T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

FEN ÖĞRETİMİNDE DİSİPLİNLERARASI ENTEGRASYONUN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ, AKIL YÜRÜTME BECERİLERİ VE KAVRAMSAL ANLAMA DÜZEYLERİNE ETKİSİ

AYŞEGÜL KARAPINAR

İzmir
2023

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

FEN ÖĞRETİMİNDE DİSİPLİNLERARASI ENTEGRASYONUN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ, AKIL YÜRÜTME BECERİLERİ VE KAVRAMSAL ANLAMA DÜZEYLERİNE ETKİSİ

AYŞEGÜL KARAPINAR

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ali Günay BALIM

İzmir
2023

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum "Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Entegrasyonun Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri, Akıl Yürütme Becerileri ve Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkisi" adlı çalışmanın içerdiği fikri izinsiz başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve *intihal içermediğini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

09/08/2023

Ayşegül KARAPINAR

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 07/09/2023

Tez Başlığı: Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Entegrasyonun Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri, Akıl Yürütme Becerileri ve Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 180 sayfalık kısmına ilişkin, 07/09/2023 tarihinde **tez danışmanım tarafından** Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (Turnitin-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen **filtreleme tiplerinden biri** (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin **benzerlik oranı % 11'dir.**

- http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/ adresindeki Tez İntihal Analiz Programı Kullanım Kılavuzunu okudum **X**

Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15) ■ **Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30)** □

□ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, □ Kaynakça hariç, □ Alıntılar dâhil, □ Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.	□ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, □ Kaynakça dâhil, □ Alıntılar dâhil.
EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. x **EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde.** x	

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmasının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : **Ayşegül KARAPINAR**
Öğrenci No : [redacted]
Anabilim Dalı : **İlköğretim Anabilim Dalı**
Programı : **Fen Bilgisi Öğretmenliği Doktora**
Statüsü : Yüksek Lisans □ Doktora **X**

ÖĞRENCİ
Ayşegül KARAPINAR
07.09.2023

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ali Günay BALIM
07.09.2023

Açıklamalar

1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu (□) işaretleyerek doldurunuz.

Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine başvurunuz.

2: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu" formu tezin ciltlenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.

3: Tez savunmasında düzeltme alınması durumunda bu form güncellenerek yeniden hazırlanır.

4: Turnitin-Tez İntihal Analiz Programına yüklerken Dosya Başlığı (document title) olarak tez başlığının tamamı, Yazar Adı (author's first name) olarak öğrencinin adı, Yazar Soyadı (author's last name) olarak öğrencinin soyadı bilgisini yazınız.

TEŞEKKÜR

Doktora sürecine başladığım ilk andan sonuçlandırıncaya kadar geçen zaman içinde bana destek olan, katkı sunan ve emeği geçen herkese teşekkürü bir borç bilirim. Öncelikle bu süreç boyunca bilgi ve deneyimiyle yanımda olan, danışmandan öte bana mentörlük yapan, karşılaştığım her zorlukta desteğini esirgemeyen, güçlükler karşısında bana inanan, yönlendiren, bu çalışmanın her aşamasında yanımda olan, akademik hayatımda bana ışık olan çok değerli hocam ve danışmanım *Prof. Dr. Ali Günay BALIM*'a bana kattıkları için içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca bazen bir adım bazen de bir telefon kadar yakınımda olan, Tez İzleme Komitesi Üyelerinden hocalarım *Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU*'na ve *Prof. Dr. Suat TÜRKOĞUZ*'a değerli görüşleri ile beni yönlendirmeleri ve çalışmama sağlamış oldukları katkılarından dolayı teşekkür ederim. Savunma aşamasında çalışmama değerli görüşleriyle katkıda bulunan ve doktora tezimin olgunlaşmasında bana destek olan değerli hocalarım *Prof. Dr. Nilgün YENİCE* ve *Doç. Dr. Ümmühan ORMANCI*'ya çok teşekkür ederim.

Doktora sürecim boyunca manevi desteklerini esirgemeyen *Prof. Dr. Fatma ŞAŞMAZ ÖREN, Dr. Öğr. Üyesi Ertuğ EVREKLİ, Dr. Öğr. Üyesi Erkan ÖZCAN, Dr. Öğr. Üyesi Gülbin KIYICI, Dr. Öğr. Üyesi Hamide KILIÇ, Dr. Feride ŞAHİN, Dr. Serdar AKBULUT, Dr. Sinan BEKMEZCİ, Arş. Gör. Emrullah ŞERENLİ, Arş. Gör. Sultan SARI GERÇEK* ve değerli arkadaşım *Dr. Sıla BALIM*, uygulamaları gerçekleştirdiğim okulun idarecileri ve uygulama öğretmenime teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen, her koşulda hep yanımda olan, çalışmayı, sabretmeyi, vazgeçmemeyi öğreten değerli *AİLEME* destekleri ve varlıkları için çok teşekkür ederim.

Doktora eğitimim boyunca sunduğu burs imkânıyla çalışmama sağladığı katkılardan dolayı TÜBİTAK 2211 Yurtiçi Lisansüstü Burs Programı'na teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET x
ABSTRACT xii
BÖLÜM I 1
GİRİŞ 1
1.1. Problem Durumu 1
1.2. Amaç ve Önem 4
1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri 8
1.4. Sınırlılıklar 8
1.5. Varsayımlar 9
1.6. Tanımlar 9
Simgeler ve Kısaltmalar; 10
BÖLÜM II 11
KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 11
2.1. Fen Eğitiminde Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Stratejisi 11
2.2. Disiplinlerarası Yaklaşım 14
2.3. Öğrenme ve Disiplinlerarası Yaklaşım 17
2.4. Fen Bilimlerinin Doğası ve Disiplinlerarası Yaklaşım 18
2.5. Bilimsel Süreç Becerisi 21
2.6. Akıl Yürütme Becerisi 23
2.7. Kavramsal Anlama 26
2.8.1. Disiplinlerarası Entegrasyon ile ilgili Çalışmalar 28
2.8.2. Bilimsel Süreç Becerisi ile ilgili Çalışmalar 34
2.8.3. Akıl Yürütme Becerisi ile ilgili Çalışmalar 38
2.8.4. Kavramsal Anlama ile ilgili Çalışmalar 49
BÖLÜM III 55
YÖNTEM 55

3.1. Araştırmanın Modeli / Deseni 55
3.1.1. Araştırmanın Bağımlı ve Bağımsız Değişkenleri 57
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu 57
3.3. Veri Toplama Araçları 58
3.3.1. Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği 58
3.4. Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi 59
3.4.1. Akıl Yürütme Becerisi Testi 59
3.4.2. Kavramsal Anlama Testi 66
3.4.3. Yarı-Yapılandırılmış Görüşmeler 75
3.5. Araştırma Süreci 76
3.6. Ders Planı ve Materyallerin Tasarım Süreci, Etkinliklerin Geliştirilmesi 77
3.9. Verilerin Analizi 84
BÖLÜM IV 90
BULGULAR 90
4.1. Nicel Verilere Yönelik Bulgular 90
4.1.1. BSB Testine İlişkin Bulgular 90
4.1.1.1. D-K Öğrencileri BSB Testine İlişkin Betimsel İstatistik Bulguları 90
4.1.1.2. DG ve KG Öğrencileri BSB Ön Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular 92
4.1.1.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası BSB Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular 93
4.1.1.4. Deney Grubu Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası BSB Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular 94
4.1.1.5. D-K Öğrencileri BSB Son Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular 95
4.1.2. Akıl Yürütme Becerisi Testine İlişkin Bulgular 97
4.1.2.1. DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerisi Testi Puanlarına Ait Betimsel İstatistik Bulguları 97
4.1.2.2. DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerisi Ön Test Puanlarına Ait Bulgular…. 98

4.1.2.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası Akıl Yürütme Becerisi Testi Bulguları 99

4.1.2.4. DG Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası Akıl Yürütme Becerisi Testine İlişkin Bulgular…. 100

4.1.2.5. DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerisi Son Test Bulguları 101

4.1.3. Kavramsal Anlama Testine İlişkin Bulgular 103

4.1.3.1. DG ve KG Öğrencilerinin KAT Ön Test-Son Test Puanları Betimsel İstatistik Bulguları …. 103

4.1.3.2. DG ve KG Öğrencilerinin KAT Ön Test Sonuçlarına İlişkin Bulguları 104

4.1.3.3. KG Öğrencilerinin Deney Öncesi ve Sonrası Kavramsal Anlama Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular 105

4.1.3.4. DG Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası Kavramsal Anlama Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular 106

4.1.3.5. Gruplardaki Öğrencilerin Kavramsal Anlama Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular…. 107

4.2. Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Entegrasyona Yönelik Etkinliklerin Kullanımı Hakkında Öğrenci Görüşlerine Yönelik Bulgular 107

BÖLÜM V 121

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER 121

5.1. Tartışma 121

5.1.1. BSB Testi Bulgularına İlişkin Tartışma 121

5.1.2. Akıl Yürütme Becerisi Testi Bulgularına İlişkin Tartışma 124

5.1.3. Kavramsal Anlama Testi Bulgularına İlişkin Tartışma 128

5.1.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Bulgularına İlişkin Tartışma 130

5.2. Sonuç ve Öneriler 133

KAYNAKÇA 137

EKLER 175

EK 1. Öğrencinin Akademik Özgeçmişi 175

EK 2. Uygulama İzinleri 177

EK 3. Etik İzin 178

EK 4. Okul İzinleri 179
EK 5. Ölçme Araçlarının Uygulanma İzinleri 180
EK 6. Etkinlikler 1 181
EK 7. Etkinlikler 2 187
EK 8. Etkinlikler 3 198
EK 9. Etkinlikler 4 204
EK 10. Etkinlikler 5 212
EK 11. Kavram Haritası 218
EK 12. Alan Yazın Kavram Yanılgıları 220
EK 13. Uzman görüşü soru örneği 222
EK 15. D-K Test Puanları Dağılımı 225
EK 16. Bilimsel Süreç Becerisi Testi 229
EK 17. Akıl Yürütme Becerisi Testi 235
EK 18. Kavramsal Anlama Testi 242
EK 19. Görüşme Soruları 249
EK 20. Uygulamalardan Görseller 250

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 *NGSS'nin Sekiz Adımda Uygulama Önerisi: Fen (Bilim) ve Mühendislik Arasındaki Fark*..... 13
Tablo 2 *Araştırma Modelinin Simgesel Görünümü* 56
Tablo 3 *Çalışma Grubunun Özellikleri*..... 58
Tablo 4 *Akıl Yürütme Becerisi Testi için Ölçülen 60 Kişinin Ölçüm Değerleri (Ekstrem Olmayan)* 63
Tablo 5 *Akıl Yürütme Becerisi Testi için Madde Ölçüm Raporları* 64
Tablo 6 *Akıl Yürütme Becerisi Testi Rasch Derecelendirme Ölçeği Modeli Sonuçları*..... 65
Tablo 7 *Kavramsal Anlama Testi Soruları Yenilenen Bloom Taksonomisine Yönelik Dağılımı* 69
Tablo 8 *Ölçülen 87 Kişinin Özeti*..... 71
Tablo 9 *Madde Ölçüm Raporları*..... 72
Tablo 10 *Rasch Derecelendirme Ölçeği Modeli (Rasch RSM) Sonuçları* 73
Tablo 11 *Uygulama Süreci ve Kullanılan Etkinlikler* 83
Tablo 12 *Grupların Ölçek Puanları Normallik Dağılımı* 85
Tablo 13 *Deney ve Kontrol Grubuna Uygulanan Ölçeklerin İstatistiksel Analizleri* 86
Tablo 14 *DG ve KG Öğrencilerinin BSB Testine Ait İstatistiksel Bilgileri* 90
Tablo 15 *BSB Testi ve Alt Faktörlerine Yönelik Gruplar Arası t Testi Bulguları* 91
Tablo 16 *BSB Üst Düzey Alt Becerisi Son Test Ancova Sonuçları* 92
Tablo 17 *DG ve KG Öğrencileri BSB Ön Test Puanları için Bağımsız Gruplar t Testi Sonuçları* 93
Tablo 18 *KG Öğrencilerinin BSB Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular*..... 94
Tablo 19 *Deney Grubu Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası BSB Testi Puanları Sonuçları* 94
Tablo 20 *BSB Testi Puanlarının Gruplara Göre Betimsel İstatistikleri* 95
Tablo 21 *BSB Testi Ancova Sonuçları* 96
Tablo 22 *DG ve KG Öğrencileri Akıl Yürütme Becerilerine Ait İstatistiksel Bilgiler* 97
Tablo 23 *DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerileri Açısından Bulundukları Düzeye Ait İstatistiksel Bilgiler* 98
Tablo 24 *DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerisi Ön Test Puanlarına Ait Bulgular* 99
Tablo 25 *KG Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası Akıl Yürütme Becerisi Testi Analiz Sonuçları*..... 99

Tablo 26 *DG Deney Öncesi- Sonrası Akıl Yürütme Becerisi Testi t Test Sonuçları* 100
Tablo 27 *Akıl Yürütme Becerisi ANCOVA Betimsel Bulgular* 101
Tablo 28 *Akıl Yürütme Becerisi Testi ANCOVA Sonuçları* 102
Tablo 29 *DG ve KG Öğrencilerinin KA Düzeyi İstatistiksel Bilgileri* 103
Tablo 30 *DG ve KG Öğrencilerinin KA Açısından Bulundukları Düzeye Ait İstatistiksel Bilgileri* 104
Tablo 31 *DG ve KG Öğrencilerinin KAT Ön Test Puanları için Bağımsız Gruplar t Testi Sonuçları* 104
Tablo 32 *KG Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası KAT Puanlarının İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları* 105
Tablo 33 *DG Öğrencilerinin Deney Öncesi- Sonrası KAT Puanlarının İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları* 106
Tablo 34 *Gruplardaki Öğrencilerin KAT Son Test Puanları Bağımsız Gruplar t-Testi Bulguları* 107
Tablo 35 *'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesi İşlenirken Yapılan Etkinlikler Hakkında Neler Düşünüyorsunuz? En Çok Neler Dikkatinizi Çekti? Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekansı ve Yüzde Değerleri* 108
Tablo 36 *Fen Derslerinde İşlediğiniz Diğer Ünitelerle 'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesinin İşlenişi Arasında Ne Gibi Farklılıklar Gözlemlediniz? Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri* 111
Tablo 37 *'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesi İşlenirken Yaptığınız Etkinliklerden En Çok Hoşunuza Giden Etkinlik/Etkinlikler Hangileriydi? Bu Etkinlik/Etkinliklerin Hoşunuza Gitmesinin Nedeni Nedir?' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri* 112
Tablo 38 *'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesini Öğrenirken Yaptığınız Etkinlik ve Çalışmaların Size Ne Gibi Faydaları Olduğunu Düşünüyorsunuz?' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri* 115
Tablo 39 *'Yapılan Uygulamada/Çalışmada Değişiklik Yapmak İsteseniz, Neleri Devam Ettirir, Neleri Değiştirirdiniz? Nedenini Açıklar Mısınız?' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri* 116
Tablo 40 *'Fen Bilimleri Derslerinin Bu Şekilde İşlenişi Derse Yönelik Görüş, Duygu ve Düşüncelerinizi Değiştirdi Mi? Neden? (Duygular Açısından Hoşlanma/Hoşlanmama, İlginizin Artması/İlginizin Azalması vb.)' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri* 117

Tablo 41 *Soruya Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri* 119
Tablo 42 *'Fen Bilimleri Dersinin 'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesinde Derslerin Bu Şekilde İşlenmesi Sürecinde Eksik Gördüğünüz Yönler-Yaşadığınız Sorun ve Zorluklar Var Mıydı? Varsa Neler Olduğunu Açıklar Mısınız?' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri* 120

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 STEM Entegrasyonunun Eğik Düzlemi (English, 2016)……16
Şekil 2 Araştırmanın Deseni……56
Şekil 3 Araştırma Deseni ve İzlenen Süreç……57
Şekil 4 Akıl Yürütme Becerisi Testi Geliştirme Aşamaları……59
Şekil 5 Kavramsal Anlama Testinin Geliştirilme Aşamaları……..67
Şekil 6 Disiplinlerarası Öğretim İçin Yedi Aşamalı Model (Roberts & Kellough, 2000)……77
Şekil 7 Disiplinlerarası Entegrasyona Dayalı Fen Öğretimi ile Bilimsel Süreç Becerileri Değişkenleri İçin Saçılma Diyagramı 96
Şekil 8 Disiplinlerarası Entegrasyona Dayalı Fen Öğretimi ile Akıl Yürütme Becerisi Değişkenleri İçin Saçılma Diyagramı 102
Şekil 9 Öğrencilerin Yapılan Uygulama Hakkındaki Duygu ve Düşünceleri……..110
Şekil 10 Uygulama Sürecinde Öğrencilerin Dikkatini Çeken Etkinlikler……110
Şekil 11 Öğrencilerin Uygulama Sürecinde En Çok Hoşuna Giden Etkinlikler..... 114
Şekil 12 Uygulama Sürecinde Etkinliklerin Öğrencilerin Hoşlarına Gitme Nedenleri……114

ÖZET

FEN ÖĞRETİMİNDE DİSİPLİNLERARASI ENTEGRASYONUN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ, AKIL YÜRÜTME BECERİLERİ VE KAVRAMSAL ANLAMA DÜZEYLERİNE ETKİSİ

Uluslararası ve ulusal ölçekte ülkeler eğitim anlayışını öğrenciyi aktif olarak süreç içine alacak şekilde güncellemektedir. Program güncellemeleriyle, etkili öğrenme ortamları oluşturmaya çalışılmaktadır. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı eğitim programlarında ve fen öğretim süreçlerinde en büyük eğitimsel yönelimlerden bir tanesi olarak adlandırılabilir. Sorgulamaya dayalı öğrenme, bilgiyi ezberlemenin ötesinde özellikle sorgulama süreçleriyle 21. yüzyıl bireylerinin en çok ihtiyaç duyduğu becerileri aktif olarak öğretim ortamlarına yerleştirmeye imkan tanımaktadır. Sorgulamaya dayalı öğretim çerçevesinde ele alınması gereken disiplinlerarası entegrasyon uygulamaları farklı bir yaklaşım gibi ele alınmaktadır. Bu kapsamda Uluslararası düzeyde yayınlanan rapor Next Generation Science Standards (NGSS), sınıf ortamında yaklaşımın nasıl uygulanacağına yönelik yeni bir açıklama içermektedir. Bu araştırmanın önemi, NGSS'nin yeni önerisinde yer alan disiplinlerarası entegrasyonun sınıf ortamında uygulanması sürecinde bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki ince ayırım ortaya konulmasıdır. Bu araştırma, söz edilen ince ayrım üzerine şekillenmiş olup disiplinlerarası entegrasyon temelinde sorgulamaya dayalı fen öğretiminin bir uygulamasıdır. Bu bağlamda araştırmanın amacı, fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, akıl yürütme becerilerine ve kavramsal anlama düzeylerine etkisini incelemektir.

