacağı tehlikelerin neler olabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.**

……

……

EK 16. Meb Araştırma İzni

T.C.
İSTANBUL VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

17/05/2022

Sayı : E-59090411-20-49832304
Konu : Anket ve Araştırma İzni (Ceyda BALCI ÇÖMEZ)

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarihli ve 2020/2 sayılı genelgesi.
b) Marmara Üniversitesinin 20.04.2022 tarihli ve 269428 sayılı yazısı.
c) Müdürlüğümüz Araştırma ve Anket Komisyonunun 17.05.2022 tarihli tutanağı.

Araştırma Konusu	: Fen Bilimleri Dersinde Sanal ve Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarıları, Motivasyonları ve 21. Yüzyıl Becerileri Üzerine Etkisinin İncelenmesi
Araştırma Türü	: Anket
Araştırma Yeri	: Sultangazi Yunus Emre İmam Hatip Ortaokulu
Araştırma Yapılacak Kişiler	: Ortaokul Öğrencileri
Araştırmanın Süresi	: 2021 - 2022 Eğitim ve Öğretim Yılı

Yukarıda bilgileri verilen araştırmanın; 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanununa aykırı olarak kişisel veri istenmemesi, öğrenci velilerinden açık rıza onayı alınması, yüz yüze eğitime geçmiş olan kurumlarımızda, Covid-19 tedbirlerinin araştırmacı ve ilgili kurum idarelerince alınması, bilimsel amaç dışında kullanılmaması, bir örneği Müdürlüğümüzde muhafaza edilen mühürlü ve imzalı veri toplama araçlarının kurumlarımıza araştırmacı tarafından ulaştırılarak uygulanması, katılımcıların gönüllülük esasına göre seçilmesi, araştırma sonuç raporunun kamuoyuyla paylaşılmaması ve araştırma bittikten sonra 2 (iki) hafta içerisinde Müdürlüğümüze gönderilmesi, okul idarelerinin denetim, gözetim ve sorumluluğunda, eğitim ve öğretimi aksatmayacak şekilde, ilgi (a) genelge esasları dâhilinde uygulanması kaydıyla Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Menderes KAYA
İl Millî Eğitim Müdür V.