Çalışmada nicel yaklaşım benimsenmiştir. Araştırmanın deseni, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. Ayrıca yaklaşıma yönelik deney grubu öğrencileriyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Çalışma Buca ilçesine bağlı resmi bir ortaokulun yedinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, 60 öğrenci (30 deney, 30 kontrol) bulunmaktadır. Disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi uygulaması 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinde 12 hafta boyunca sürmüştür. Deney grubunda disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi uygulaması gerçekleştirilirken, kontrol grubunda sadece sorgulamaya dayalı öğrenmeye göre ders uygulama süreci yürütülmüştür.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi uygulamalarının kullanıldığı deney grubu öğrencileri ile sadece sorgulamaya dayalı fen öğretiminin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri arasında anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencileri ve kontrol grubu öğrencilerinin akıl yürütme becerileri arasında anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin akıl yürütme becerileri %100'den (temel düzey) %70 (orta düzey) ve %16.70'e (üst düzey) bir gelişim sağlandığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinde ise %93.30'dan (temel düzey) %33.30'a (orta düzey) bir gelişim tespit edilmiştir. Grupların kavramsal anlama düzeyleri karşılaştırıldığında, anlamlı ve yüksek etki değerine sahip fark tespit edilmiştir. Bunun yanında deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinde ise %66.70'ten (temel düzey) %46.70'e (orta) ve %50'ye (üst düzey) bir gelişim sağlandığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinde ise %73.30'dan (temel düzey) ve %26.70'ten (orta düzey) %56.70'e (orta düzey) bir gelişim tespit edilmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bulgularda, öğrencilerin uygulama süreciyle ilgili çoğunlukla olumlu düşüncelere sahip oldukları, uygulamayı dikkat ve ilgi çekici olarak niteledikleri, deney yapmanın ve uygulamalı öğrenmenin eğlenceli, eğitici ve etkili olduğunu düşündükleri görülmüştür. Ayrıca öğrenciler, etkinlikler yaparak kendileri uygulayarak öğrenmenin daha iyi olduğunu, konuları yüzeysellikten kurtularak daha detaylı ve ilişkili öğrendiklerini ifade etmektedirler. Araştırma sonuçlarından yola çıkarak, disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini geliştirdiği, kavramlar arası bağlantı kurmalarında etkili olduğu, akıl yürütme süreçlerini aktif bir şekilde kullanmalarını sağladığı ve bu süreçte bilimsel süreç becerilerinin gelişimini desteklediği gösterilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim uygulamalarının kavramlar arası bağlantı kurmada öğrencileri desteklemesi, kavramsal bilgiyi geliştirmesi, bilimsel süreç becerileri ve akıl yürütme becerilerinin gelişiminde olumlu etkiye sahip olması nedeniyle öğretim ortamlarında kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, sorgulama temelli yaklaşım, disiplinlerarası entegrasyon, bilimsel süreç becerileri, akıl yürütme becerisi, kavramsal anlama düzeyi

ABSTRACT

THE EFFECT OF INTERDISCIPLINARY INTEGRATION IN SCIENCE TEACHING ON SCIENTIFIC PROCESS SKILLS, REASONING SKILLS AND CONCEPTUAL UNDERSTANDING LEVELS OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS

Countries on an international and national scale are updating the understanding of education in a way that actively involves the student. Efforts are made to create effective learning environments with program updates. Inquiry-based learning approach can be named as one of the biggest educational orientations in education programs and science teaching processes. Inquiry-based learning, beyond memorizing information, allows to actively place the skills that 21st century individuals need most in teaching environments, especially through inquiry processes. Interdisciplinary integration practices, which should be handled within the framework of inquiry-based teaching, are considered as a different approach. In this context, the report published at the international level, Next Generation Science Standards (NGSS), includes a new explanation on how to apply the approach in the classroom environment. The importance of this research is to reveal the fine distinction between science and engineering practices in the process of applying the interdisciplinary integration in the new proposal of NGSS in the classroom environment. This research has been shaped on the aforementioned fine distinction and is an application of inquiry-based science teaching on the basis of interdisciplinary integration. In this context, the aim of the research is to examine the effects of interdisciplinary integration in science teaching on middle school students' scientific process skills, reasoning skills and conceptual understanding levels.

In the study, a quantitative approach was adopted. The design of the study is a quasi-experimental design with pretest-posttest control group. In addition, semi-structured interviews were conducted with the experimental group students regarding the approach. The study was carried out with the seventh-grade students of an official middle school in Buca district. There are 60 students (30 experiment, 30 control) in the study. Interdisciplinary integration-based inquiry-based science teaching practice lasted for 12 weeks in the unit of "Interaction of Light with Matter". While the interdisciplinary integration-based inquiry-based science teaching application was carried out in the experimental group, the course application process was carried out only according to inquiry-based learning in the control group.

According to the results obtained from the research, a significant difference was found between the scientific process skills of the students in the experimental group, in which

interdisciplinary integration-based inquiry-based science teaching practices were used, and of the control group students, in which only inquiry-based science teaching was applied. A significant difference was found between the reasoning skills of the experimental group students and the control group students. In addition, it was determined that the reasoning skills of the experimental group students improved from 100% (basic level) to 70% (intermediate level) and 16.70% (high level). In the control group students, an improvement from 93.30% (basic level) to 33.30% (intermediate level) was detected. When the conceptual understanding levels of the groups were compared, a significant and high effect value difference was determined. In addition, it was determined that the conceptual understanding levels of the experimental group students improved from 66.70% (basic level) to 46.70% (intermediate) and 50% (high level). In the control group students, an improvement from 73.30% (basic level) and 26.70% (intermediate level) to 56.70% (intermediate level) was determined. The findings obtained from the interviews with the students showed that the students mostly had positive thoughts about the application process, they described the application as attention and interesting, and they thought that experimenting and applied learning were fun, educational and effective. In addition, students state that it is better to learn by doing activities and by doing it themselves, and that they learn more detailed and related topics by getting rid of superficiality. Based on the research results, it has been shown that interdisciplinary integration practices improve students' conceptual understanding, are effective in establishing connections between concepts, enable them to use reasoning processes actively, and support the development of scientific process skills in this process. In line with these results, it is recommended that interdisciplinary integration-based teaching practices be used in teaching environments as they support students in establishing connections between concepts, develop conceptual knowledge, and have a positive effect on the development of scientific process skills and reasoning skills.

Keywords: Science education, inquiry-based approach, interdisciplinary integration, scientific process skills, reasoning skills, conceptual understanding level

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Son yıllarda araştırmalar giderek disiplinlerarası hale gelmektedir. Örneğin, Nobel bilim ödüllerini alan araştırmalarda insanlığın çözüm aradığı, bu kapsamda bekleyen birçok problemin çözümünde birden fazla disiplinin bilgisinden etkili bir şekilde faydalanıldığı ve çözüme bu şekilde ulaşıldığı görülmektedir. Bilim insanlarının çalışma ve düşünme şeklinin disiplinlerarası yaklaşımı çoğunlukla benimsemesiyle ülkeler de tüm eğitim düzeylerinde disiplinlerarası yaklaşımı benimsemeye başlamaktadır. Dünya çapındaki bilim reformları, öğrencilerin bilimsel süreci, bilimsel bilginin doğası ve bilimsel bilgiyi günlük yaşam problemlerinde uygulama becerisi bağlamında kendi anlayışlarını geliştirmelerini teşvik etmekte ve disiplinlerarasılığı destekleme vurgusu yapmaktadır (Eurydice Network, 2012; European Commission, 2011; Next Generation Science Standards (NGSS Lead States, 2013); National Research Council [NRC], 2012; Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2013). NGSS (2013), NRC (2012) raporunda yer alan fen öğretiminde öğrencilerden beklenilen performansları üç boyut altında açıklamaktadır. Bu boyutlar; Bilim ve Mühendislik Uygulamaları, Ortak Kavramlar ve Disipliner Temel Fikirlerdir (NRC, 2012). Sözü edilen reformları ve raporları incelediğimizde bugünün eğitimi ve araştırması genellikle disiplinlerarası bir perspektiften görülmekte ve yürütülmektedir. Bunun nedeni şunlardır; doğanın ve toplumun karmaşık olması, çözümünün tek bir disiplinle sınırlı olmayan gerçek dünya sorunlarını keşfetme ve çözme arzusu, toplumsal sorunları çözme ihtiyacı ve çözümü sağlayacak insan gücünün bilgi ve donanımla yetiştirilmesinin gerekliliğidir.

Türkiye'de 2018 Fen Bilimleri Öğretim programında da uluslararası bilim reformları dikkate alınmıştır (MEB, 2018). Bu bağlamda, programda vurgulanan fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının bir örneği STEM eğitiminin (MEB, 2018) doğası incelendiğinde disiplinler arasındaki çizgileri bulanıklaştırdığı ve disiplinlerarası yaklaşımın eğitimin doğasıyla daha uyumlu olduğu düşünülmektedir (Wang, 2012). STEM sadece bilim, teknoloji, eğitim ve mühendislik disiplinleriyle ilişkili olmayıp daha geniş kapsamlı disiplinlerle de ilişkilidir (Zollman, 2012). Eğitimde yapılandırılmamış gerçek dünya problemlerinin çözümünde disiplinlerarası entegrasyon kullanılmasının, bireylerde konuya ilgiyi artırmasıyla başarıyı da artırdığı savunulmaktadır (Honey vd., 2014; Pearson, 2017). Bu yaklaşımla bireylerin problemlere disiplinlerarası pencereden bakması, bilgi ve beceri kazanımı hedeflenmektedir (Şahin vd., 2014). Ayrıca disiplinlerarası yaklaşım, öğrenme ortamını

canlandırmakta, derse ilgiyi artırmakta ve yaratıcılığın kullanılmasına olanak tanımaktadır (Turna & Bolat, 2015). Bunun yanında bilim insanlarının çalışmaları incelendiğinde her birinin disiplinlerarası yaklaşımın bir ürünü olduğu görülebilmektedir (Özaydınlı Tanrıverdi & Kılıç, 2019). Gerçek yaşam problemleri yapısı gereği tek disipline ait becerilerle sınırlandırılamayacak kadar karmaşık özelliktedir. Bu nedenle tek disipline bağımlı kalınarak problemlere çözüm bulunabilmesinin mümkün olmayacağı düşünülmektedir. Çok disiplinli araştırma çalışmalarında, her disiplin bulmacanın bir parçasına katkıda bulunmaktadır (Klaassen, 2018). Dolayısıyla problemde çözüme ulaşılabilmesi için disiplinlerin bilgi, beceri ve deneyimleri anlamlı şekilde bütünleştirilmelidir. Bu anlamlı bütünleştirme süreci ise disiplinlerarası entegrasyon ile mümkün olabilmektedir.

Fen eğitimi açısından önemli yere sahip NGSS, bilimler arasındaki gerçek dünya bağlantılarını teşvik etmek için kavramsal bir değişim yapmaktadır. Bir konuyu, problemi veya olgunun incelenmesinde disiplinlerin fikir ve metodolojilerini bilinçli olarak uygulayan öğretim yaklaşımı, disiplinlerarası fen öğretimi yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Yang vd., 2020). Gerçek dünya problemlerinin çözümünde ortaklıklar ve entegre bilginin kullanılması vurgulanırken, bireysel disiplinlerin (örneğin; Fizik, Kimya, Biyoloji, Matematik, Teknoloji, Sanat vb.) bütünlüğü de korunmaktadır (Lederman & Niess, 1997). Çünkü her problem, olgu ya da durum disiplinlerarası bağlama uygun değildir. Uygun olan problem, olgu ya da durumlar için disiplinlerarası entegrasyon kullanılmaktadır.

Alanyazında ilk başlarda yaygın olarak STEM üzerine çalışmaların yapıldığı görülse de bu konuda eğitimcilerin bir bütün olarak entegrasyon sürecini nasıl kavramsallaştırdıklarının netliğe kavuşturulmasına ihtiyaç vardır (English, 2016; Roehrig vd., 2021; Sgro vd., 2020; Wang & Song, 2021). Araştırmacılar, eğitimciler ve müfredat geliştiriciler tarafından ortak bir vizyon olarak kullanılacak bir tanımlamanın yapılması ve bu konu ile ilgili karışıklığın ortadan kaldırılması gerekmektedir. Gerçek dünyadaki karmaşık problemlerin çözümünde birden fazla disiplin bilgisinin gerekliliği, fen eğitimcilerinin öğrencileri disiplinlerarası uygulamalara hazırlaması gerçeğini ortaya koymaktadır (You, 2017). Disiplinlerarası kavramı, kişinin bir konu hakkında tek bir disiplindeki bilgisinin yeterli olmadığı durumda entegre bir süreci ifade ettiği kabul edilmektedir (Klein, 2017). Entegrasyon gerçekleştikçe öğrenciler karmaşık bağlamlarda anlamlı bağlantılar kurmakta, bilgi ve sorgulama becerilerini aynı anda işe koşmaktadırlar (Chowdhary vd., 2014). Disiplin sınırlarını aşan kavramsal şemalar disiplinlerarası entegrasyon sayesinde öğrencilerin sorgulama sürecinde olaya bütünsel bakmalarının, bağlantısız bilgileri organize etmelerinin,

bu bilgileri bütünleştirmenin ve kavramlar arasında bağlantılar kurmalarının yollarını sunar. Hemen hemen tüm tanımlarda ortak olarak yer alan nokta gerçek dünya problemlerinin çözümü ve bu süreçte hem öğrenmeyi bağlamsallaştırmak hem de öğrenci katılımını artırma ve öğrencileri motive etmedir (Kelley & Knowles, 2016; Kloser vd., 2018). Disiplinlerarası entegrasyonda öğrenme gerçek dünya problemlerine çözüm geliştirmeye odaklanma ile gerçekleştirilmektedir (Kelley & Knowles, 2016; Monson & Besser, 2015). Araştırmacılar, problemlerin çözümünde disiplinlerarası entegrasyon ile öğrencileri öğrenmeye dahil etmenin bilime olan ilgiyi artırdığını göstermektedir (Guzey vd., 2016; McLure vd., 2022). Ayrıca gerçek dünya problemlerinin (olgu, olay, durum gibi) seçilmesi öğrencileri kişisel olarak motive etmekte, öğrenilenleri yaşanmışlıklara yani deneyimlere bağlamaktadır (Roehrig vd., 2021). Bu durum da öğrenmeyi daha anlamlı hale getirmektedir (Djonko-Moore vd., 2018).

Disiplinlerarası eğitimle, öğrencilerin öğrendikleri bilgiden daha derin bir içerik anlayışı edinmeleri yöntemi çekici hale getirmektedir (Brand & Triplett, 2012). Disiplinlerarası yaklaşımın bir başka cezbedici yönü ise, bilgi bütünleşik bağlamda öğrenildiğinden öğrencilerin bilgileri daha fazla hatırlamasıdır. Ayrıca disiplinlerarası ilişkilendirmeler kavramlar arası bağlantılar kurulmasını ve üst düzey kavramsal anlamanın gelişmesini sağlamaktadır (Schwalbach & Dosemagen, 2000). Çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, yetişkin bireylerde daha kolay öğrenmeyi ve daha fazla hatırlamayı sağlayan disiplinlerarası yaklaşımın 6 ve 8 yaş grubundaki bireylerde de benzer sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir (Mecklenbräuker vd., 2011). Disiplinlerarası entegrasyona dayalı öğretim uygulamaları çocuklara uygulanırsa, yeni bilgileri ilgili bir içeriğe veya önceki bilgilere bağlamanın öğrencilerin daha iyi kavramasına ve hatırlamasına yol açtığını göstermektedir. Bu açıdan disiplinlerarası yaklaşımın ilkokul düzeyinden başlamak üzere tüm eğitim düzeylerinde öğrenciler için uygun bir yaklaşım olduğu söylenebilir. Fen biliminin disiplinlerini birbiriyle entegre etmemek öğrencilerin öğrenmesini zorlaştırmaktadır (Taber, 2008). Charette (2015) gerçekten eleştirel düşünebilen, problemleri çözebilen ve düşüncelerini net bir şekilde ifade edebilen öğrenciler isteniyorsa, çoklu disiplin özelliklerini kullanan disiplinlerarası eğitimin gerekli olduğunu ifade etmektedir. Kelley ve Knowles (2016) iyi entegre edilmiş bir yapının öğrencilerin akıl yürütme ve yüksek düzeyde eleştirel düşünme becerilerinin kullanımını cesaretlendirdiğini, problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve bilginin kalıcılığını artırdığını belirtmektedir. Alanyazında disiplinlerarası entegrasyonun uygulanması noktasındaki sözü edilen karışıklığı ortadan kaldırma açısından bu tez çalışmasında bilim uygulamaları ve mühendislik uygulamaları arasındaki ince ayırım ortaya koyulmaktadır. Bu kapsamda bu tez çalışmasında fen öğretiminde disiplinlerarası

entegrasyonun ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, akıl yürütme becerilerine ve kavramsal anlama düzeylerine etkisinin araştırılması amaçlanmaktadır.

1.2. Amaç ve Önem

Bilginin, yapılanma sürecine bakıldığında; çok erken dönemlerde başladığı ve çoğunlukla bireylerin gerçek yaşam durumları ile gerçekleştirmiş oldukları etkileşimler ve bunlara getirmiş oldukları yorumlar neticesinde şekillenmeye başladığı bilinmektedir (Wild vd., 2013). Bu bağlamda öğrenenlerin zihinlerinde, gerçek yaşamdaki kavramlara karşılık gelen birtakım açıklamalar ve bilgiler olduğu söylenebilir. Bireyin kavramsal yapılarının (şemalarının) gelişimiyle bilimsel bilginin gelişimi benzerlik taşımaktadır. Bazı çocuklarda ve yetişkinlerde görülen alternatif kavramaların ilk çağ bilim insanlarının sahip olduğu alternatif kavrama ve kavramsal yapılara benzerliği dikkat çekmektedir. Bireyler doğal merak dürtüsüyle gözlem yaparak erken yaşlarda araştırma yapmaya başlamaktadırlar. Gözlem yapma, bilimsel bilgi ve deneyimler akıl yürütme için olmazsa olmazlardandır. Yürümezoğlu (2020) ifadesiyle gözlem ve akıl yürütme yoluyla çıkarım bilimin temelini oluşturmaktadır. NRC (1996) ve NGSS (2013) gibi eğitim reformları, öğrencilerin yalnızca fen içeriğini öğrenme ihtiyacını değil, aynı zamanda bilişsel olarak gelişmiş ve alana aktarılabilir bilimsel akıl yürütme becerileri edinme ihtiyacını vurgulamaktadır (Bybee & Fuchs, 2006; Ding vd., 2016). Bilimsel akıl yürütme süreçleri, bir problemi sistematik olarak keşfetme, hipotez oluşturma ve test etme, değişken belirleme, veri toplama ve sonuçları değerlendirme becerisini temsil etmektedir. (Zimmerman, 2007; Bao vd., 2009). Ayrıca dünya hakkında kavramların ve teorilerin geliştirilmesine yol açan deneyin, kanıt değerlendirme, çıkarım ve tartışmayı destekleyen fende sorgulamaya dahil olan bir dizi genel beceriyi geliştirdiği ifade edilebilir.

Fen, doğası gereği içerisinde Fizik, Kimya, Biyoloji, Yer Bilimi, Astronomi vb. disiplinleri içermektedir. Bir konu ya da kavram (enerji, ışık, ısı vb.) farklı disiplinlerde ortak olarak bulunabilmektedir (Güven & Sülün, 2018). Fen öğretiminde konuların bütünleştirilerek öğrenimi (Xu vd., 2021) ve bir kavramın öğretiminde fen bilimlerini oluşturan disiplinlerin bütüncül işlenmesi (Aydın & Balım, 2005) gerektiği ifade edilmektedir. Disiplinlerarası yaklaşım fendeki olayları bütüncül olarak açıklamaya yardımcı olmakta ve öğrenmeyi de olumlu etkilemektedir (Turna & Bolat, 2015). Bireyler disiplinlerarası entegrasyon gerçekleştirilmezse kavramları doğru şekilde öğrenememekte veya mevcut bilgileriyle kavramlar arası bağlantıları kuramamakta ve ilişkilendirememektedir. Dolayısıyla anlamlı öğrenmenin uzağında kalmaktadırlar (Tüysüz vd., 2018). Disiplinlerarası entegrasyon, farklı disiplinlerin bilgilerini bir hedefte odaklamaktadır. Bu odaklamada birey tek bir disiplin

sınırına bağımlı kalmamakta disiplinlerin bilgi ve becerileri hedefe ulaşmada araç olarak kullanılmaktadır (Ceran & Onarıcıoğlu, 2018). Disiplinlerarası yaklaşımın temel hedeflerinden birinin problem çözme becerisi olduğu açıkça görülmektedir. Ancak önemli olan problem çözme sürecinin ve üretilen çözümlerin niteliğini arttırmaktır (Yıldız, 2018). Disiplinlerarası entegrasyon, öğrenci merkezli yaklaşım olup bilişsel, sosyal ve duyusal gelişime destek olmaktadır (Sağdıç, 2019). Bunun yanında bilim insanlarının çalışmaları incelendiğinde her birinin disiplinlerarası yaklaşımın bir ürünü olduğu görülebilmektedir (Özaydınlı Tanrıverdi & Kılıç, 2019). Gerçek yaşam problemleri yapısı gereği tek disipline ait becerilerle sınırlandırılamayacak kadar karmaşıktır. Bu nedenle tek disipline bağımlı kalarak problemlere çözüm bulunabilmesinin mümkün olmayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla problemde çözüme ulaşılabilmesi için çeşitli disiplinlerin bilgi, beceri ve deneyimleri anlamlı şekilde bütünleştirilmelidir. Bu anlamlı bütünleştirme süreci ise disiplinlerarası entegrasyonla mümkün olabilmektedir.

Yüzyıllar öncesinde Newton, gökkuşağı olarak adlandırdığımız olayın, deney düzeneğini oluşturarak güneş ışınını renklerine ayrıştırmıştır. Yıllar sonra fizikçi Young da Güneş tayfında bulunan altı rengin her ışınını birbiri üzerine odaklayarak beyaz ışığa dönüştürmüştür. Young bu kapsamda çalışmalara devam edip üç temel renkle beyaz ışık oluşturulabilmiştir (Babic & Čepič 2009). Günümüzde temel üç renk (kırmızı, yeşil ve mavi) ışığın ana renkleri olarak bilinmektedir. Ayrıca, Young deneyinde üç rengi (kırmızı, yeşil ve mavi ışık) ikişer ikişer karıştırarak diğer üç rengi, yani ara renkler olan cyan (cam göbeği)-magenta (galibarda veya fuşya)-sarı renkleri elde edebileceğimizi anlamıştır. Fen derslerinde ışığın ana renklerinin kırmızı-yeşil-mavi olduğu ve ikincil renklerin cyan-magenta-sarı olduğu öğrenilmiştir. Renk, *cisimler tarafından yansıtılan ışığın gözde oluşturduğu duyum*" olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2023). Resimde ise renkler pigment renkleri olarak yer almaktadır. Işık ve pigment renkleriyle ilgili tüm tutarlılıklar, renk teorisinde yer alan tamamlayıcılık bağlamı ile bütünleşmektedir (Babič & Čepič 2009). Işık ile renk algısı arasında ilişki tamamlayıcılık bağlamı kapsamında yer almaktadır. Işık rengindeki değişiklik ortamdaki cisimlerin renk algısı üzerinde de değişime sebep olmaktadır. Bu durum, alanyazında metamarizm olarak adlandırılmaktadır. Güneş batarken yer yüzünü kızıla boyaması bu duruma örnek verilebilir. Sanat dallarından fotoğrafçılık da ışıkla ilgilidir. Fotoğrafın oluşabilmesi için ışık temel gereksinimdir. Resimin boyayla oluşturulması gibi fotoğrafta ışıkla oluşmaktadır. Raftopoulos vd. (2005) ışık konusunun öğretimine temel olması adına ışığın özellikleriyle başlanmasını, doğasıyla ilgili bilgilerin sonradan verilmesini önermektedir. Sağlam bir

temelden sonra bireyler için karmaşık ve tartışmalı olan ışığın doğası hakkındaki üst düzey bilgilerin ilerleyen yaşlarda kavranmasının daha kolay olacağı düşünülmektedir.

Bazen olaylar gözlemcinin duyu organlarının algılayamayacağı bir şekilde ya da boyutta gerçekleşir. Bu tür durumlarda bulgular yorumlanarak bir çıkarım yapılmaktadır. Bu bağlamda uygulama ünitesi kapsamında Herschel deneyi bu duruma örnek verilebilir. William Herschel farklı renklerdeki ışığın cisimleri ısıtma etkilerinin farklı olacağını düşünmektedir. Hipotezini sınamak için bir prizma yardımıyla güneş ışığını renklerine ayırmıştır. Farklı renklerdeki ışıkları, özdeş termometreler üzerine düşürür. Bir süre beklediğinde gerçekten de farklı renklerdeki ışıkla etkileşen termometrelerin gösterdiği son sıcaklık değerlerinin farklı olduğunu tespit etmiştir (Ring, 2004). Bu kapsamda ünite içerisinde yer alan kazanımlar da dikkate alınarak gerçekleştirilen alanyazın taramasında farklı etkinliklerle bu bilginin gösteriminin yapıldığı görülmektedir. Sözü edilen çalışmalarda yapay gökkuşağı oluşumu ile aşama aşama ışık ve pigment renkleri arasındaki etkileşim (Yürümezoğlu vd., 2015), pigmentin ana renklerinin birbirleri ile etkileşimi ile güneş ışığının etkileşimi (Yürümezoğlu, 2020), ışığın ana renklerinin (kırmızı, mavi, yeşil) beyazı ve pigmentin ana renklerinin (cyan, magenta ve sarı) ışıksızlığı (siyah) ürettiğini gösteren (Karabey vd., 2018), küçük led lambalarla ışık renkleri ve pigment renklerinin birlikte kullanıldığı ve etkileşimlerinin incelendiği etkinlikler (Kamata & Matsunaga, 2007), LED'ler ile renkli ışık kullanarak pigmentlerden yansıyan ışığın renklerini öğrenme amacıyla bir aplikasyon ile ölçüm yaparak, ışığın yansırken davranışını karşılaştırma ve genelleme fırsatı sağlayan etkinlik (Ermiş & Karaman, 2020), dikiz aynasında gökkuşağı oluşumunun sınıf ortamında düzenek ile gösterimi (Birriel & Birriel, 2020), akıllı telefonlar kullanılarak ışık emiliminin ve ışık saçılmasının gösterildiği (Malisorn vd., 2020), bilgisayar ekranı gibi ikincil ışık renklerini yayan dijital ekranlardan spektroskop ile birincil renklerin gösterimi ve etkileşimlerinin ortaya konulduğu (Garrido-González vd., 2018) görülmektedir. Rosi vd. (2016) çalışmasında magenta dediğimizde neye baktığımızı irdelemektedir. Ev yapımı bir spektrofotometre tasarımı yapılmakta, RGB ve CMYK renklerinin ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Erwin Schrödinger'in renk teorisine önemli katkılarından biri olarak, PC ekranı ve lazer yazıcılardaki çalışma prensipleri üzerinden eklemeli ve çıkarmalı renk oluşumları arasındaki farklar belirtilmektedir. İnsan beyni tarafından renk algılama mekanizmasının bazı ilginç sonuçlarından biri magentadır. Magenta güneş spektrumuna ait değildir ve herhangi bir monokromatik dalga ile ilişkilendirilemez; bununla birlikte, ürettiği renk hissi, spektral renklerle uyumlu ilişkidedir. Magenta, kırmızı ve mavi reseptörlerin eşit uyaranı olarak düşünülebilir. Magenta fiziksel olarak frekansa sahip değildir. Aynı zamanda magenta

biyolojik olarak da yeşil renk reseptörlerinin uyaranının bulunmaması hali olarak yorumlanmaktadır. Schrödinger'in ideal pigmentlerinin dilinde, magenta tipi renklerin, bire eşit yansıtıcılığa sahip iki ayrı spektral bölgeye sahip olmasının tek ideal pigment türünden kaynaklandığına dikkat çekilmektedir. Görüldüğü üzere ışık renkleri, pigment renkleri, cisimlerin renkli görülmesi bütüncül bir konu yapısı oluşturmasının yanında fizik, görsel sanatlar, biyoloji hatta frekansların sayısal değerleri düşünüldüğünde matematik gibi farklı disiplinlerin işin içinde olduğu görülmektedir. Bir diğer çalışmada Schulze vd. (2020) fiziksel temellerden yola çıkarak renk karışımlarını öğretmeye yönelik ortaokul ve üzeri düzeye uygun etkinlik tasarlamışlardır. Bu deney düzeneği, ana renkler yerine fiziksel prensiplere odaklanıp renk algısı ile spektral kompozisyonu aynı anda gözlemlemeyi sağlamaktadır. Fizik öğretmen adaylarının renk karışımını fiziksel bir bakış açısıyla açıklamakta zorlandıkları ifade edilmektedir. Eklemeli ve çıkarmalı renk teorisi arasındaki farkları belirtmek için birincil ve ikincil renkler arasındaki ilişkiye bağlı kalmışlardır. Rosi vd. (2017) akıllı telefon ile renklerin incelenmesi, öğrencilerin eklemeli ve çıkarmalı renk oluşumu modelleri arasındaki farklara odaklanmasına olanak tanımaktadır. Görüldüğü üzere "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesinin kapsadığı kavram ve konular ile gerçek hayatta sık sık karşılaşmaktayız. Cisimlerin renkli görülmesi olayı, ışık renkleri ve boya renkleri arasındaki ilişki ve biyolojik olarak insan gözünün renkleri algılaması düşünüldüğünde disiplinlerarası entegrasyonla açıklanabildiği görülmektedir. Disiplinler arasındaki sınırın ortadan kalkması ve cisimlerin renkli görülmesinin bütüncül bilgiyle açıklanması bu tez çalışmasının uygulama ünitesi konuları içerisinden bir örnek olarak verilebilir.

Öğrenme ortamlarındaki uygulamalarda disiplinlerarası bağlantıların kurulması mümkün olmamakta ve müfredatta yer alan dersler birbirinden kopuk olarak işlenmektedir (Karahan & Canbazoğlu-Bilici, 2014). 2018 yılında Türkiye'de Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında gerçekleştirilen düzenlemelerle fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına vurgu yapılmaktadır (MEB, 2018). Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının Türkiye'de en yaygın kullanılan modeli ise STEM yaklaşımıdır. Disiplinlerin bütünleştirilmesini temele alan STEM eğitiminin uygulamaya dökülebilmesi için öncelikle multidisipliner ve disiplinlerarası kavramlarının özümsenmesi gerektiği ifade edilmektedir (Çepni, 2018). Bunun yanında bilimsel uygulamalar ve mühendislik uygulamaları için disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim sürecinin ayırımının yapılması gerekmektedir. Disiplinlerin entegre edildiği bir öğretim programı, bireyler için daha çok amaca uygun, daha bütünsel ve daha teşvik edici deneyimler sunmaktadır (Furner & Kumar, 2007). Bu durumun, bireylerin öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırdığı ifade edilmektedir (Gutherie vd.,

2000). Dolayısıyla bu çalışmada fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon kullanımıyla gerçekleştirilecek bir öğrenme uygulaması planlanmıştır. Bu çalışmada fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, akıl yürütme becerileri ve kavramsal anlama düzeylerine etkisinin araştırılması amaçlanmaktadır.

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri

Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, akıl yürütme becerileri ve kavramsal anlama düzeylerine etkisi nedir?

Araştırmanın alt problemleri ise;

1. Disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretiminin kullanıldığı deney grubuyla, sadece sorgulamaya dayalı fen öğretiminin uygulandığı kontrol grubunun bilimsel süreç becerileri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretiminin kullanıldığı deney grubuyla, sadece sorgulamaya dayalı fen öğretiminin uygulandığı kontrol grubunun akıl yürütme becerileri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretiminin kullanıldığı deney grubuyla, sadece sorgulamaya dayalı fen öğretiminin uygulandığı kontrol grubunun kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun kullanılması hakkında ortaokul öğrencilerinin görüşleri nelerdir?

1.4. Sınırlılıklar

Bu araştırma, 2022-2023 eğitim öğretim yılı Fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen bir öğretim uygulamasıdır.

İzmir ili Buca ilçesi MEB'e bağlı bir resmi ortaokulda 2022-2023 bahar döneminde öğrenim gören 60, 7. sınıf öğrencileri (iki şube) ile sınırlıdır.

MEB (2018) fen bilimleri öğretim programı 7. sınıf 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesi konu, kapsam ve kazanımları ve entegre edilen konu ve kazanımlarla sınırlıdır.

Araştırma 2022-2023 yılı ortaokul öğretim programında kullanılan Fen Bilimleri, Matematik, Görsel Sanatlar, Teknoloji ve Tasarım, Bilim Uygulamaları, Sosyal Bilgiler derslerine yönelik Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesi konu ve kavramlarıyla ilişkilendirilmiş kazanımlarla sınırlıdır.

Araştırma kapsamında uygulanan öğretim on hafta, haftada dört ders saati fen bilimleri dersi ve iki ders saati bilim uygulamaları dersi (bir ders saati 40 dakika) ile sınırlıdır.

Araştırmada elde edilen veriler, kullanılan ölçme araçları ile sınırlıdır.

1.5. Varsayımlar

Bu çalışmada;

Uygulama boyunca öğrencilerin öğretim sürecine ve etkinliklere aktif olarak ve içtenlikle katıldıkları,

Araştırmaya katılan öğrencilerin veri toplama araçlarında yer alan sorulara dürüst, samimi ve içtenlikle gerekli özeni göstererek cevap verdikleri,

Uygulama sürecinde deney ve kontrol grubunda yer alan öğrenciler arasında olumlu ya da olumsuz etkileşim olmadığı,

Veri toplama sürecinde öğrenciler arasında olumlu ya da olumsuz etkileşim olmadığı,

Araştırmacının veri toplama araçlarından elde ettiği sonuçları objektif olarak değerlendirip yansıttığı varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Disiplin: "*Kendine özgü eğitim alt yapısı, yöntemleri ve içeriği olan ve herhangi bir alanda yeni bilgi üretebileceğini ve söz konusu alanda daha ileri düzeyde bilgiler geliştirilebileceğini kanıtlamış bir araştırma alanına verilen isim*" (Turna vd., 2012) olarak tanımlanmaktadır. Örneğin fen ve görsel sanatlar birer disiplindir.

Entegrasyon: Öğrencilerin çoklu disiplinlerden bilgi ve beceri kullanmaları gerektiği karmaşık olgu ya da durumlarda (Honey vd., 2014), en az iki ya da daha fazla disiplinin belli amaç doğrultusunda birleştirilmesi (Yürümezoğlu vd., 2019) olarak tanımlanabilir.

Disiplinlerarası (İnterdisipliner) entegrasyon: Bilgi ve becerilerin derinleştirilmesi amacıyla, birbiriyle yakından bağlantılı kavram ve beceriler, iki veya daha fazla disiplinden kavramlar arası bağlantı kurularak öğrenilir (English, 2016).

Bilimsel süreç becerisi: Bilgi üretiminde var olan problem durumlar üzerine düşünme ve çözüm üretmede kullanılan beceriler kümesidir (Aslan vd., 2016).

Akıl yürütme becerisi: Bilimsel akıl yürütme, bilimsel araştırmalar yürütmek için gerekli olan bir dizi yetenektir, kanıtların toplanması ve analizinin yanı sıra kanıta dayalı argümanların oluşturulmasını içerir (Koenig vd., 2012).

Simgeler ve Kısaltmalar*;*

BSB:	Bilimsel Süreç Becerileri
MEB:	Millî Eğitim Bakanlığı
NRC:	National Research Council
NGSS:	The Next Generation Science Standards
CMYK:	Boya/pigment renkleri (cyan, magenta, yellow (sarı), black (siyah))
AAAS	American Association for the Advancement of Science
NSES	National Science Education Standards
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
RGB:	Işık renkleri (red, gren, blue/kırmızı, yeşil, mavi)
TGA	Tahmin-Gözlem-Açıklama
PISA	Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Çalışmasındaki Eğilimler)
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
KTT	Klasik Test Teorisi
MTK	Modern Test Kuramı
Rasch RSM	Rasch Dereceleme Ölçeği Modeli

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde bu çalışmanın temel çerçevesini oluşturan sorgulamaya dayalı öğrenme ve disiplinlerarası entegrasyon ile ilgili kuramsal çerçeve, araştırmanın değişkenlerini oluşturan bilimsel süreç becerileri, akıl yürütme becerisi ve kavramsal anlamanın kuramsal çerçevesi ve söz konusu yaklaşım ve becerilerle ilgili yürütülen çalışmaların sonuçları sunulmuştur.

2.1. Fen Eğitiminde Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Stratejisi

21. yüzyılın bireylerinden beklenen niteliklere, bilgi, beceri ve donanıma sahip olup çağı yakalayabilmek ve geleceğe önderlik edebilmek adına araştıran sorgulayan bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple ülkeler eğitim politikalarında düzenlemeler yapmakta ve öğretim programlarını güncellemektedirler. Geleceğin bireylerini yetiştirmek için Türkiye'de 2013 yılında Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının güncellenmesiyle araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme stratejisi temel alınmıştır (MEB, 2013). Fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen bu güncelleme ile gündeme gelmesine rağmen sorgulamaya dayalı öğrenme Piaget'nin bilişsel gelişim kuramıyla ilgili çalışmalarından, Dewey'in sorgulama ve öğrencinin aktif olması, yaparak yaşayarak öğrenme görüşünden, Vygotsky'nin yakınsak gelişim alanıyla ilgili görüşlerinden ve Bruner'in öğrenciyi aktif öğretmeni rehber olarak betimleyen yaklaşımına kadar kuramsal açıdan köklerinin uzandığı bilinmektedir (Karapınar, 2016). Fen Bilimleri Öğretim Programında gerçekleştirilen 2018 yılındaki düzenlemede de öğrenme stratejisi olarak sorgulamaya dayalı öğrenme benimsenmeye devam edilmiştir (MEB, 2018). Sorgulamaya dayalı öğrenme (SDÖ) tüm geleneksel öğretim yaklaşımlarını aşan, fen eğitiminde yenilikçi bir eğilimi ortaya çıkarmaktadır. SDÖ, öğrencileri keşfetmeye, kavramsallaştırmaya, araştırma sürecini şekillendirmeye, öğrenmeye, düşünmeye ve en başta sorgulamaya teşvik eden öğrenci merkezli bir stratejidir (Luo vd., 2022; Younas & Noor, 2020). SDÖ üzerine gerçekleştirilen bir meta-sentez araştırması (Costes-Onishi vd., 2020), öğrencilerin aktif olarak problem çözmesini sağlaması ve sorgulamayı geliştirici etkileriyle öğrencilerin daha iyi öğrenmelerini sağlayan yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan araştırmalar sorgulamaya dayalı öğrenmenin, doğrudan öğretim gibi geleneksel yaklaşımlardan daha etkili olduğu konusunda ortak görüşe sahiptir (Desimone & Pak, 2017; Oliver vd., 2021; Stockard vd., 2018).

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin birçok uygulama türü olduğu (Harrell vd., 2022) ifade edilmektedir. Çocukların, öğrencilerin ve bireylerin yaş ve ihtiyaçlarına uygun olarak dört temel düzeyde sorgulama gerçekleştirilebilmektedir. Bu düzeyler farklı araştırmacılar tarafından farklı gruplandırmalar ve adlandırmalar şeklinde alan yazında yerini almış olsa da (NRC, 2000; Oğuz Ünver, 2015) en yaygın kullanılan ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında da önerilen yapılandırılmış sorgulama, rehberli sorgulama ve açık sorgulama şeklindedir (MEB, 2013). *Yapılandırılmış sorgulama,* öğretmenin desteğinin güçlü bir şekilde hissedildiği tiptir. Bu sorgulama tipinde problem durum ve takip edilecek süreç öğretmen tarafından öğrencilere sunulmakta iken ulaşılması hedeflenen sonuçlardan bahsedilmemektedir (Banchi & Bell, 2008). Öğrenci önceden ulaşılması planlanan bir öğretimsel hedefe giden keşif yolculuğunda öğretmenin verdiği yol haritasını izlemektedir (Sadeh & Zion, 2009). *Rehberli sorgulama,* öğrenci bu sorgulama düzeyinde öğretmen tarafından verilen problemin çözümüne kendi çizdiği yol haritasıyla ulaşmaktadır. Öğrenci kendi belirlediği çözüm yönteminde ilerlerken öğretmen sorgulama sürecine rehberlik etmekte, öğrencilerin problemin çözümünde ilerledikleri farklı aşamalara geçişlerinde yapacakları seçimlerde yardımcı olmaktadır (Sadeh & Zion, 2009). *Açık uçlu sorgulama da* ise, öğretmenin verdiği genel bir problem ile süreç başlamaktadır. Araştırmanın yapılacağı konu çerçevesi öğretmen tarafından verilmesine rağmen araştırma problemine ve çözüm yollarına öğrenciler karar vermektedir (Colburn, 2000).