OLUR
17/05/2022
Niyazi ERTEN
Vali a.
Vali Yardımcısı

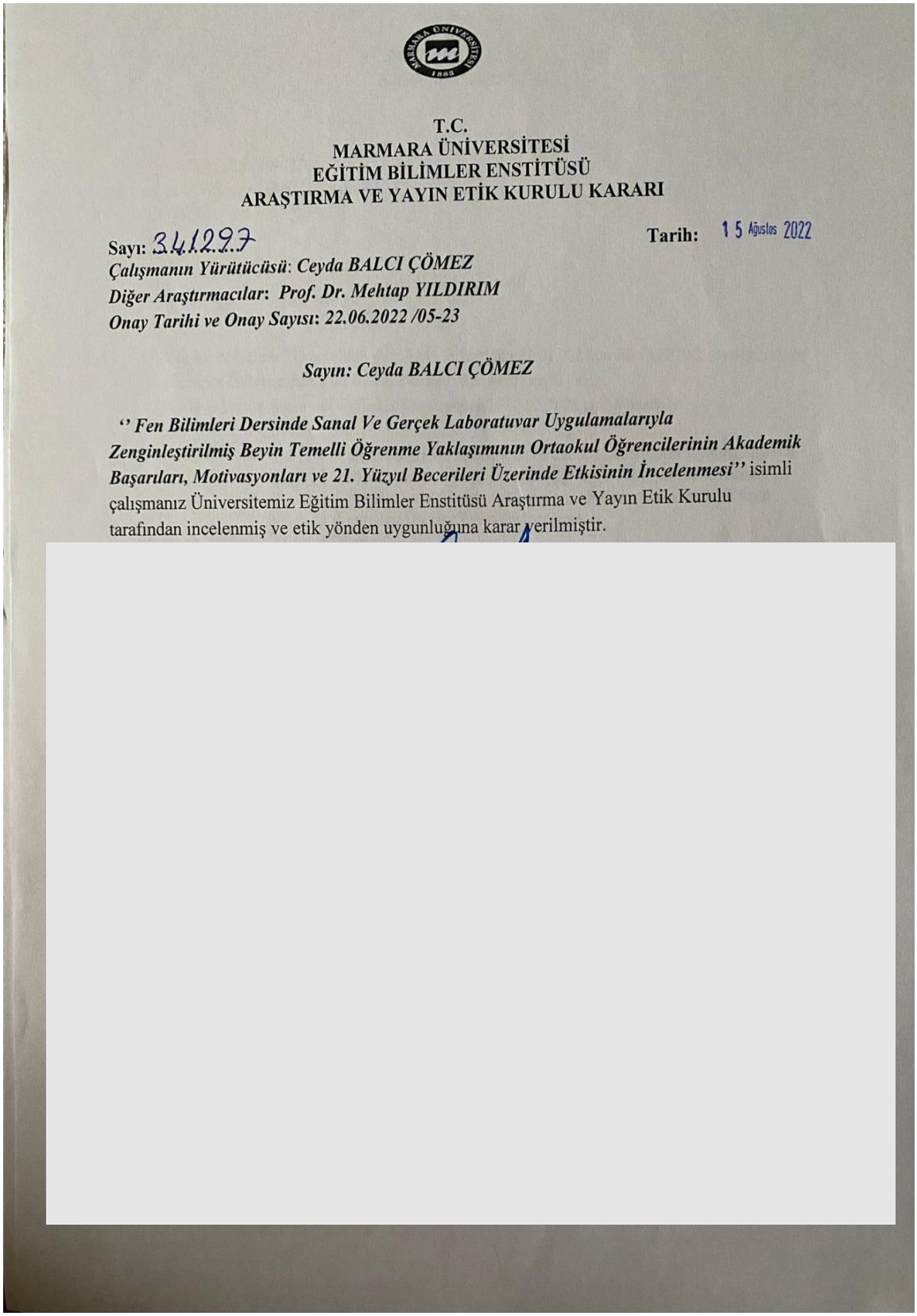
Ek:
1- İlgi (b) Yazı ve Ekleri (156 Sayfa)
2- İlgi (c) Tutanak (1 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Binbirdirek Mah. İmran Öktem Cad. No: 1 Sultanahmet Fatih İstanbul
Telefon : 0212 384 36 30
E-posta : stratejigelistirme34@meb.gov.tr
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr
Belge Doğrulama : https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Bilgi İçin : Aykut ÇELİK
Unvanı : Büro Hizmetleri
İnternet Adresi : http://istanbul.meb.gov. tr/

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 594a-4ed6-3307-b2b1-7bce kodu ile teyit edilebilir.

EK 17. Marmara Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulu Onayı



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU KARARI

Sayı: 341297 Tarih: 15 Ağustos 2022

Çalışmanın Yürütücüsü: Ceyda BALCI ÇÖMEZ
Diğer Araştırmacılar: Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM
Onay Tarihi ve Onay Sayısı: 22.06.2022 /05-23

Sayın: Ceyda BALCI ÇÖMEZ

'' Fen Bilimleri Dersinde Sanal Ve Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarıları, Motivasyonları ve 21. Yüzyıl Becerileri Üzerinde Etkisinin İncelenmesi'' isimli çalışmanız Üniversitemiz Eğitim Bilimler Enstitüsü Araştırma ve Yayın Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.