Sorgulamaya dayalı öğrenme üzerine 21. yüzyılda uluslararası boyutta ve kapsamda gerçekleştirilen Pollen Projesi (POLLEN, 2009), Fibonacci Projesi (FIBONACCI, 2012) ve Pri-Sci-Net Projesi (PRI-SCI-NET, 2016) örnek olarak verilebilir. Pollen projesinde SDÖ, öğrenmenin nasıl gerçekleştirildiği, bilimsel sorgulamanın doğasını anlamayı sağlayan öğrenme öğretme yaklaşımı olarak ele alınmaktadır (POLLEN, 2009). Fibonacci projesinde SDÖ, öğrencilerin kendi başlarına dünyayı anlama ve bilimsel bilgisini genişletme süreci olarak ele alınmaktadır (FIBONACCI, 2012). Bu projede yer alan öğrenme modülleri incelendiğinde fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının gerçekleştirildiği görülmektedir. Özellikle bu araştırmada kullanılan "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik bir modülün yer aldığı ve bu modül içinde ünite konu kapsamındaki kavramların sanattan teknolojiye kadar tüm entegrasyonları içeren etkinliklere adım adım yer verildiği görülmektedir. Pri-Sci-Net Projesi ise Türkiye'den de ortaklar içermesiyle dikkat çekmektedir. SDÖ bu proje içerisinde ise, bilimi öğrenme, bilimsel uygulama yapmayı öğrenme ve bilim hakkında bilgi edinme üzerine uygulamalar içeren çerçevede ele alınmaktadır (PRI-SCI-NET, 2016). Bu projenin etkinlikleri incelendiğinde de Fibonacci projesi ile benzerlik gösterdiği ve

etkinliklerin disiplinlerarası entegrasyon temelinde oldukları dikkat çekmektedir. Sonuç olarak, bilimsel bilgi üretiminde ve bilimsel bilginin öğrenilmesinde sorgulama hem bilim insanları hem de öğrenciler tarafından merkeze alınan odak noktadır. Sorgulamalar sonucu sorulan sorular ile hipotezler gelişmekte ve fark edilen problem durum çözüme kavuşturulup bilgi üretimi, keşfetme ya da öğrenimi gerçekleştirilmektedir. İster bilim insanı olsun ister öğrenci gerçek yaşam problemlerinin çözümünde tek bir disiplinin bilgi ya da becerisi ile çözüme kavuşturmak mümkün olamamaktadır. Bu bağlamda eğitimde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının önemi daha fazla ortaya çıkmaktadır. Sorgulamaya dayalı öğretimin sınıf içinde nasıl uygulanması gerektiği, sınıf ortamında özgün bir bilimsel çalışmanın nasıl teşvik edileceğine yönelik Wargo (2022) tarafından yayınlanan en son reform raporu Yeni Nesil Bilim Standartları (NGSS) (2013) temelinde NGSS'nin sekiz adımlı bilim ve mühendislik uygulamasını (SEP) ileri sürmüş olup bilim için ve mühendislik için uygulamaların arasındaki farkı ortaya koymuştur. Disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarında yer alan tartışmalı durumun bu ayırım ile çözüleceği düşünülmektedir. Bu nedenle bu araştırmada Wargo (2022) tarafından ileri sürülen bu döngü kullanılmıştır. Wargo (2022) araştırma-sorgulama döngüsü ve adımları Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1

NGSS'nin Sekiz Adımda Uygulama Önerisi: Fen (Bilim) ve Mühendislik Arasındaki Fark

	Fen (Bilim) Uygulamaları için	**Mühendislik uygulamaları için**
1	***Soru sorma***	***Problem tanımlama***
2	Model geliştirme ve kullanma	Model geliştirme ve kullanma
3	Sorgulamaların planlanması ve yürütülmesi	Sorgulamaların planlanması ve yürütülmesi
4	Verileri analiz etme ve yorumlama	Verileri analiz etme ve yorumlama
5	Matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma	Matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma
6	***Açıklamalar oluşturma***	***Çözümler tasarlama***
7	Kanıtlardan yola çıkarak tartışmaya girmek	Kanıtlardan yola çıkarak tartışmaya girmek
8	Bilgi edinme, değerlendirme ve sunma	Bilgi edinme, değerlendirme ve sunma

Tablo 1 incelendiğinde, disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı öğretim sürecinin başlangıçta farklılık içerdiği ve bilim uygulamaları için bir soru sorma ile başladığı görülürken mühendislik uygulamaları için ise problemin tanımlanması ile olduğu görülmektedir. İlerleyen adımlarda yer alan bir diğer farklılık, bilim uygulamaları için açıklamalar oluşturulurken mühendislik uygulamaları için çözümler tasarlanmasıdır. Bu tez çalışmasında fen (bilim) uygulamaları için önerilen adımlar benimsenmiştir.

2.2. Disiplinlerarası Yaklaşım

Dünyadaki toplamsal ve bilimsel gelişim eğitim sisteminde değişimlere neden olmaktadır. Disiplinlerarası öğretimin, öğrenmede etkililiği ve anlamlı öğrenmeyi artıran faktörler arasında yer alması bu noktada gündeme gelmesini sağlamaktadır (Bezen vd., 2018). Öncelikle 'disiplinlerarası' ifadesinin hangi anlamda kullanıldığı ve tanımı üzerine yoğunlaşmak gerekir. Disiplinlerarası ilişkiyi ve disiplinlerarası eğitimi tanımlamada terminolojide problemlerin yer aldığı ve net açıklamaların olmadığı görülmektedir. Örneğin; multidisipliner, interdisipliner, transdisipliner, takım işi, ortaklık, işbirlikli ilişkiler, koordinasyon, entegrasyon, profesyonellik, meslekler arası uygulama gibi farklılaşan ve örtüşen tüm kavramların kullanıldığı ve göz önünde bulundurulduğu belirtilmektedir (Reeves vd., 2011). Disiplinlerarası entegrasyon sınıflandırması olarak bu çalışmada benimsenen düzeyler alan yazında yer alan multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner düzeydir (Anderson vd., 2019; English, 2016; Klaassen, 2018). Multidisipliner düzey, farklı akademik disiplinlerin birbirinden ayrı, aynı problem üzerinde çalışarak aynı sonuca ulaşması olarak ifade edilebilir (Helmane & Briška, 2017). İnterdisipliner düzey (disiplinlerarası) ise problemi farklı disiplinlerin objektifinden ele almakta, bilgi ve beceri odağında bütünleşerek yeni bağlantılarla çözüm üretmektedir (Park & Liu, 2016; Yang vd., 2018). Disiplinlerarası/interdisipliner yaklaşımlar; merkez bir tema, konu, problem, başlık, deneyim ya da uygulamada bir disiplinden daha fazla disiplinin yöntem ve dilinin kullanıldığı (Jacobs, 1989), bütüncül bir yaklaşım ve bakış açısı ile ele alınmaktadır (Pearson, 2017). Lederman ve Niess (1997) interdisipliner düzeyin multidisipliner düzeyle farkını anlatabilmek için çorba benzetmesinden yararlanmaktadır. Multidisipliner, heterojen yapıdaki şehriyeli tavuk çorbasına benzetilmektedir. Burada çorba içindeki şehriye ve tavuk parçalarının varlığının hissedildiği gibi multidisipliner yaklaşımda da farklı disiplinlerin bilgileri tam olarak bütünleşmeden tek başına da o problemi çözebilmektedir. Ayrıca disiplinler arasındaki sınır tamamen kaybolmamış durumdadır. İnterdisipliner yaklaşım ise homojen yapıda bir çorba olan domates çorbasına benzetilmektedir. Disiplinlerarası entegrasyonda ise sınırlar ortadan kalkmış ve bütüncül bir bilgiyle var olan problem çözüme kavuşturulmaktadır. Entegrasyon

ise bütünü ifade etmektedir (Lederman & Niess, 1997). Fen bilimlerinde yer alan bir örnek ile açıklamak gerekirse multidisipliner yaklaşım karışımlara benzetilebilir. Karışımlar birbirinden fiziksel yollarla ayırılabilmektedir. İnterdisipliner yaklaşıma ise bileşiklerin oluşması örnek olarak verilebilir. Çünkü bileşikler elementlerin birleşmesiyle oluşmasına rağmen tamamen farklı özellik taşımaktadırlar. Disiplinlerarası entegrasyonda benzer şekilde bütüncül, farklı bilgi bütünü ortaya çıkmaktadır. Disiplinlerarası entegrasyonun farklı disiplin bilgilerini anlamlı şekilde bütünleştirdiği, birbirini tamamlayan bulmaca ya da puzzle parçaları gibi davrandığı ileri sürülmektedir (Klaassen, 2018).

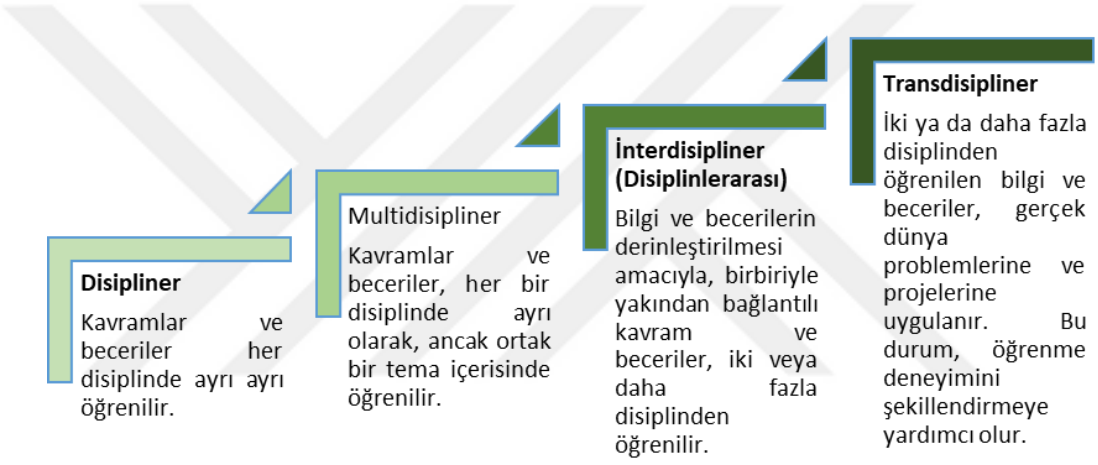
Bir kavrama yönelik öğretimin birden fazla disiplin içerisinde kullanılması disiplinlerarası öğretim olarak ifade edilmektedir (Jacobs, 1989). Farklı bir tanımlamada ise disiplinlerarası öğretimin bir kavramın farklı disiplinler ile bütünleşmesi olduğu belirtilmektedir (You vd., 2018). Disiplinlerarası araştırmada çözümler tek disiplinin kapsamı ya da araştırma alanının ötesindedir. Problemlerin çözümü ya da temel bir anlayış gelişmesi için özelleştirilmiş bilginin şekli; iki ya da daha fazla disiplinden bilgi, veri, teknik, araç, perspektif, kavram ya da teorileri bütünleştiren takımlar ya da bireyler tarafından gerçekleştirilen bir araştırmadır. Disiplinlerarası yaklaşım; iki ya da daha fazla disiplinin yöntem ve bilgisinden yararlanma (Zhang & Shen, 2015; Jacobs, 1989) yöntemi olmasının yanında, bir kavramın farklı disiplinlerle bütünleştirilmesi (Yalçın, 2013), iki ya da daha fazla disiplini birbiri içine alması (Repko vd., 2013), disiplinlerin aralarındaki ilişki (Ceran & Onarıcıoğlu, 2018), farklı disiplinlerin alışverişi, bilgi çeşitliliği veya bilgi zenginliği olarak görülmektedir. En önemlisi de disiplinlerarası, insanın öğrenmesinde doğal bir yol olarak ifade edilmektedir. Disiplinlerin birleştirilmesinin, güçleri birleştirmek ve daha güçlü bir yapı oluşturma olduğu vurgulanmaktadır (English, 2016). Entegrasyon; öğrencilerin çoklu disiplinlerden bilgi ve beceri kullanmaları gerektiği karmaşık olgu ya da durumlarda (Honey vd., 2014), en az iki ya da daha fazla disiplinin belli amaç doğrultusunda birleştirilmesidir (Yürümezoğlu vd., 2019).

Farklı disiplinlerin entegrasyonunda farklı yollar izlenmektedir; Bybee (2013) disiplinlerin entegrasyonu ile ilgili dokuz farklı perspektiften bahsetmektedir. Vasquez vd. (2013) disiplinlerarası entegrasyonun farklı şekilde ve seviyelerde yapılacağına değinmektedir. Disiplinlerin entegre edilmesi yani entegrasyonun temeli, öğrencilerin karmaşık olgu ya da durumlar bağlamında çoklu disiplinlerden bilgi ve beceri kullanmalarını gerektirmektedir (Honey vd., 2014). Disiplinlerarası entegrasyonla gerçekleştirilen fen eğitimi, ilgili konu kapsamına giren disiplinlerin bir arada kullanılmasının yanında öğrenme

öğretme yaklaşımlarıyla zenginleştirilip bütünleştirilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Okullarda birbirinden bağımsız olarak öğretilen disiplinler, gerçek dünyada iç içe bulunmaktadır (Force, 2014). Disiplinler arasındaki farklı entegrasyon seviyelerinin, disiplinler arasındaki sınırların aşılmasının daha fazla bağlantı ve karşılıklı bağlılık içeren bir süreç şeklinde artan düzeyde ilerlediği ifade edilmektedir (Vasquez vd., 2013; English, 2016). Sözü edilen bu seviyelerin alanyazında STEM entegrasyon düzeyleri olarak da belirtildiği görülmektedir.

Şekil 1

STEM Entegrasyonunun Eğik Düzlemi (English, 2016)



Şekil 1'de görüldüğü üzere disipliner düzeyden transdisipliner düzeye doğru gidildikçe disiplinler arasındaki sınırlar ortadan kalkmakta ve disiplinler bütünleşmektedir. Gerçek dünya problemlerini çözmeye yardımcı, doğayı ve evreni anlamamızı sağlayacak bakış açısı geliştirme, bilgi bütünlüğünü sağlama yöntemi olarak ifade edilen disiplinlerarası yaklaşım bir disipline ait bilgilerin başka bir disipline aktarılması ya da bir ders saati içerisinde müzik, tarih, coğrafya, fen, matematik gibi disiplinlerin ders içinde kavramlar arası bağlantı kurulmadan biraz o disiplinden bilgi biraz diğer disiplinden bilgi verilmesi olarak görülmemelidir. Yaklaşımın özünü belirlenen durum, konu, olgu ya da olayın anlamlı bir bütün halinde öğrenilmesi (Şahin vd., 2018) ve bu amaçla ilgili diğer disiplinlere ait bilgi, beceri ya da yöntemlerin anlamlı olacak şekilde etkili birleşimi (Klaassen, 2018) oluşturmaktadır. Disiplinlerin diğer disiplinlerden ayrı kendilerine özgü yönleri bulunmaktadır. Bu durumun yanında disiplinlerin diğer disiplinlerle ortak yönlerinin de bulunduğu söylenebilir (Özgen, 2019).

Sonuç olarak, günümüzde bilimsel ve teknolojik ilerlemelerle birlikte yeni ve farklı araştırma alanları ortaya çıkmakta, bu durum da tekil disiplinlere bağlı kalınmadan çok disiplinli eğitimi gerekli kılmaktadır (Turna vd., 2012). 21. yüzyıl bireylerinin üst düzey düşünme becerilerini geliştirebilmeleri (Haring & Kelner, 2015; Michelsen, 2015), ikilemleri ve çelişkili durumları çözebilmeleri, gelişmiş bir bakış açısıyla bakabilmeleri, analiz ve sentez yapabilmeleri, eleştirel düşünebilme ve yaratıcılıklarının gelişmesinde disiplinlerarası öğrenme etkili bir rol almaktadır (Tank vd., 2018). Anderson vd. (2019) ise Vasquez (2015) tarafından ileri sürülen STEM entegrasyonunda ise öğretmenlere ayrı ayrı konulara atıf yapmadan basit konu temelli bağlantılardan başlanarak daha karmaşık disiplinlerarası projelere kadar gelişen bir bağlantı kurma sürecine olanak sağladığını belirtmektedirler. Disiplinlerarası entegrasyon, bireyin potansiyelini keşfetmesini sağlamaktadır. Ayrıca disiplinlerarası entegrasyon; teoriden uygulamaya bilginin bütünleştirilmesini ve aktarımını zihinsel olarak sağlayan süreçtir. Bu sürecin iyi yönetilmesi gerekmektedir. Bu durum disiplinlerarası bilginin entegrasyonuyla gerçekleştirilebilir. Bu tez çalışmasında disiplinlerarası entegrasyon düzeyi kullanılmaktadır.

2.3. Öğrenme ve Disiplinlerarası Yaklaşım

Bellek ve öğrenme modellerinin yanı sıra hangi öğrenme koşullarının doğru olduğu ve daha iyi hatırlamayı sağladığını gösteren araştırmalar okullardaki eğitim uygulamalarını yönlendirebilmektedir. Disiplinlerarası eğitimin öğrenmedeki cazipliği, öğrencilerin öğrendikleri bilgiden daha derin bir içerik anlayışı edinmeleridir. Hafıza modelleri, tanıma ve hatırlama araştırmalarının yanı sıra, disiplinlerarası yaklaşım fikrini desteklemektedir (Henderson vd., 2017). İnsanların bilgileri nasıl öğrendiklerine bağlı olarak, bireylerin bilgileri farklı seviyelerde zihinlerinde işlemesi fikri yeni değildir. İşleme seviyelerini tanımlayan bellek modelleri, yeni bilgiler ile önceki bilgiler arasında bağlantıların kurulduğu ya da kavramlar arası bağlantıların kurulduğu anlamsal düzeyde işlenen bilgilerin yüzeysel düzeyde işlenen bilgilerden daha uzun süreli hafızada kalarak saklanmasının çok daha iyi olduğunu göstermektedir.

Disiplinlerarası öğrenmenin bir başka yönü de kavramlar arası bağlantıların kurularak bilginin bütünleşik bağlamda öğrenilmesinden dolayı, öğrencilerin daha fazla hatırlamasıdır. Yetişkin bireylerde daha kolay öğrenmeyi ve daha fazla hatırlamayı sağlayan disiplinlerarası yaklaşımın 6 ve 8 yaş grubundaki bireylerde de benzer sonuçları ortaya koyduğu görülmektedir (Mecklenbräuker vd., 2011). Yetişkinlerde gözlenen benzer öğrenme sonuçlarının 6 ve 8 yaşlarındaki çocuklarda gözlenmesi, disiplinlerarası yaklaşımın ilköğretim

öğrencilerine uygulanabilir olduğu göstermektedir. Çocuklara uygulanırsa yeni bilgileri, ilgili bir içeriğe veya önceki bilgilere bağlamanın öğrencilerin daha iyi kavramasına ve hatırlanmasına yol açtığı ifade edilmektedir. Ayrıca disiplinlerarası ilişkilendirmeler üst düzey kavramsal anlamayı sağlamanın yanında işlemsel bilgiyi de geliştirebilmektedir (Özgen, 2019). Matematik ve fen arasında gerçekleştirilen ilişkilendirmeler matematiksel bilgi açısından eksiklikleri olması nedeniyle fen konularıyla ilgili durum, olgu ya da problemleri çözmede sorun yaşayan öğrencilerin problemleri çözebilir hale gelmelerini sağlayabilir (Ríordáin vd., 2016). Yapılan çalışmalardan örnek olarak, ısı-sıcaklık konusundaki öğrenme zorluklarının temelinde grafik okuma ve yorumlama gibi bilimsel süreç becerileri ve matematikteki grafik konusunun olduğu tespit edilmiştir (Dare vd., 2018; Tekerek & Cebesoy, 2017). Buradan yola çıkılarak ortaokul öğrencilerinin karşılaştığı bu zorlukların disiplinlerarası öğrenmeyle üstesinden gelinebileceği söylenebilir.

Disiplinlerarası yaklaşım, öğrenme ortamını canlandırmakta, derse ilgiyi artırmakta ve yaratıcılığın kullanılmasına imkan tanımaktadır (Kim vd., 2014). Bu yaklaşımın önemli etkilerinden bir tanesi de problem çözme becerisini geliştirmesi ve çözüm önerilerinin niteliğini artırma olarak belirtilmektedir (Yıldız, 2018). Gerçek hayat problemleri yapısı gereği tek disipline ait becerilerle sınırlandırılamayacak kadar kompleks özelliktedir. Bu nedenle tek disipline bağımlı kalınarak problemlere çözüm bulunabilmesi mümkün olamamaktadır. Dolayısıyla çözüme ulaşılabilmesi için diğer disiplinlerin bilgi, beceri ve deneyimleri anlamlı şekilde bütünleştirilmelidir. Bu anlamlı bütünleştirme süreci ise disiplinlerarası yaklaşım ile mümkün olabilmektedir. Bilim insanlarının çalışmaları incelendiğinde her birinin disiplinlerarası yaklaşımın bir ürünü olduğu görülebilmektedir (Özaydınlı Tanrıverdi & Kılıç, 2019). Bilim tarihinde farklı disiplinleri ilişkilendirerek gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde bu kavramın çok eskilere dayandığı görülmektedir. Albert Einstein kuramsal bir fizikçi olmasının yanında kimya ve matematiğe de katkıda bulunan çalışmalar gerçekleştirdiği, Einstein'in fizikçi, matematikçi, astronom, filozof ve ilahiyatçı olduğu, Galilei'nin ise fizikçi, matematikçi, astronom ve mühendis olduğu bilinmektedir.