EK 18. Veli Onam Formu

Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, "Fen Bilimleri Dersinde Sanal ve Gerçek Laboratuvar Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarıları, Motivasyonları ve 21. Yüzyıl Becerileri Üzerine Etkisinin İncelenmesi" adıyla, 4 Nisan- 10 Haziran 2022 tarihleri arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Bu araştırmada farklı öğretim yönteminin (beyin temelli öğrenme/ öğretim programı esas alınarak gerçekleştirilen öğrenme ve laboratuvar uygulamalarının (sanal/ gerçek) ışığın maddeyle etkileşimi ünitesinin öğretilmesinde 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, motivasyonlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Araştırma Uygulaması: Anket ve Görüşme şeklindedir.

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı'nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleşmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı **tamamen sizin isteğinize bağlıdır**, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmamama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilemeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Uygulamalar, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gereken yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz çalışmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, çalışmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli olacaktır. Anket

çalışmasına katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz.

Saygılarımızla,

Araştırmacı : Ceyda BALCI ÇÖMEZ

İletişim bilgileri :

Velisi bulunduğum ..... sınıfı ..... numaralı öğrencisi ..... ……..'in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum. (Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz*).

..../...../...

.....

İsim-Soyisim İmza

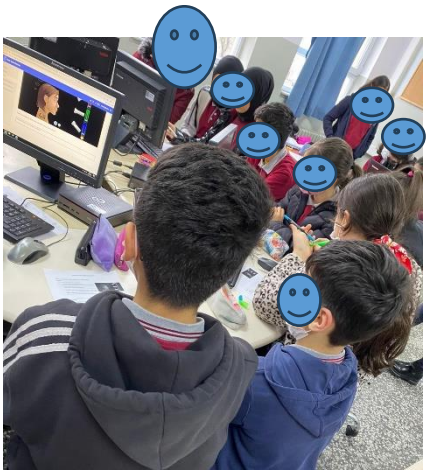
Veli Adı-Soyadı :

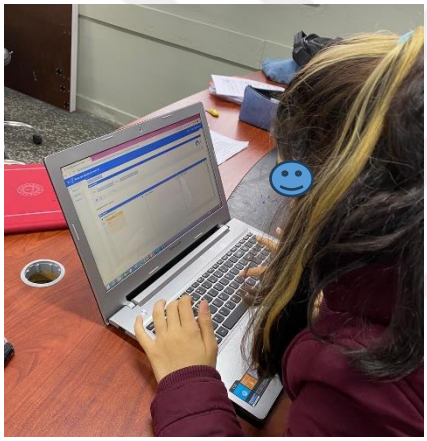
Telefon Numarası :