2.4. Fen Bilimlerinin Doğası ve Disiplinlerarası Yaklaşım

Ulusal Araştırma Konseyi disiplinlerarası entegrasyonu, "*öğrencilerin birden fazla disiplinden bilgi ve becerileri kullanmalarını gerektiren görevler üzerinde karmaşık olgular veya durumlar bağlamında çalışmak*" olarak tanımlamaktadır (NAE & NRC, 2014: 52). Shernoff vd. (2017) gerçek dünya problemlerinin eğitime nasıl entegre edileceği ve disiplinlerarası entegrasyonun sınıf ortamında nasıl uygulanacağına yönelik yeterli bilgi

bulunmadığını belirtmektedir. Benzer şekilde, diğer araştırmacılar da disiplinlerarası entegrasyon ve bunun en iyi nasıl uygulandığı konusunda hala büyük bir kafa karışıklığı olduğunu ifade etmektedir (Berisha & Vula, 2021; Blackley & Howell, 2015). Bu karışıklığın içerik entegrasyonuna yönelik alan yazında bir dizi farklı yaklaşımın varlığından (Moore vd., 2020) kaynaklandığı söylenebilir. Alanyazında yer alan bu farklılıkları ve belirsizlikleri araştırmacılar ve öğretmenler için netleştirme amacıyla yayınlanan (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2022) disiplinlerarası entegrasyonda, bağlantıların yüzeysel olanın ötesinde derinliğe sahip olduğuna vurgu yapmaktadır. Sınıflarda disiplinlerarası entegrasyon uygulanırken her alan kendi temel kavramsal, prosedürel ve epistemolojik yapısını korurken ortak kavram ve uygulamalarla diğer disiplinleri tam olarak bağlamaktadır. Anlamlı olmayan ve yüzeysel bağlantılardan kaçınılması noktasında araştırmacılar uyarılmaktadır. Öğrencilerin birden fazla alandan yararlanacağı araştırma deneyimleri içinde bulunmasıyla bilgi ve beceri potansiyellerinin derinleştirilmesi önerilmektedir (McClure vd., 2017; Moore vd., 2020). Bu deneyimlerde entegrasyonun açık hale getirilmesi gerektiği bildirilmektedir (NRC, 2014). Sonuç olarak, disiplinlerarası entegrasyon, öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilgili birden fazla disiplinden bilgi ve becerileri kullandıkları karmaşık ve tasarlanmış bir sistemde gerçek dünyadaki bir problemin çözümünü yansıtmaya çalışmalıdır (Bryan vd., 2016; NAE & NRC, 2014; Wang & Knobloch, 2018). Bu doğrultuda bakıldığında fen bilimleri yapısında birçok alandan konu ve kavramları içermektedir. Hücre ve organellerden biyolojik sistemlere, atom gibi mikro dünyadan gezegenler gibi makro dünyaya, yer ve gök ile ilgili konulara ve fiziksel dünyanın kanunlarına kadar geniş kapsamlı bir derstir. Görüldüğü üzere fen bilimleri dersi kendi içinde bütünleşik yapıya sahiptir.

Evrenin ve doğanın işleyişini açıklarken birçok disiplinden yararlanmak gerekmektedir. Bu nedenle fen bilimi kavramlarını entegre şekilde öğrenmek daha etkili olacaktır. Benzer şekilde bilim insanları da keşif ve açıklamalarını disiplinlerarası entegrasyonla gerçekleştirmektedir (Graham & Brouillette, 2016). Soyut fen kavramlarının somutlaştırılmasında disiplinlerarası entegrasyonun etkili olduğu belirtilmektedir (Xu vd., 2021). Örneğin Xu vd. (2021) ışığın yansımasını öğrencilere anlatabilmek için matematiksel kavramları (açı, simetri vb.) kullanarak ışığın yolunu ve yönünü düşünme fırsatı sunmuştur. Açı ve simetri gibi matematiksel kavramların anlaşılması ve kavramlar arası bağ kurulması öğrencilerin ışığın özelliklerinin bilimsel açıklamasını anlamalarına destek olabilmektedir. Fen ve matematik arasındaki ilişki ve iç içe geçmiş yapısı entegrasyon araştırmalarında yerini almaktadır (Tytler vd., 2021). Bunun yanında Fen Bilimleri Dersi konularını kavramada

senaryoların kullanımı Türkçe entegrasyonunu sağlamaktadır (Ceran & Onarıcıoğlu, 2018). Türkçe derslerindeki "Doğa ve Evren", "Bilim ve Teknoloji" temalarıyla fen bilimleri içerisinde yer alan evren, doğa, bilim ve teknoloji ile ilgili konularda derslerin disiplinlerarası bütünleştirme yapılabilmesini mümkün kılabilmektedir. Fen bilimleri dersinin sadece matematik, fizik, kimya, biyoloji, geometri, bilgisayar, teknoloji, Türkçe dersleri ve disiplinleri ile değil diğer birçok ders ve disiplin ile disiplinlerarası yaklaşıma uygun ortak noktalarının olduğu söylenebilir. Fen öğretiminde bütünleştirme yapmanın gerekli olduğu belirtilmektedir (Güneş & Taştan Akdağ, 2016). Ortaokulda fenin disiplinlerarası yaklaşımla öğretilmesi durumunda, "yorum yapma" ve "öğrendiklerini başka alanlara uygulama" gibi yetkinlikler geliştirdikleri, "öğrenmeye aktif olarak katıldıkları", "öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk aldıkları" ve "kalıcı öğrenmeler gerçekleştirdikleri" yönünde olumlu gelişimler elde edilebilmektedir.

2018 yılında uygulamaya giren son Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında mühendislik ve tasarım becerileri ile vurgulanan STEM eğitiminin (MEB, 2018) doğası incelendiğinde disiplinler arasındaki çizgileri bulanıklaştırdığı ve disiplinlerarası yaklaşımın işin doğasıyla daha uyumlu olacağı düşünülmektedir (Wang, 2012). Mühendislik tasarım döngüsü, STEM vb. uygulamalar disiplinlerarası entegrasyonun birer uygulama modelleridir. Örtük bir şekilde sadece bir modeliyle Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer almasına rağmen disiplinlerarası entegrasyonun Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında özellikle vurgulanması ve öğretim programlarının bu bağlamda düzenlenmesi gerekmektedir. Disiplinlerarası entegrasyonun alanyazında tam olarak ne olduğu noktasında tartışmalar yer almaktayken öğretmenlerin bu uygulamayı gerçekleştirmelerini beklemek onları yüzmeyi bilmiyorken okyanusa atmak gibi bir durum olabilir. Bu nedenle bu kapsamda gerçekleştirilecek araştırma uygulamalarına gereksinim vardır. Turna ve Bolat (2015) ise Türkiye'de disiplinlerarası yaklaşım ile ilgili yapılan tezlerin sayısının oldukça sınırlı olduğu belirtmektedirler. Bu araştırmadan sonraki yıllarda her ne kadar disiplinlerarası entegrasyona yönelik araştırma sayılarında artış olduğu görülse de bu çalışmaların STEM ve mühendislik tasarım uygulamaları olarak yoğunlaştığı görülmektedir.

STEM ya da mühendislik tasarım uygulamalarında problem tanımlaması ile başlayan süreç disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarında bir soru sormayla başlamaktadır. Diğer yandan STEM ya da mühendislik tasarım uygulamalarında çözümler tasarımlar ile ortaya koyulmaktayken disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarında açıklamalar oluşturulmaktadır. Bu nedenle bu tez çalışmasında fen öğretiminin disiplinlerarası entegrasyon ile

gerçekleştirilmesiyle hem fen bilimlerinin doğasına uygun bir yöntem olması açısından kalıcı ve anlamlı öğrenmeler sağlanması hem de gerçek yaşam problemlerini çözebilecek donanıma sahip bireyler yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Karmaşık yapıda olan gerçek yaşam problemlerinin çözülebilmesi için öncelikle bireylerin bilimsel süreç becerilerine sahip ve akıl yürütme becerilerinin gelişmiş olması gerekmektedir. Sonuç olarak bu özelliklere sahip bireylerin, 21. yüzyılın bireyleriyle ulusal ve uluslararası arenada rekabet edebileceği düşünülmektedir.

2.5. Bilimsel Süreç Becerisi

Değişen dünya düzeni ve bilimsel bilgi birikimi artık bilgi ezberlemenin ya da bilmenin yetersiz olduğunu, bilmek yerine bilgiye ulaşmanın değerini bizlere göstermektedir. Günümüzde eğitim anlayışı da bu doğrultuda değişmekte ve gelişmekte, bilginin elde edilme yolları üzerine bireylere kazandırılması gereken beceriler üzerine yoğunlaşmaktadır. Opulencia (2011) göre fen eğitiminin amacı, öğrencilerin becerilerini geliştirmek ve bu becerileri günlük yaşamda bilimsel bir şekilde uygulamalarına olanak sağlamaktır. Bu kapsamda fen eğitiminde bilginin üretilmesi ve anlamlandırılması için bilim insanlarının izlerini takip etmenin temeli bilimsel süreç becerileridir. Bilimsel bilgiye ulaşma ve bilginin günlük yaşamda kullanılma süreçlerinin günümüzdeki şeklini alması binlerce yıl boyunca çeşitli süreçlerden geçmiştir. Güvenilir ve tümel bilgiye ulaşılmasını sağlayan bu süreç Galileo tarafından atılan ilk büyük adım ile başlamıştır. Pisa Kulesi'nde gerçekleştirdiği deney (Düşen Cisimler Yasası) ilk önemli (deneysel) çalışma olarak tarihe geçmiştir (Russell, 2019). Bilimsel bilginin gelişim süreci incelendiğinde, fen bilimlerini öğrenmeye başlayan bir çocuğun izlediği yollar ile benzerlik gösterdiği bilinmektedir. Çocuklar araştırma yapmaya çok erken yaşlarda başlarlar. Çocukların doğal merakı onları araştırma yapmaya zorlar. Gözlem yapma, bilimsel bilgi ve deneyimler akıl yürütme için olmazsa olmazlardır. Gözlem ve akıl yürütme yoluyla çıkarım yapma da bilimin temelini oluşturmaktadır (Yürümezoğlu, 2020). Burada bilimsel süreç becerileri, akıl yürütmeler ve kavramsal anlama ile bilgiye ulaşmanın yer aldığı sonsuz bir döngünün tekrar ettiği görülmektedir. Bilimsel süreç becerilerinin önemini bir örnek üzerinden açıklamak gerekirse, Newton'a kadar birçok kişi nesnelerin belli bir yükseklikten bırakıldığında dünyanın merkezine doğru hareket ettiğini gözlemlemesine rağmen gözlemin ana nedenini anlayamamıştır. Newton gözlemin yanında gözlemlerden anlam çıkarıp akıl yürütme süreçlerini işe koşmuş ve ardından yeterli kavramsal bilgisini de kullanarak evrensel çekim yasasını ortaya koymuştur. Gözlem becerisi bilimsel süreç becerilerinin temelini oluşturmaktadır. Bu kapsamda gerçekleştirilen bir araştırmada Yürümezoğlu ve Öztaş Cin (2019) basit, yenilikçi ve özgün bir çerçevede tasarlanan gözlem

etkinliğinin özellikle erken yaşlarda öğrencilerin bilime ilgilerini artırma ve sistematik bir adım atılmasıyla bilimsel süreç becerilerinin gelişimi sağlanmıştır. Bilimsel süreç becerileri, öğrencilerin bilimin nasıl yapıldığını anlamalarına, bilimsel araştırmalar yapmalarına ve öğrenme sorumlulukları geliştirmelerine yol açmaktadır (Dementiy & Grogoleva, 2016; Duda vd., 2019). Buradan yola çıkılarak öğrencilerin yaşamları için gerekli olan bu becerilerin geliştirilmesinin önemi daha da ortaya çıkmaktadır. Böylece 21. yüzyılın bireylerinden beklenen özellikte öğrencilerin yetiştirilmesi sağlanabilir.

Gelecekte bilim ve teknolojinin gelişmesinin çeşitli etkilerinin üstesinden gelmek için ulusun yaratıcı, yenilikçi, esnek ve uyarlanabilir gelecek nesillere sahip olması gerektiğine inanılmaktadır. 21. yüzyıl öğrenmesinde, öğrencilerin farklı bir kültürü anlamak ve saygı duymak için çeşitli konu ve kaynaklardan bilgileri üretirken, sentezlerken ve değerlendirirken içeriğe hakim olmalarını sağlayan beceriler önem kazanmıştır. Bilimsel süreç becerileri, öğrenciyi 21. yüzyıl yaşam taleplerini karşılamak için daha yetenekli hale getirebilmektedir (Osman & Vebrianto, 2013). Bilimsel süreç becerilerinin gelişimi ile rasyonel düşünebilen, yeni durumlarla başa çıkabilen ve problem durumlarını çözebilen öğrenciler haline gelebilmektedirler (Dostál, 2015). Bilimsel süreç becerilerinin entegre edildiği dersler öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmekte, anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmelerini sağlamaktadır (Karapınar & Şaşmaz Ören, 2015). Washington Üniversitesi'nde bilimsel süreç becerilerini ve bilimsel kültürün diğer yönlerini öğreten tamamlayıcı bir eğitime katılan öğrenciler, derse katılmayan akranlarına göre biyolojiye giriş derslerinde daha yüksek notlar almışlardır (Buchwitz vd., 2012). Bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinin bireylerin öğrenmeleri ve başarıları üzerine etkisi olduğu araştırmalar ile ortaya konulmaktadır. Akdağ ve Güneş (2017) disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının öğrenme üzerine olumlu etkilerinin yanında bilimsel süreç becerilerini de geliştirdiğini göstermektedir. Disiplinlerarası entegrasyon uygulamaları boyunca öğrencilerin problemlere çözüm odaklı olması ve çözüm yolu bulmak izledikleri fiziksel ya da zihinsel süreçler öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimi üzerinde etkili olmaktadır (Kavak, 2019). Alanyazında disiplinlerarası entegrasyon odaklı yürütülen fen öğretimi uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde geliştirici etkisi olduğunu ifade eden araştırmalar yer almaktadır (Akdağ & Güneş, 2017; Bahşi & Fırat, 2020; Gökbayrak & Karışan, 2017; Lestari vd., 2018).

Bilimsel süreç becerileri birçok disiplin tarafından benimsenen ortak becerilerden oluşmaktadır. Disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının doğası, problem durum ile

karşılaşan öğrencilerin farklı disiplinlerin bilgi ve becerilerini bütünleştirmesi ve aktif olarak kullanmalarını sağlamasından dolayı bilimsel süreç becerilerini geliştirici etkisi olmaktadır. Alanyazın incelendiğinde bilimsel süreç becerilerinin çok fazla tanımının yer aldığı ve düzeylerine ilişkin olarak farklı gruplandırmaların bulunduğu görülmektedir. Çepni vd. (2016) araştırmasında bilimsel süreç becerilerini, "*öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yeteneği kazandıran, problem çözmeyi, eleştirel düşünmeyi, sorgulamayı, akıl yürütmeyi, sonuçları yorumlamayı ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirmeyi sağlayan beceriler*" olarak ifade etmektedir. Fen bilimleri dersi beceri öğrenme alanında bilimsel süreç becerilerinin; "*gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları becerileri kapsadığı"* görülmektedir (MEB, 2013). Çepni vd. (1997) bilimsel süreç becerilerini temel süreçler, nedensel süreçler ve deneysel süreçler olarak üçe ayırmaktadır. Tan ve Temiz (2003) ise temel süreçler ve deneysel süreçler olarak iki gruba ayırmaktadır. Bir diğer kategori tanılamasında ise bilimsel süreç becerileri temel süreç, orta düzey süreç ve ileri süreç becerileri olarak üç gruba ayrılmaktadır (Dönmez & Azizoğlu, 2010). Bu araştırmada kullanılan bilimsel süreç becerisi ölçeği ve kullanılan kategori ise temel ve üst düzey beceriler olmak üzere iki gruba ayırmaktadır (Martin, 1997; Saat, 2004). Temel süreç becerileri; gözlem yapma, sınıflama, ölçme, uzay-zaman ilişkisi kurma, tahminde bulunma ve sonuç çıkarmadır. Üst düzey beceriler ise; değişkenlerin belirlenmesi, değişkenlerin kontrol edilmesi, hipotez kurma, deney yapma ve verileri yorumlamadır.

2.6. Akıl Yürütme Becerisi

Alanyazın taraması sonucunda akıl yürütme becerisi ile ifade edilen kavram ve beceri gruplarının; mantıksal düşünme becerisi, muhakeme becerileri ve bilimsel düşünme becerisi olarak da adlandırıldığı görülmektedir. NSES (NRC, 1996) ve NGSS (2013) gibi eğitim reformları, öğrencilerin yalnızca fen içeriğini öğrenme ihtiyacını değil, aynı zamanda bilişsel olarak gelişmiş ve alana aktarılabilir bilimsel akıl yürütme becerileri edinme ihtiyacını vurgulamaktadır (Ding vd., 2016). Ayrıca akıl yürütme becerileri, doğal ve sosyal dünya hakkında kavramların ve teorilerin oluşumuna ve değiştirilmesine yol açan deney, kanıt değerlendirme, çıkarım ve tartışmayı destekleyen fende sorgulamaya dahil olan bir dizi genel beceriyi temsil eder. Son yıllarda eğitim alanındaki araştırmalarda akıl yürütme becerileri, bilimin doğasına yönelik anlayış (Luo vd., 2020; Sangsa-ard vd., 2014; Schiefer vd., 2017), bilimsel sorgulama becerileri (Lederman vd., 2013; Fischer vd., 2014; Hartmann vd., 2015), argümantasyon becerileri (Karpudewan & Roth, 2018; Larrain vd., 2017), düşünme becerileri

(Thaiposri & Wannapiroon, 2015; Vong & Kaewurai, 2017), üstbiliş becerileri (Mayer vd., 2014), problem çözme becerileri (Bunterm vd., 2012; Hartmann vd., 2015; Kim, 2016; Kim & Pegg, 2019; Mayer, 2016) ve bilimsel süreç becerileri (Woolley vd., 2018) ile ilişkili ve bu becerilerin kazanılmasında etkili beceri grupları olarak yer almaktadır. Eğitimde bu kadar önemli ve diğer beceriler ile birebir ilişkili bir becerinin doğrudan fen öğretim programlarında yer almadığı görülmektedir (MEB, 2013; MEB,2018).