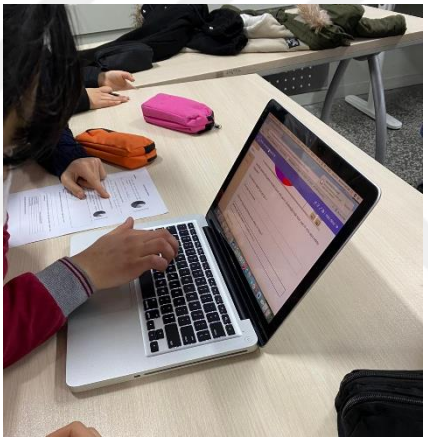
EK 19. UYGULAMAYA İLİŞKİN ÖĞRENCİ FOTOĞRAFLARI

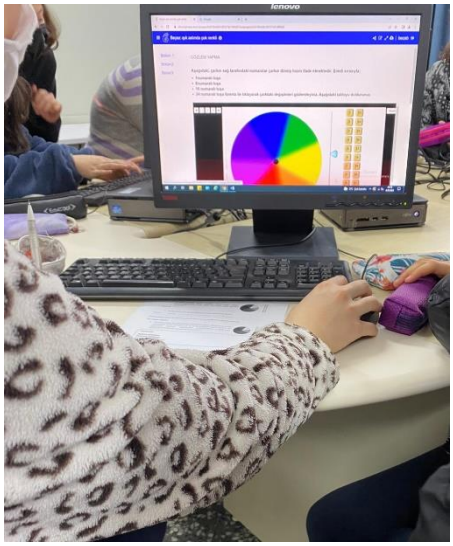
BTÖS GRUBU







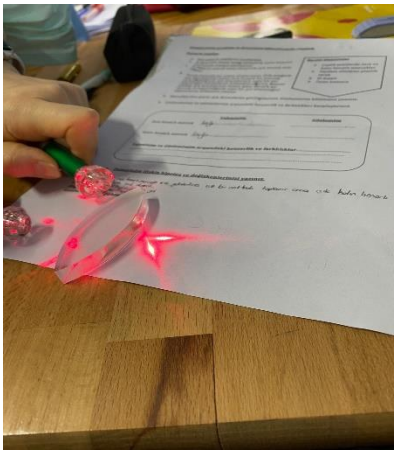






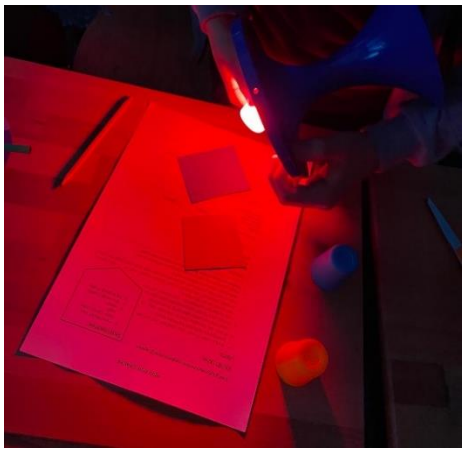
BTÖL GRUBU

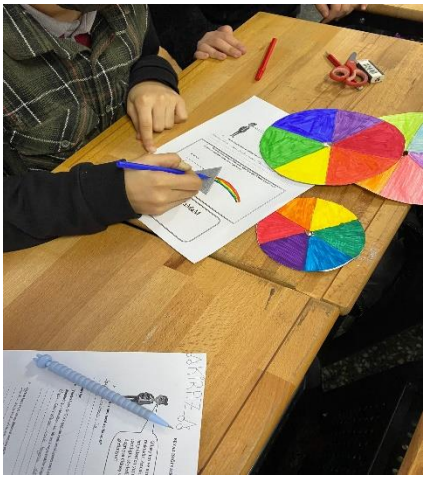




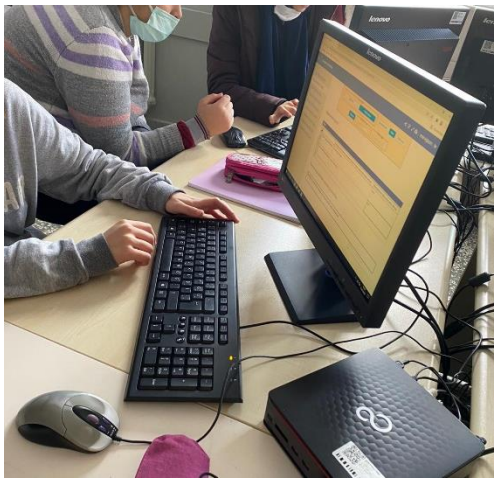


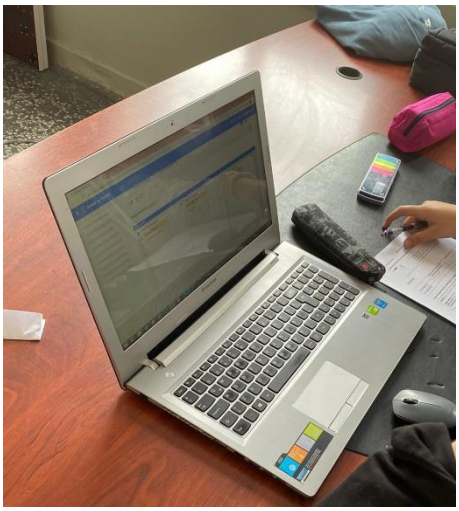






ÖPS Grubu





ÖPL Grubu