Akıl yürütme becerileri ile ilgili bir diğer netleştirilmesi gereken durum tanımıdır. Kuhn (2004) ve Zimmerman (2007) sorgulama sürecinde etkili ve bu süreçte kullanılan beceriler olarak tanımlamaktadır. Han (2013) ise akıl yürütme becerilerini kavram ve teorilerin oluşum sürecinde deney yapma, kanıt değerlendirme, çıkarımda bulunma ve argümantasyon ve sorgulama sürecinde yer alan beceriler olarak ifade etmektedir. Lawson (2004) ise bilgi elde edilmesinde sonuç çıkarma süreçlerinde kullanılan zihinsel süreç ve yöntemler olarak tanımlamaktadır. Bilimsel akıl yürütme, bilimsel araştırmalar yürütmek için gerekli olan bir dizi yetenektir ve kanıtların toplanması ve analizinin yanı sıra kanıta dayalı argümanların oluşturulmasını içerir (Koenig vd., 2012). Lazonder vd., (2021) bilimsel akıl yürütmeyi bir araştırmayı tasarlama ve yürütme ile ilgili düşünme becerileri olarak ifade etmektedir. Farklı tanımlamalarda farklı noktalara değinildiği görülmektedir. Benzer şekilde akıl yürütme becerisinin hangi becerileri kapsayan beceri gruplarından oluştuğu noktasında da alan yazında belirsizlik yer almaktadır. Woolley vd. (2018) yaygın olarak kullanılan spesifik bilimsel süreç ve akıl yürütme becerilerini bütünleştirerek (SPARS); *Varsayımsal-Hipotetik tümdengelimli akıl yürütme (Tip 1: Bir Deney Tasarlama, Tip 2: Sonuçları Tahmin Etme, Tip 3: Sonuç Çizme), Orantılı Akıl Yürütme, Olasılıksal Akıl Yürütme, Değişkenleri Tanımlama ve Kontrol Etme, İlişkisel Akıl Yürütme, Grafik Oluşturma ve Grafikleri Yorumlama* olarak tanımlamıştır. Değişkenlerin kontrolü becerilerinin daha geniş bilimsel akıl yürütme alanı içinde temel olduğu ve bilimsel araştırmanın tüm aşamaları için gerekli olduğu düşünülmektedir (Koenig vd., 2012; Jensen & Lawson, 2011). Osterhaus vd. (2020) ilkokul düzeyinde öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerini deney yapma, veri yorumlama (hipotez-kanıt ilişkisini anlamanın deney ve veri yorumlamanın temeli), bilimin doğasını anlama alt becerileri ile incelemişlerdir. Lazonder ve Janssen (2021) çocuklar için performansa dayalı bilimsel akıl yürütme testi geliştirmiştir. Bilimsel akıl yürütme süreci tahmin etme, deney yapma, yorumlama, verileri değerlendirme ve sonuç çıkarma olmak üzere beş temel boyuta sahiptir. Ibrahim vd. (2016) bilimsel akıl yürütmenin konu bağlamına bağlı olup olmadığını teori-kanıt koordinasyonunu temel alarak belirlemektedir. Mayer vd. (2014) çalışmasında ilkokul çağındaki çocukların akıl yürütme becerilerini değerlendirmekte ve bilişsel yeteneklerle

ilişkisini ortaya koymaktadır. Mayer vd.'nin çalışmasında bilimsel akıl yürütme bilimin doğasını anlama, teorileri anlama, deney tasarlama ve veri yorumlama olarak ele alınmış ve alanyazında yer alan ölçeklerden toplanan maddelerle bir ölçek oluşturulmuştur. Luo vd. (2020) kanıt kullanma becerisini temele alarak ortaokul öğrencilerine yönelik bilimsel akıl yürütme becerisi ölçeği geliştirmişlerdir. Koerber vd. (2015) bilimsel düşünmenin gelişimini kavramsal bir modele dayalı olarak değerlendirmektedir. Bu kavramsal bilimsel düşünme modeli bilimsel düşünmenin özünün hipotezleri ve teorileri verilerden ve kanıttan ayırt etme yeteneği, hipotezler ile kanıtlar arasındaki ilişkiyi koordine etme yeteneği ve bilimin doğası anlayışına dayandığı fikrini temel almaktadır. Ermayanti vd. (2019) bir kişinin akıl yürütme becerisinin onu etkileyen birçok faktörle birlikte gelişeceğini, uygun öğrenme yöntemlerinin kullanılmasını önermektedir. Bilimsel akıl yürütmenin doğal gelişimi hem doğrudan hem de sorgulamaya dayalı öğretimle desteklenebilir (Schlatter vd., 2022). Van der Graaf vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada disiplinlerarası entegrasyon içeren sorgulamaya dayalı öğretim boyunca devam eden sözlü desteğin, bilimsel akıl yürütme becerisi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Sınıf ortamlarında disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarını SDÖ stratejisinden bağımsız düşünmek mümkün değildir. Sorgulama öğrenimi, disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının öğretim ortamında en yaygın kullanılan yoludur (MacIsaac, 2016). Çocukların sorgulama yoluyla disiplinlerarası entegre öğretim uygulamalarında alana özgü bilgi edinmeleri için bilimsel akıl yürütme gereklidir (Andersen & Garcia-Mila, 2017). Araştırmalardan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde çift yönlü birbirini besleyen bir döngüsel süreç karşımıza çıkmaktadır. Akıl yürütme becerilerinin gelişimini destekleyen sorgulama temelli (Lazonder vd., 2021; Reith & Nehring, 2020; Stender vd., 2018; Yulianti vd., 2020; Van Vo & Csapo, 2021; Veale vd., 2020) ve disiplinlerarası entegrasyon içeren öğretim uygulamaları (Buchter vd., 2017; Ludwig vd., 2016; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019; Uyanık Balat & Günşen, 2017; Lazonder & Harmsen, 2016; MacIsaac, 2016; Van der Graaf vd., 2019; Van Vo & Csapo, 2023; Woolley vd., 2018) olduğunun ifade edilmesi bir yandan da bu süreçte gerekli sorgulamaları ve entegrasyonları sağlayabilmek için akıl yürütme becerilerinin gerekli olması dikkat çekmektedir. Buradan yola çıkılarak öğrencilerin akıl yürütme becerileri ne kadar gelişmiş ve yüksek olursa sorgulama süreçlerini de o kadar iyi yürütüp derslerde disiplinlerarası entegrasyonları daha çok sağlayabilecekleri ve sonuç olarak da öğrencilerin kavramları öğrenmeleri ve bilimsel bilgilerde derinleşmelerinin derin olacağı söylenebilir.

2.7. Kavramsal Anlama

Fen bilimleri dersi, yaşamın her bir aşamasında kullanılabilecek temel kavramları içermektedir. Bu dersin temel hedeflerinden biri de öğrencilerin kavramları anlamasını sağlamaktır (Uysal & Sarıoğlan, 2020). Alanyazında, öğrencilerin fen dersinde ve özelde konu bağlamında incelendiğinde fizik ünitelerinde başarısız oldukları ve anlamakta güçlük çektikleri görülmektedir (Timur vd., 2016). Soyut kavramların çoğunlukta olması (Özden & Yenice, 2017) ve öğretim aşamasında somutlaştırmada zorluk çekilmesi (Uysal & Sarıoğlan, 2020) kavramların öğrenilmesinin önündeki en büyük engellerden bir tanesidir. Benzer şekilde Ayvacı vd. (2016) fen bilimleri dersi konularının ve kavramlarının soyut olması ve öğrenciler tarafından günlük yaşamdaki olaylar ile ilişkilendirilememesine vurgu yapmaktadır. Özellikle fen bilimleri konuları içinde fizik alanına özgü konuların soyutluğuna dikkat çekilmektedir. Fen öğretimi üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde öğrencilerin bazı kavramları anlamakta ve tanımlamakta zorlandıklarını (Bakırcı vd., 2016; Uysal & Sarıoğlan, 2020) ve alternatif kavramalara sahip olduklarını göstermektedir (Akyıldız, 2020; Küçükaydın, 2020; Çetinkaya & Taş, 2016; Kocakülah & Turan, 2019). Kavram'ın, Türk Dil Kurumundaki tanımı "*Nesnelerin veya olayların ortak özelliklerini kapsayan ve bir ortak ad altında toplayan genel tasarım*" şeklindedir (TDK, 2023). Çepni (2019) tarafından kavram, bir nesne, olgu ya da olay için akla gelen ilk kelime olarak tanımlanırken; Novak (2010) tarafından ise nesne, olay ya da olguların bir isim altında toplanması olarak tanımlanmıştır. Bireyler küçük yaşlardan itibaren çevreleri ile etkileşimleri sırasında kavramları zihinsel şemalarında bilinçli ya da bilinçsiz şekilde oluşturmaktadırlar. Bu süreçte her birey kavram şemalarını oluşturmada bilimsel doğrulara ulaşamamaktadır (Kocakülah & Turan, 2019). Bilimsel doğrunun dışında yer alan etiketlemeler kavram yanılgısı ya da alternatif kavrama olarak adlandırılmaktadır. Kavram yanılgısı, öğrencilerde yer alan fikirler ya da etiketlemeler ile bilimsel teorilerdeki etiketlemeler arasındaki farklar olarak tanımlanmaktadır (Gürel vd., 2015). Bu durum sınıf ortamında bireylerin yeni bilgileri, olguları ya da olayları zihinlerinde yer alan şemalarla ilişkilendiremediğinde yani bir uyumsuzluk yaşandığında ortaya çıkar (Özden & Yenice, 2017). Sözü edilen uyuşmazlık durumu öğrenmeyi engeller. Bu uyuşmazlığın ortadan kaldırılması ile öğrenme gerçekleşir. Kalıcı ve anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için öğrencilerde yer alan mevcut şemaların ortaya çıkarılması (Küçükaydın, 2020) alternatif kavramların tespit edilmesi önemlidir (Kocakülah & Turan, 2019). Alternatif kavramaların tespit edilmesi var olan yanılgıları düzeltme adına önem taşımasının yanında yeni öğrenme ortamlarında ders etkinlikleri tasarlanırken yanılgı oluşmaması adına da önemlidir.

Fen kavramlarının doğru öğrenilmesi günlük yaşamdaki birçok olayı anlamamızı sağlar (Bekar vd., 2023). Araştırmacılar etkili bir fen eğitimi için öğrencilerin fen konularını ve kavramlarını öğrenme, kavramlar arasında ilişki kurma, karşılaşılan problemlerin çözümünde öğrenilen bilgi ve kavramları kullanma noktasında geliştirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Böylece öğrenmede kalıcılık artarken öğrenilenlerin de günlük yaşama aktarılması kolaylaşır. Fen Bilimleri dersinin içeriğinde soyut kavramların çoğunlukta olması ve karmaşık kavramlar içermesi, içerdiği konuların anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Öğrencilerin bu tür soyut kavramları öğrenebilmeleri ve konuların anlaşılabilmesi için somutlaştırılması ve basite indirgenmesi gerekmektedir. Fen eğitimi öğrencilerin aktif katılımını, yaparak yaşayarak öğrenmelerini amaçlayan bir süreçtir (Doğaç & Gök, 2020). Öğrenciler yaparak yaşayarak öğrenebilecekleri ortamlarda aktif rol aldıklarında fen kavramlarını öğrenme sürecindeki zorlukların ortadan kalktığı görülmüştür (Güldal & Doğru, 2018). Fen öğrenimi günlük yaşamla ilişkilendirilerek verilmelidir (Kim & Lee, 2022). Bu kapsamda Ayvacı vd. (2016) öğrencilerin fen konularıyla günlük yaşam arasında bağ kurabilmeleri için bağlam temelli öğretim uygulaması gerçekleştirmiş ve araştırma sonucunda öğrencilerin kavramsal anlamalarına katkıda bulunduğunu tespit etmiştir. Burada dikkat çeken nokta öğrencilerin hayat içinde somut olarak kullanabileceğini düşündüğü bilgileri sınıf ortamında öğretmen rehberliğinde fark etmesidir. Gerçek yaşam problemlerinin çözümüne vurgu yapan disiplinlerarası entegrasyon uygulaması da öğrencilerin fen konularını, kavramlarını ve gerçek yaşam arasındaki ilişkiyi keşfetme ve güçlü bir bağ oluşturma noktasında etkilidir. Öğrencilerden beklenen bilgileri bağdaştırma, bilgi entegrasyonunu öğrencinin bireysel olarak gerçekleştirmesi, bireysel farklılıklardan dolayı bazen mümkün olamamaktadır. Bu nedenle öğrenme ortamlarında disiplinlerarası entegrasyon yaklaşımının kullanıldığı öğretim uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Honey vd. (2014) disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının eğitim hedeflerinin disiplinlere ait kavramsal bilginin ötesinde kavramlar arasında bağlantı kurmaya dikkat çekmektedir. Fen eğitiminde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarında birey yaşı küçüldükçe bağlantıları kurmada zorluk yaşanmaması adına açıkça vurgulanması önerilmektedir (Moore vd., 2016). Bilimsel bilginin doğuşu ve kavramların bireyde oluşum aşaması düşünüldüğünde fen eğitiminin yaşamdan kopuk olamayacağı inkar edilemez bir gerçektir. Öğrenciler optik konularını yaşama aktarma noktasında orta düzeyde kalmaktadırlar (Uzoğlu vd., 2013). Öğrencilerin kavramları anlamaması ya da alternatif kavramalara sahip olması gerçek yaşamdaki olayları yanlış yorumlamalarına neden olabilmektedir. Bu nedenle optik konusunda ilişkilendirmeler yapılmasıyla (Demirci & Ahçı, 2016), disiplinlerarası entegrasyon yaklaşımının

benimsenmesiyle öğrencilerin kavramları daha iyi anlamalarına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Işık, tüm bilim disiplinlerinde ve sınıf seviyelerinde temel ve birleştirici bir kavramdır. Evrendeki her şeyin algılanması ışık ile mümkün olabilmektedir. Bir enerji formu olması nedeniyle fen eğitiminde diğer bir disiplinlerarası kavram olan enerji kavramı ile de ilişkilidir. Işık ve enerji kavramı arasındaki bu ilişki Ulusal Araştırma Konseyi (NRC) (2012) raporu ve Yeni Nesil Bilim Standartları (NGSS) (2013) gibi uluslararası raporlarda açıkça ortaya koyulmuştur. Sözü edilen bu kesişen kavramlar fen eğitimi, sosyal bilimler, sanat, yaşam bilimleri-yeryüzü ve astronomi gibi disiplinler arasında köprü kuran kavramlardır (Duschl, 2012). Bu köprünün kurulması farklı disiplinlerde yer alan temel bilimsel kavramların birbirine bağlanmasıyla gerçekleşmekte ve öğrenciler yeterli kavramsal bilgi edinmektedir (Schaal vd., 2010). Lancor (2014), disiplinlerarası bir bağlamda çapraz kesişen-ortak bir kavramın (örneğin; enerji, ışık vb.) nasıl öğretileceği sorusuna cevap vermeden önce, öğrencilerin sözü edilen öğretilecek kavramı disiplin bağlamlarında nasıl anladıkları hakkında daha fazla şey bilinmesi gerektiğine dikkat çekmiştir. Kavram yanılgıları, kişinin anlayışının ve deneyiminin yeni bir deneyimle çatışması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Alternatif kavramaların kalıcı olmasını sağlayan şey yüzeysel bilgidir (Ndihokubwayo vd., 2020). Örneğin, bir öğretmenin rehberliği kavramın önemli bir yönünü açıklanamayan bir şekilde bıraktığında, öğrenciler bu kavramı uygulayacakları yeni bir durumla karşılaştıklarında anlayışlarındaki boşlukla yüzleşmektedirler. Bununla birlikte, bir kavramın farkında olmamak, yanlış anlamadan farklıdır. Birisi ışığın kırılmasının ne olduğunu bilmiyorsa, kırılmayı ışık saçılmasından ayırt etmek için deneysel uygulamaları ve gözlemleri yaptığında bunu bilme şansına sahip olabilir. Bununla birlikte, okyanusun bir yansımasından gökyüzünün mavi olduğu inancı gibi bir yanlış anlamaya sahip birey, ışık saçılması noktasında eksik bir bilgiye sahiptir ve bu durum alternatif kavramaya sahip olmaktan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, öğretmenlerin öğrencilerin yanlış anlamalarından kaçınarak öğrencilerin fizik kavramlarını derinlemesine anlamalarına yardımcı olmaları gerekmektedir.

2.8.1. Disiplinlerarası Entegrasyon ile ilgili Çalışmalar

Bu kısımda disiplinlerarası entegrasyon ile ilgili ulusal ve uluslararası alan yazında yer alan çalışmalar yer almaktadır. Disiplinlerarası entegrasyonla ilgili çalışmaların çoğunlukla disiplinlerarası entegrasyonu tanımlama, öğretmen ve öğrenci görüşleri üzerine ve özellikle fizik konularında uluslararası alan yazında örnek etkinlik geliştirme gibi kuramsal ağırlıklı olduğu görülmektedir. Deneysel tasarıma sahip uygulamalı disiplinlerarası

entegrasyon araştırmalarının STEM uygulama modeli üzerinde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Disiplinlerarası entegrasyon uygulamaların fen öğretimi için mühendislik uygulamalarından ayırımının yapılmasına ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Bu tez çalışması alanyazında yer alan bu ayırım üzerine yoğunlaşmaktadır.

Güven ve Hamalosmanoğlu (2012) 7. sınıf fen programında yer alan çevre ile ilgili kazanımları disiplinlerarası yaklaşım açısından incelemişlerdir. Verilerin toplanmasında doküman analizi ve içerik analizi kullanılmıştır. Fen eğitimde karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde tek bir disiplinin yaklaşımının yeterli olmayacağı çok disiplinli bir yaklaşım ile çözüme gidilebileceği ve bu nedenle farklı bilimlerin sentezinin gerekli olduğunu ifade etmektedirler. 7. sınıfta yer alan tüm derslerin programları incelenmiş olup beden eğitimi dersi, müzik dersi, din kültürü ve ahlak bilgisi dersi, matematik dersi, Türkçe dersi, görsel sanatlar dersi ve teknoloji ve tasarım dersi öğretim programlarında çevre eğitimi ile ilgili kazanıma rastlanmamıştır. 7. sınıf programında yer alan fen ve teknoloji dersi ve sosyal bilgiler dersi öğretim programlarında çevre ile ilgili kazanımların yer aldığı görülmüştür. Bu kazanımlar disiplinlerarası yaklaşım açısından incelenmiştir. Bu incelemede disiplinlerarası öğretim Jacobs ve Borland (1986) tarafından ileri sürülen dört aşamalı program geliştirme modeli temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda ilköğretim düzeyinde disiplinlerarası yaklaşım ile ilgili çalışmaların az olduğu ve bu tür çalışmalara ihtiyaç duyulduğu, bu nedenle disiplinlerarası araştırmaların yapılması önerilmektedir.

Güven ve Hamalosmanoğlu (2018), 4. sınıf Fen ve Teknoloji Ders Kitabında yer alan çevre içerikli etkinlikleri disiplinlerarası yaklaşım açısından incelemiştir. Geleneksel disipliner öğretimde yer alan günlük yaşamdan soyutlanmış bir öğrenme, disiplinlerarası öğretim ile yerini günlük yaşama yakın bir öğrenmeye bırakmaktadır. Disiplinlerarası yaklaşım ile öğretimin temel amacı, çeşitli disiplinlere ait bilgilerin belirli bir amaç/kavram/olgu doğrultusunda kullanılmasıdır. Çalışmaya göre 6 disiplin ve 11 kazanımla ilişkili 7 adet çevre içerikli etkinlik olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada disiplinlerarası öğretim Jacobs ve Borland (1986) modeline göre gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya göre; fen derslerine yönelik disiplinlerarası etkinlikler tasarlanması önerilmektedir. Etkinliklerin daha fazla disiplinlerarası kazanım ile ilişkilendirilmesi gerektiği ve farklı disiplinler ile ilişkilendirmelerin açık ve net bir şekilde yapılması bir gereklilik olarak sunulmaktadır.

Poggi vd. (2017) fen eğitiminde entegre yaklaşımı kullanarak enerji konusunun öğretimi üzerine gerçekleştirdiği çalışmada temel nokta, öğrencilerin enerji kavramının bazı yönlerini anlama ve bilgilerini doğal olayların anlaşılmasında kullanma aşamasında

yaşadıkları problemler olarak belirlenmiştir. Çalışmada, termodinamiğin birinci ve ikinci yasalarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçleri yorumlamak için kullanıldığı enerji öğretimine araştırma temelli disiplinlerarası bir yaklaşım sunulmaktadır. Üç disiplinin (fizik, kimya, biyoloji) içeriği, enerjinin altı temel yönüne (formu, transfer, dönüşüm, koruma, bozulma ve entropi) odaklanarak ve ortak öğretim metodolojileri kullanılarak yeniden yapılandırılmıştır. Modüler öğretim, deney/kontrol grubunda yer alan 39 orta öğretim öğrencisi (15-16 yaş) ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan modül, fizikte ve genel olarak bilimde temel bir kavram olan enerji kavramının öğretiminde disiplinlerarası bir yaklaşımın etkinliğini teyit ederek bu kavramın daha iyi anlaşılmasını teşvik etmektedir. Çalışmada veriler 30 soruluk bir ölçme aracıyla toplanmıştır. Çalışma sonucunda deney grubundaki öğrenciler, üç disiplinde farklı enerji formlarını, enerji transferlerini ve süreçlerin yönünü belirleyip bunlarla başa çıkabilmişlerdir. Öğrenciler ayrıca kapalı sistemlerde enerji tasarrufu ile ilgili problemleri çözmede daha fazla başarı göstermişlerdir. Öğrenciler entropi kavramını oldukça kolay bir şekilde benimsemişlerdir. Öğrencilerin entropi ile kendiliğinden oluşan süreçler arasındaki bağlantı ve entropi ile enerjinin termal enerji şeklinde yayılması arasındaki ilişkileri çoğunlukla anladığı görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin ise, bir sistemin enerjisinde bir değişimin ne zaman ve nasıl meydana gelebileceğini anlamada sorunlar yaşadığı görülmüştür. Ayrıca, enerjinin farklı süreçlerde 'yaratıldığı' veya canlı organizmaları ilgilendiren süreçlerin bir şekilde 'yaşam' ile bağlantılı özel kurallara uyması gibi tipik yanlış anlamaları da ifade ettikleri görülmüştür. Kontrol grubundaki öğrencilerin bir sürecin sonucu olarak iç enerjinin değişimini fark etmedikleri ve iç enerji kavramını termal enerji ile karıştırdıkları görülmüştür. Son olarak, öğrenciler aktiviteler sırasında açıkça tartışılmayan günlük süreçlerde enerji tüketen fenomeni fark edemedikleri için kontrol grubu için enerji bozulması kavramını kavramak zor olmuştur. Genel olarak fizikte ve bilimde enerji konusunun öğretiminde disiplinlerarası bir yaklaşımın gerekliliğini araştırma sonuçları ortaya koymaktadır. Çalışma verilerinin analizi sonucunda, enerji kavramının daha iyi anlaşılması önerilmektedir.

Gerke (2017) çalışmasında, ilkokullarda sınıflarda gerçekleştirilen disiplinlerarası eğitim uygulamalarına odaklanmıştır. Araştırmada Ontario ilkokul eğitimcilerinin sınıfta disiplinlerarası dersleri nasıl tasarladıkları ve uyguladıkları, bunun sonucu olarak öğrencilerde gözlemlenen sonuçlar incelenmiştir. Bu amaçla Ontario'daki okullarda çalışan iki ilköğretim eğitimcisiyle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sonucunda çalışmanın bulguları, çeşitli konuların disiplinlerarası bir müfredatta birleştirilebileceğini, ancak belirli konuların ayrı olarak öğretilmesi gerektiğini göstermektedir. Diğer bir bulgu,

katılımcıların disiplinlerarası bir müfredatı planlamak ve değerlendirmek için net başlangıç noktaları belirleme noktasındaki sıkıntılar olarak belirtilmiştir. Bu kapsamda izlenecek evrensel bir disiplinlerarası eğitim modeli olmadığından, disiplinlerarası eğitimi uygulamanın öğretmenlerin üstesinden gelmesi gereken çeşitli zorlukları da beraberinde getirdiği vurgulanmaktadır. Bu araştırma ile öğretmen eğitiminin disiplinlerarası eğitime açıkça değinmesi gerektiği ortaya konulmuştur. Yöneticiler de dahil olmak üzere tüm okulun disiplinlerarası yaklaşımı benimsemesi, bu yaklaşımı uygulamalarında öğretmenleri daha fazla desteklemektedir. Son olarak, sınıflarında disiplinlerarası uygulamaları uygulamak isteyen öğretmenler, tutarlı bir disiplinlerarası müfredat planlamak için diğer eğitimcilerle işbirliği yapılması gerektiği ve bu fırsata sahip olunmasının önemli olduğu ifade edilmiştir. Öğretmenler, disiplinlerarası öğretimi sınıflarına başarıyla dahil etmek için mevcut araştırmalardan özel ve başarılı stratejiler de ortaya çıkarabilecekleri yönünde cesaretlendirilmiştir.

Yürümezoğlu (2020) çalışmasında boya/pigment renklerini ve karışımlarını öğretmek için art arda dört uygulamalı deney tasarlamıştır. Bu etkinliklerde pigment renklerini, ışık renkleri (kırmızı-yeşil-mavi-RGB) aracılığıyla öğretmek için entegre ve yenilikçi bir yol izlenmiştir. Fen/fizik derslerinde ışığın ana renklerinin kırmızı-yeşil-mavi (KYM) olduğu ve ikincil renklerin camgöbeği (cyan)-magenta-sarı (CMY) olduğu öğretilir. Işık renklerinden pigment renklerine geçiş yapmak için; renklerle ilgili tamamlayıcı renk teorisi bağlamında bağlantı kurulmuştur. Bu bağlantı ışığın ana renkleri üst üste eklendiğinde oluşan camgöbeği (cyan), magenta ve sarı (CMY) renklerinin birincil pigment renkleri olarak tanımlanmasıdır. Her bir etkinlikte ele alınan ve gösterilen sonuçlar şu şekildedir. Birincil pigment renkleri ortamdaki beyaz ışıkla etkileşime girdiğinde ışığa karşı doğal bir davranış sergiler bir renk ışığı emer ve iki rengi ileterek ikincil renkler (CMY) olarak görünür. Pigmentin bu ana renkleri (CMY) ikişer ikişer etkileşime girdiğinde ikincil pigment (KYM) renklerine dönüşürler. Beyaz ışık varlığında üç rengin (cyan-magenta-sarı) üst üste geldiği alanlarda, bu sefer üç renk karşılıklı etkileşim içindedir. Etkileşim alanına ulaşan beyaz ışık bu üç yollu kesişme noktasından çıkmaz ve bu nedenle ortam ışıksız veya karanlık olur.

Kamata ve Matsunaga (2007) iki tür optik deney geliştirmiştir. Bu deneylerde üç ana renk ışık yayan diyotlara (LED'ler) sahip mini meşaleler kullanarak renk karışımı ve floresan olayı gösterilmektedir. Deneylerde kullanılan araçlar basit ve ucuz olduğu için öğrencilere deneyleri kolaylıkla tekrar deneme ve kendi başına geliştirebilme imkanı vermektedir. Geliştirilen deneylerin, optiğe temel giriş vermenin yanı sıra, öğrencilerin okulda öğrendikleri

bilimin günlük yaşamlarında nasıl kullanıldığını anlamalarına yardımcı olması beklenmektedir. İlk etkinlikte öğrenciler ana renklerden farklı renkler yapmak için ikiden fazla LED'in gerekli olduğu çıkarımını yapmaktadırlar. İkinci etkinlikte ise öğrencilere sadece iki ışığın etkileşiminin değil bir ışık ve bir renkli (pigment) yüzeyin etkileşiminin de renk teorilerinde etkili olduğu gösterilmektedir.

Birriel ve Birriel (2020) günlük yaşamda karşılaşılabilecek bir durum olan gökkuşağı oluşumunun sınıf ortamında deneysel düzenekle tartışılarak dayandığı bilimsel temellerin öğretimi gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda Güneş ışığının gözlenmesi için hazırlanan deneysel düzenekte bir metre uzunluğunda bir çubuk, bir kıskaç tutucu ve bir dikiz aynası kullanılmıştır. Hazırlanan düzenekte gümüş kaplı ayna yüzeyinin arkasından üçüncü yansımadan sonra aynanın altına yakın bir yerde spektrum gözlemlenmektedir. Gerçekleştirilen etkinlikte; yansıma, kırılma, dağılma, prizmalar ve gökkuşakları gibi temel kavramların tartışması gerçekleştirilebilir. Ayrıca renkler ile ilgili tartışmalar da gerçekleştirilebilir.

Planinsic ve Etkina (2019) araştırmasında fizik derslerinin öğretiminde modern cihazların entegre edilmesi üzerine bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçevenin cihazı kara kutu olarak kullanmak, cihazın çalışmasının ardındaki fiziği öğretmek için kullanmak ve modern cihazın nasıl çalıştığına ilişkin bilgiyi kullanarak yeni bir fizik bilgisini öğretmek olmak üzere üç bileşeni olduğu ifade edilmektedir. Lazer mesafe ölçer cihazı ve 3 led lamba kullanılarak sunulan çerçevenin uygulama örnekleri sunulmaktadır. Modern bir cihazı kara kutu olarak kullanmak öğrencilerin cihazın mekanizmasının işleyişine girmeden ilgi çekici bir sitemin belirli özelliklerine kullanma deneyimi sağlamakta ve bilinmeyen soyut bir durumun somutlaştırılmasında kullanılmaktadır. Araştırmada lazer ışığı ve el feneri gibi ışık kaynaklarının ışığın kırılması özelliklerinin farklarını karşılaştırma, bir led lamba ile akkor ampulün açılıp kapatılması arasındaki tam parlaklığa ulaşma sürelerinin karşılaştırılması ya da mesafe ölçümünde beyaz ve siyah nesnelerde ışık ile ölçüm yaparken ölçülen mesafelerde soğurulma farkından kaynaklı bir farklılık olup olmayacağı gibi farklı düzenek örnekleri bilimsel bilgi sıralamasıyla sunulmaktadır. Ayrıca araştırmada aynalarda ışığın yansıması, düzgün ve dağınık yansımanın gösterilmesinde lazer mesafe ölçerin kullanım örnekleri, farklı yoğunluğa sahip ortamlarda ışık hızının değişmesinin gösterimi etkinlikler ve sorgulama süreçleri ile sunulmaktadır. Ayrıca öğrencilere beyaz, kırmızı, yeşil ve mavi led lambaların spekturum özelliklerini gözlemledikleri, bu ledler ile tamamlayıcı renklerin öğretilmesi, ışık renklerini karıştırmanın temellerinin öğretildiği etkinliklere yer verilmiştir. Fizik bilgilerini

derinleştirme ve genişletme noktasında modern cihazların kullanımının ek keşiflere imkan sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada yer verilen deneysel düzenekler ile ilgili video paylaşım linkleri de sunulmaktadır.

Schulze vd. (2020) fiziksel temellerden yola çıkarak renk karışımlarını öğretmeye yönelik ortaokul ve üzeri düzeye uygun etkinlik tasarlamışlardır. Temel deney düzeneği, bir renk filtresinin etkisinin yanı sıra eksiltici renk karışımını araştırmak için tasarlanmıştır. Küçük uyarlamalarla, ilave renk karışımını incelemek için de kullanılabilmektedir. Bu deney düzeneği, ana renkler yerine fiziksel prensiplere odaklanan ve renk algısı ile spektral kompozisyonu aynı anda gözlemlemeyi sağlamaktadır. Tüm renklerin karıştırılması ve eşleştirilmesi, sürecin anlaşılmasını pekiştirmektedir. Öte yandan, ana renklerin belirlenmesi, bu renklerin kombinasyonuna dayalı tüm renk uzayını tanımlamak için esastır. Eksiltmeli ve eklemeli renk karıştırma sistemleri için en uygun ana renk seçimi sorusu, insan gözünün fizyolojisi ve baskıdaki teknik fizibilite dikkate alındığında oldukça zordur ve bu deneylerle kolayca cevaplanamaz. Araştırmada fizik öğretmen adaylarının renk karışımını fiziksel bir bakış açısıyla açıklamakta zorlandıkları ifade edilmektedir. Eklemeli ve çıkarmalı renk karışımı arasındaki farkları belirtmek için birincil ve ikincil renkler arasındaki ayırıma bağlı kalınmaktadır. Işık ile renklerin her iki yöntemde gösterimi gerçekleştirilmektedir. Aydınlatmanın renk metamarizmi üzerindeki etkisini vurgulamak için farklı ışık kaynakları kullanılmaktadır. [Burada geçen "*metamarizim, cisimlerin renginin farklı ışık kaynakları altında renk ve tonlarının farklı görülmesi* (Doğan & Yüzügüllü, 2011)" olarak ifade edilebilir.] Halojen lamba, floresan lamba veya LED ışık kullanırken aynı nesnenin farklı renk algılarını karşılaştırmak ve metamerleri aramak, aydınlatma ile nesnelerin algılanan rengi arasındaki etkileşimin iki yönü olarak verilmektedir.

Rosi vd. (2016) çalışmasında magenta dediğimizde neye baktığımızı irdelemektedir. Ev yapımı bir spektrofotometre tasarımı yapılmakta ve RGB ve CMYK renklerinin ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Erwin Schrödinger renk teorisine önemli katkılarından, bilgisayar (Pc) ekranı ve lazer yazıcılardaki çalışma prensipleri üzerinden eklemeli ve çıkarmalı renk oluşumları arasındaki farklar belirtilmektedir. Bu farkları ortaya koymada ve eklemeli-çıkarmalı renk teorilerinin anlaşılmasında spektroskopinin ne kadar önemli olduğuna dikkat çekilmektedir. Renk teorisini ve renk karıştırma yöntemlerini tam olarak anlamak için insan gözünün fizyolojisini açıklanmasının gerektiği konusunda ısrar edilmektedir. Diğer renkler spektrumda bir frekans değerine sahip iken magenta güneş spektrumuna ait değildir. Monokromatik bir dalga boyuna sahip değildir. Magenta'nın bu gizemi Schrödinger tarafından

ideal pigment olarak ifade edilmektedir. Magenta kırmızı ve mavi reseptörlerin eşit olarak uyarılması ile algılandığı düşünülmektedir. Çalışmada sunulan etkinlik, öğrencileri dijital cihazların çalışma prensiplerini keşfetmeye ve aynı zamanda renklerin fiziğini anlamaya yönlendirmektedir. Ekranlarda kullanılan toplamsal renk modelleri ile yazıcılar tarafından kullanılan eksiltici renk modellerinin karşılaştırılması, ışığın davranışının daha iyi anlaşılmasına ve görünür tayfın tanınmasına yol açmaktadır.

2.8.2. Bilimsel Süreç Becerisi ile ilgili Çalışmalar

Bu bölümde bilimsel süreç becerileri üzerine ulusal ve uluslararası alan yazında yer alan çalışmalar yer almaktadır. Alan yazın incelendiğinde bilimsel süreç becerileri üzerine ölçek geliştirme çalışmaları, bilimsel süreç beceri düzeyine yönelik araştırmalar, deneysel uygulamalar ve bilimsel süreç becerisi geliştirmeye yönelik etkinlik geliştirme çalışmaları olarak farklı odak noktalarına sahip olabilmektedir. Bilimsel süreç becerisi düzeylerine yönelik çalışmalarda öğretmen adaylarına yönelik çalışmaların yoğunluk gösterdiği, bilimsel süreç becerisi geliştirmeye yönelik çalışmalarda ise okul öncesinde yoğunluklu olarak tek tek beceri üzerine çalışılma yönünde eğilim yer almaktadır. Ortaokul düzeyine yönelik çalışmalarda disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının etkilerinin incelendiği çalışmaların az da olsa yer aldığı görülmektedir. Bilimsel süreç becerileri, fen öğretiminde öncelikli öğretilmesi gereken beceriler olarak Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında yerini almaktadır. Fakat yapılan incelemeler fen bilimleri kitaplarında ve öğretiminde yeterince üzerinde durulmadığını göstermektedir. Bu tez çalışmasında ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri üzerinde disiplinlerarası entegrasyona yönelik fen öğretiminin etkileri incelenmektedir.

Karpuz (2023) 2022-2023 öğretim yılında yedinci ve sekizinci sınıflarda kullanılan MEB fen bilimleri ders kitaplarında fizik konularındaki bilimsel süreç becerileri ile öğretim programındaki bilimsel süreç becerileri arasındaki ilişki incelenmiştir. Yedinci ve sekizinci sınıf ders kitapları, fizik ünitelerinde ölçmeyi hedeflediği bilimsel süreç becerileriyle öğretim programındaki bilimsel süreç becerileri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, fen bilimleri ders kitapları içeriği ile fen bilimleri öğretim programı kazanımlarında yer alan deneysel ve bilimsel süreç becerilerinin birbiri ile paralel şekilde artırılması vurgulanmaktadır.

Wargo (2022) çalışmasında öğrencilerin bilimsel süreçleri öğrenmelerinin önemi ve basit bir problem gibi görünen bir durumun çözümünde öğrencilerin yaşadığı süreç yer almaktadır. Uluslararası düzeyde yayınlanan Next Generation Science Standards (NGSS)

bilimsel çalışmaları teşvik etmek için yayınlandığını fakat eğitim kültürüyle ilişkilendirilmediği sürece başarısız olacağını ifade etmektedir. Araştırmada yer alan en önemli nokta NGSS'nin bilim ve mühendislik uygulamaları üretmek için önerdiği sekiz basamak için bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki ince ayrımın ortaya konulmasıdır. Öğrenciler bir problem durumu çözümü için araştırılabilir bir iddia ortaya koymakta, beyin fırtınaları gerçekleştirmekte, arkadaşlarına tasarımlarını sunmakta, görüşlerini almakta ve çözüm için model oluşturmaktadırlar. Adım adım bilimsel süreçlerin uygulanması ile projelerin yapılmasının ve bilim konferanslarına öğrencilerin hazırlanmasının aslında bilim insanlarının yaşadığı süreç hakkında öğrencilere deneyim kazandırdığı ifade edilmektedir. Öğrenciler uzun vadeli projelere katıldığında bilim insanları gibi düşünmekte, hareket etmekte ve konuşmaktadırlar. Kabul edilebilir bilimsel açıklamalar yapabilmekte ve bilgilerinin sınırlarını fark etmektedirler. En önemlisi de ifade edilen tüm bilim ve mühendislik uygulamalarına katılmaktadırlar.

Sitepu vd. (2021) çalışmada öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmek için kılavuzlu sorgulamaya dayalı öğretim materyallerini geliştirmişlerdir. Kaliteli öğretim materyallerinin, (1) geçerli, (2) pratik ve (3) etkili olmak üzere bu üç unsuru-geçerlilik yönlerini karşılıyorsa başarılı olduğu söylenebilmektedir. Geçerlilik, araçların uzmanlar ve akranlar tarafından içerik, yapı ve dil doğrulamasını içermesinin onaylanmasından elde edilmektedir. Pratiklik, öğretim materyallerinin öğretmen tarafından planlandığı ve öğrenciler tarafından kolayca anlaşıldığı şekilde uygulanabileceği anlamına gelmektedir. Etkililik, öğrenme sürecinin ve öğrenme çıktılarının bir değerlendirmesini içeren otantik değerlendirmenin sonuçlarıdır. Fizik öğretimi için geliştirilen öğretim materyalleri yalnızca materyal uzmanlarından oluşan bir ekibin, yani iki doğrulayıcının (2 öğretim görevlisi) değerlendirmesinden geçerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Öğretim materyallerinin geçerliliği, öğretim materyallerinin formatı ve içeriği konusunda akademisyenlerin ve uygulayıcıların bir değerlendirme/onaylama sayfası ile ölçülen ve çok iyi, iyi, yeterli, zayıf veya iyi olmadığını beyan eden bir değerlendirme kullanılmıştır. Materyal uzmanları, geliştirilen fizik öğretim materyallerinin, müfredata uygun olması ve problemlerin etkinlik sunumunun başlangıcına yerleştirilmesinin, sorgulamanın bir özelliği olması nedeniyle okullarda öğrenmeye yönelik öğretim materyali olarak kullanılmaya uygun (çok iyi kategoride %87.5) olduğu tespit edilmiştir. Öğrenme sürecinde öğrenciler kendi başlarına deneyim ve bilgi edinebilir, bilimsel araştırma yapabilir ve entelektüel yeteneklerini uygulayabilmektedirler. Bilimsel süreç becerileri, gerçeklerin ve kavramların, tutumların ve değerlerin keşfedilmesi ve geliştirilmesi için itici bir güçtür. Bu keşif süreci, bilimsel yöntemle

deneyler yoluyla yapılmaktadır. Öğrenciler deneysel verileri nesnel olarak okumakta ve bu verilerden bir sonuç çıkarılabilmektedirler.

Öztaş Cin ve Yürümezoğlu (2020) çalışmada sorgulamaya dayalı fen öğrenme yaklaşımı kullanılarak limon tohumunun bir fide haline geldiği bir süreç tasarlamışlardır. Bu rehberli sorgulamaya dayalı etkinliğin amacı, çocukların gerçek yaşam sorunları ile bilimsel kavramlar arasında bir ilişki kurması ve temel bilimsel süreç becerileri arasında entegre bir gözlem ve ölçüm uygulaması gerçekleştirmesidir. Tüm sınıf seviyelerindeki öğrencilere, soru sorabilecekleri, gözlem yapabilecekleri, uygun gözlem ve ölçme araçlarını kullanabilecekleri, kanıtlar ve açıklamalarla ilgili eleştirel ve mantıksal düşünme pratiği yapabilecekleri bir platform sunan öğrenme ortamlarıyla meşgul olmaları için her türlü bilimsel araştırma fırsatına izin verilmelidir. Bu çalışmada etkinlik, Yeni Nesil Bilim Standartları performans beklentileri doğrultusunda altıncı sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Öğrenciler yaklaşık üç aylık bir süre boyunca limon tohumlarının çimlenmesini ve büyümesini gözlemlemişlerdir. Bu süre zarfında sadece nihai ürünü görmekle kalmayıp, süreci de deneyimleyip değerlendirmişlerdir. Limon tohumlarında çimlenme, büyüme ve gelişme sürecini ele alan bu çalışma, sorgulamaya dayalı bir aktivite ile öğrencilerde temel bilimsel süreç becerilerinin bütünsel gelişimini desteklemektedir. 11-13 yaşları arasındaki öğrencilerin bu üç yıllık etkinliğe aktif olarak katıldıkları ve çimlenme ve büyüme sürecine ilişkin kavramsal bir anlayış geliştirdikleri, psikomotor becerilerini geliştirdikleri, çevreye ve doğaya karşı olumlu tutumlar edindikleri gözlemlenmiştir. Özellikle uygulama süresinin uzun olması, öğrencilerin tohumdan fideye kadar bir bitkinin büyüme sürecindeki tüm aşamalarını adım adım sorgulayarak takip etmelerine olanak tanıyıp, öğrenciler arasında çok güçlü bir farkındalık yaratmıştır.

Mushani (2021) çalışmasında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin fen eğitiminde bilimsel süreç becerileri (BSB) üzerine yapılan çalışmaları ülkeler bağlamında analiz edip bir değerlendirmesini sunmaktadır. Bilimsel süreç becerilerinin eğitimsel önemi göz önünde bulundurularak dünya çapında yürütülen, İngilizce yazılmış ve tam metinleri veri tabanlarında bulunan hakemli dergilerin 1987-2018 yılları arasındaki makaleleri kapsamaktadır. İlk taramada 198 makaleye ulaşılmış olup inceleme sonucunda 31 çalışma araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırma sonucunda gelişmiş ülkelerde fen eğitiminde BSB konusunda gelişmekte olan ülkelere göre daha fazla çalışma yapıldığı tespit edilmiştir. İnceleme sonucunda bilimsel süreç becerilerinin tüm eğitim seviyelerinde fen eğitimi müfredatına dahil edildiği görülmektedir. Bilimsel süreç becerilerinin 21. yüzyıl bireylerinin sahip olması gereken diğer becerilerin gelişimini desteklediği vurgulanmaktadır. Bu nedenle fen eğitiminde bilimsel süreç

becerileri eğitiminin hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için ihtiyaç olarak görülmektedir.

Özdeniz vd. (2023) araştırmasında disiplinlerarası yaklaşımı benimseyen uygulamanın öğrencilerin bilimsel akıl yürütme ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Uygulamalı bilim öğretim tasarımının öğrencilerin bilimsel akıl yürütme gelişimine katkı sağladığı söylenebilir. BSB testinden elde edilen bulgulara göre, araştırmada yapılan uygulamanın öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkı sağladığı söylenmektedir. Ancak bilimsel akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesi için daha uzun süreli çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Kramer vd. (2018) araştırmasında bilimsel süreç becerilerini öğreten çevrimiçi, etkileşimli eğitim tasarımı gerçekleştirmiş ve bunu değerlendirmiştir. Araştırmada her biri farklı bir bilimsel süreç becerisini ele alan yedi etkileşimli dijital modül oluşturulmuş olup bunlar biyoloji dersine entegre edilmiştir. Araştırmacılar öğrencilerin bilimsel keşif sürecini ilk elden deneyimlemelerinin önemli olduğuna karar verip bu tarz bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. Dijital modül ile eğitim alan ve ders kitabı ile eğitim alan öğrencilerin bu becerileri uygulama yeteneği üzerindeki etkisi kıyaslamaktadır. Araştırma sonucunda, dijital modül entegrasyonu öğrencilerin BSB ve akademik başarıları üzerinde anlamlı etkiye sahiptir.

Köngül ve Yıldırım (2021) araştırmalarında disiplinlerarası entegrasyonun ortaokul öğrencilerinin BSB ve performanslarına etkisini incelemişlerdir. Araştırmada altı hafta boyunca öğrencilere disiplinlerarası entegrasyon uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretimi gerçekleştirilmiş ve toplamda dört etkinlik uygulanmıştır. Araştırmada disiplinlerarası entegrasyonla desteklenmiş fen öğretiminin öğrencilerin BSB üzerinde anlamlı düzeyde bir fark oluşturduğu tespit edilmiştir.

Yürümezoğlu ve Öztaş Cin (2019) doğadan ‘fraktal’ bir model kullanarak çocukların erken yaşta bilimsel gözlem becerilerinin gelişimini desteklemeyi amaçlamaktadır. Etkinlik, altı yaşındaki çocukların bulunduğu bir okul öncesi kurumda üç farklı ortamda (sınıf içi, sınıf dışı ve okul dışı) ve yedi aşamada gerçekleştirilmiştir. Çocukların doğal/kendiliğinden gözlem becerilerini bilimsel gözlem becerilerine dönüştürmeyi amaçlayan bu etkinlikte, sistematik ve sıralı gözlem gerçekleştirilmiştir. Basit, yenilikçi ve özgün bir çerçevede tasarlanan bu sıralı gözlem etkinliği, sadece çocukların kalıpları keşfetmesi için değil, aynı zamanda genel olarak bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesini ve özellikle erken yaşta sistematik gözlem beceri

kazanımı sağlayarak bilimle ilgilenmek için ilk sistematik adımı atmanın temelini oluşturmuştur. Doğadan sınıfa bir kesit almakla başlayan etkinlik, öğrencilerin sistematik gözlemler yapma ve benzer örüntüleri daha geniş bir çerçevede yakalama ve her seferinde daha ileri bir düzeye taşıma becerilerini geliştirmiştir. Bu yenilikçi ve sistematik gözlem etkinliğinden elde edilen en dikkat çekici bulgulardan biri, çocukların gözetimsiz gözlem aşamalarında zorluk çektikleri ve göreve yeterince odaklanamadıkları olmuştur. Bunun yanında çocuklar yönlendirildiklerinde coşkuyla aktivitenin aşamalarını takip edip, ilk bakışta söyleyecek pek bir şeyleri olmayan bitki dallarının özelliklerini yorumlamaya başladıkları görülmüştür. Yapılan gözlem çalışmaları sonucunda öğrencilerin bitki dalları arasındaki benzerlik ve farklılıkları kolaylıkla gözlemleyip desenleri tanıdıkları ve daha önce gördükleri ancak gözden kaçırdıkları diğer detayları ve kalıpları da fark etmeye başladıkları görülmüştür. Etkinlik sonunda çocukların bir bütünü parçalarına ayırma ve kalıplara göre parçaları bir araya getirme, detaylı gözlem yapma ve sistematik veri toplama ile ilgili beceriler geliştirdikleri ve bu becerileri dışarda başarıyla uyguladıkları tespit edilmiştir.

2.8.3. Akıl Yürütme Becerisi ile ilgili Çalışmalar

Bu kısımda akıl yürütme becerisi üzerine ulusal ve uluslararası alan yazında yer alan çalışmalar yer almaktadır. Akıl yürütme becerisi üzerine yapılan çalışmaların çoğunlukla durum tespiti ya da akıl yürütme becerisinin ne olduğu, kapsamı, alt becerileri ve nasıl tespit edilebileceğine yönelik kuramsal çalışmalar olarak görülmektedir. Akıl yürütme becerilerinin ayrı bir beceri grubu olup olmadığı ya da bilimsel süreç becerilerinin içerisinde yer alan beceri grubu olup olmadığı tartışılmaktadır. Alanyazında yer alan araştırmalar incelendiğinde ilk başlarda öğretmen adaylarının akıl yürütme becerileri üzerine yoğunlaşıldığı görülürken son on yıl içerisinde ilkokul ve ortaokul düzeyinde yer alan öğrencilerin akıl yürütme becerileri üzerine araştırmaların yoğunlaştığı görülmektedir. Deneysel tasarıma sahip akıl yürütme becerisi araştırmalarının ise az sayıda olduğu ve çoğunlukla sorgulamaya dayalı yaklaşımın etkisini ölçme kapsamında olduğu görülmektedir. Henüz alan yazında tanımı, kapsamı ve nasıl uygulanacağının bile tartışmalı olduğu disiplinlerarası entegrasyona dayalı öğretim uygulamalarının akıl yürütme becerileri üzerine etkisini inceleyen araştırmaların yok denilecek kadar az sayıda olması dikkat çekmektedir.

Cabello vd. (2021) çalışmasında ilköğretim dördüncü sınıf öğrencileri ile depremler-tektonik konusunda bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin bilimsel bir olgu/olay (depremler) ile ilgili çizim ve yorumları üzerinden akıl yürütme becerileri ve bilişsel metodolojik ilerlemeleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin

ileri düzeyde akıl yürütmeye sahip oldukları tespit edilmiştir. Araştırmacılar uygulama başında örgün öğrenmenin başlarında sayılabilecek dördüncü sınıf öğrencilerinin bir olgunun/olayın nedenlerine dayanan açıklama yapabildiğini belirtmektedir. Uygulama sonunda öğrencilerin depremleri destekleyen bilimsel teoriye yönelik daha karmaşık akıl yürütmeler gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir.

Schlatter vd. (2021) çalışmasında 160 ilkokul öğrencisinin akıl yürütme becerilerini incelemişlerdir. Bilimsel akıl yürütme becerisinin birçok bileşenden oluştuğunu ve etkilendiğini belirtmektedirler. Bu incelemede; okuduğunu anlama, sayısal yetenek ve problem çözme becerileri olmak üzere üç belirleyicinin rolü incelenmiştir. Okuduğunu anlama ve sayısal yetenek kapsamında standartlaştırılmış testler kullanılmasına rağmen problem çözme becerisini ölçmek için görev tamamlama/uygulamalı bir test kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin uygulama noktasında en yüksek, verileri analiz etme ve sonuç çıkarma noktasında en düşük ve hipotez oluşturma ve çıkarım yapma noktasında da orta düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Okuduğunu anlama, akıl yürütmenin hipotez oluşturma dışındaki diğer tüm alt becerilerini/bileşenlerini açıklayan tek belirleyici olarak ifade edilmektedir. Araştırmacılar öğrencilerin akıl yürütme becerileri değerlendirilirken aralarındaki bireysel farklılıkların ve diğer bileşen becerileri arasındaki farklılıkların dikkate alınması gerektiğini belirtmektedirler.

Engelmann vd. (2016) çalışmasında bilimsel akıl yürütme üzerine gerçekleştirilen deneysel ve yarı deneysel çalışmaların metaanaliz ile etki boyutlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada özellikle ilköğretim ve ortaöğretimde akıl yürütmeyi geliştirici yaklaşımların bütüncül bir analizinin olmadığı ve bu nedenle meta analiz ile tüm yaş gruplarındaki etkiyi ortaya koymak için 30 çalışmayı incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre değerlendirilen çalışmaların etki boyutunun orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Tüm yaş gruplarında gerçekleştirilen müdahalelerin çalışmada önerilen akıl yürütmenin üç farklı yönü olan bilimsel keşif, bilimsel tartışma ve bilimin doğasını anlamayı kolaylaştırdığı görülmüştür. Akıl yürütme kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda küçük yaş grubunda değişkenlerin kontrolüne, büyük yaş grubunda ise tartışma noktasına odaklanıldığı belirlenmiştir. Analizlere göre yapıcı ve etkileşimli öğrenme etkinliklerinin olumlu etkiler yarattığı fakat önemli ölçüde/anlamlı düzeyde farklılık göstermediği ortaya konulmaktadır.

Croker ve Buchanan (2011) tarafından yapılan çalışmada gerçek yaşam bağlamında akıl yürütme becerileri çocukların hipotez test stratejilerinin önceki inançlarından nasıl etkilendiği şeklinde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma ‘Ağız sağlığı’ konu kapsamında

3-11 yaş arası 144 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 4 temel problem içeren öykü-senaryo ile birçok resim kullanılmıştır. Her senaryoda bir karakter sunulup onun ağız sağlığı uygulamaları anlatılmış ve bu senaryo üzerinden çocukların seçimlerine göre akıl yürütme becerileri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca ağız sağlığı bilgilerini, inançlarını ve uygulamalarını belirlemek için katılımcılarla görüşme yapılmıştır. Araştırma sonucunda kanıtlar çocukların önceki bilgilerine uyumlu olup-olmamasına göre hipotez testte kullandıkları stratejileri etkilediğini göstermektedir. Katılımcıların cevaplarından alana özgü bilgilere güvendikleri ve hipotezi çürütmeye veya kanıtları dikkate almaya çalışmadıkları tespit edilmiştir. Katılımcıların mantıksal olarak uygun yanıtı seçip seçmemeleri üzerinde yaşın etkisinin olmadığı, ancak yaşın hem iyi hem de kötü sonuç senaryolarının açıklamaları üzerinde etkisi olduğu ve daha büyük çocukların, küçük çocuklardan daha fazla kanıta dayalı yanıtlar verdiği tespit edilmiştir.

Osterhaus vd. (2020) çalışmada ilkokul düzeyinde öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerini ölçmek amacıyla Science-P Akıl Yürütme Envanteri (SPR-I) geliştirmiş ve örneklem üzerinde uygulama sonuçlarını sunmuştur. Çocukların bilimsel akıl yürütmelerinin çeşitli bileşenlerinde (deney, veri yorumlama, bilimin doğasını anlama) kavramsal ilerlemelerini ölçmek üzerine geliştirilmiş, sınıf tabanlı yeni bir kağıt ve kalem ile uygulanan ölçüm aracıdır. Ölçme aracı 19 maddeden oluşan SPR-I ve 7 maddelik indirgenmiş bir versiyonu olan -SPR-I (7)- olmak üzere iki versiyon halinde sunulmuştur. Bilimsel akıl yürütme becerisinde hipotez-kanıt ilişkisini anlamanın, deney veya veri yorumlama dahil olmak üzere çok sayıda bilimsel akıl yürütme becerisinin temeli olduğu belirtilmektedir. Bilimsel akıl yürütmenin kavramsal gelişim modelini yani çocukların geniş bilimsel akıl yürütme becerilerinin, çocukların hipotez-kanıt ilişkisinin kavramsal anlayışını ve dünyanın fikirleri ve durumları arasındaki epistemolojik farklılaşmayı temel almaktadır. Hipotez ve kanıt arasındaki ilişkiyi anlamak, çocukların NOS-bilimin doğası anlayışının çok önemli bir yönüdür ve birçok araştırmacı, bilimsel okuryazarlıkta önemli bir yeterlilik olarak kabul etmektedir. Bu çalışmada, çocukların bilimsel muhakemesinin (SPR-I ile ölçüldüğü üzere) genel bilişsel yeteneklerinden (zeka) ve okuma yeterliliklerinden açıkça tanımlanabileceği görüşü irdelenmiş ve sonuçlara göre bu görüşün desteklendiği görülmüştür. Deney yapma becerileri nispeten erken yaşta ortaya çıkmakta 9 yaşındaki öğrencilerin problem durumunun çözümünde kontrollü bir deneyi tercih ettiği görülmüştür. Veri yorumlamanın çocuklar için, özellikle çok sayıda değişken sunulduğunda veya çocukların artan, sabit veya azalan bir fonksiyonun sözlü tanımını doğru bir şekilde grafiğe dönüştürmeleri gerektiğinde

zorlandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca ilkokul çocuklarının NOS-bilimin doğası anlayışlarının geleneksel olarak yetersiz olduğu görülmüştür.

Lazonder ve Janssen (2021) çocuklar için performansa dayalı bilimsel akıl yürütme testi geliştirmekte ve bu testin örnekleme uygulama sonuçlarını sunmaktadır. Çocukların düzeyine uygun bilimsel akıl yürütmeyi değerlendirmek için çok fazla araç olmadığından, çocukların beş temel bilimsel akıl yürütme sürecine (tahmin etme, deney yapma, yorumlama, verileri değerlendirme ve sonuç çıkarma) yönelik yeni bir performansa dayalı test geliştirilmiştir. Küçük gruplarla deneme uygulamaları sonucunda gerçekleştirilen düzenlemelerden sonra teste 15 maddeden oluşan son hali verilmiştir. Geliştirilen test araştırma konusu farklı (rampalar, zıplayan toplar ve arabalar) üç paralel versiyon halindedir. Testin her versiyonundaki 15 madde, dört sorgulama döngüsü halinde düzenlenmiştir. Tüm maddeler sözlü olarak verilip, çocuk sözlü olarak veya bir deney kurma gibi belirli bir eylemi gerçekleştirerek yanıt verebilmektedir. 7-10 yaş arası 170 çocukla yapılan bu çalışmanın sonuçları, testin iyi madde özelliklerine ve kabul edilebilir güvenilirliğe sahip olduğunu göstermiştir. İlk geçerlilik kanıtı, çocukların test puanlarının cinsiyetten ve önceki alan bilgilerinden etkilenmediğini ve büyük ölçüde dil ve matematik yeteneklerinden bağımsız olduğunu göstermiştir. Okuduğunu anlamanın bilimsel akıl yürütme üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Daha büyük çocukların daha küçük olanlardan daha iyi performans göstereceği hipotezi sonuçlar tarafından desteklenmemiştir. Bunun nedeni, bilimsel akıl yürütmenin 7 ile 10 yaşları arasında orta derecede gelişmesi şeklinde yorumlanmaktadır.

Ibrahim vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada bilimsel akıl yürütmenin konu bağlamına bağlı olup olmadığı teori kanıt koordinasyonu temel alınarak belirlenmeye çalışılmıştır. Kuhn'un bilimsel akıl yürütme çerçevesi ile desteklenen bu çalışma, üniversite öğrencilerinin kendi ürettikleri teori ve kanıtları bir fizik konusunda/konu bağlamında (enerji) ve içeriğe özgü olmayan (fiziğe dayalı olmayan) durumlarda nasıl koordine ettiklerini araştırmaktadır. Bilimsel akıl yürütme, herhangi bir bilimsel disiplin için çok önemlidir. Akıl yürütme her zaman açık olarak değil örtük olarak yer almaktadır. Bu nedenle teori kanıt koordinasyonu gerçekleştiğinde kişinin akıl yürütme seviyesi sözlü ya da yazılı ifadelerde söylenen açıklamalarla gözlemlenebilmektedir. Çalışmada 27 öğrenci, üçü enerji kavramlarıyla (fiziğe dayalı) ilgili ve ikisi fizik temelli olmayan durumlarla ilgili olan beş yazılı muhakeme görevini tamamlamıştır. Analizde teorinin eksiksizliği ve doğruluğuna, kanıtın kaynağı, teori kanıtı koordinasyonu veya koordinasyonun olmamasına, koordinasyon gerçekleşirse kanıtların teoriyi destekleyip desteklemediğine ve öğrencilerin açıklamalarının

kalitesine odaklanılmıştır. Öğrencilerin daha yüksek bir yüzdesi, fizik temelli olanların aksine, fizik temelli olmayan görevler için doğru bir teori sağlamıştır. Senaryo türünden bağımsız olarak, öğrenciler teorilerini desteklemek için öncelikle kanıtlarını kullanmışlardır. Çalışma, teori kanıt koordinasyonunun, fiziğe dayalı durumların aksine, esas olarak (örneklemin yarısından fazlası) fizik dışı için gerçekleştiğini göstermektedir. Koordinasyon gerçekleştiğinde, duruma bakılmaksızın ağırlıklı olarak düşük düzeyde bir açıklama üretilmiştir.

Mayer vd. (2014) ilkokul çağındaki çocukların akıl yürütme becerilerini değerlendirmekte ve bilişsel yeteneklerle ilişkisini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, ilkokul çağında kağıt-kalem ile uygulanan kapalı yanıt içeren, bilimsel akıl yürütmeyi geniş, ekonomik ve verimli bir şekilde ölçmek için bilimsel akıl yürütmenin farklı bileşenlerini kullanan bir ölçüm aracı oluşturmaktır. Bilimsel akıl yürütme dört farklı bileşen (bilimin doğasını anlama, teorileri anlama, deney tasarlama ve veri yorumlama) olarak ele alınmış ve alanyazında yer alan ölçeklerden toplanan maddeler ile bir ölçek oluşturulmuştur. Hazırlanan ölçek Rasch analizine göre güvenilirdir. Çalışma dördüncü sınıfta yer alan 155 öğrenci ile yürütülmüştür. Bilimsel akıl yürütme ile zeka, okuduğunu anlama (bilimsel okul yazarlık), engelleme yeteneği (stroop), uzamsal yetenek ve problem çözme becerileri arasındaki ilişki regresyon analiziyle incelenmiştir. Analizler ilkokul çağında bilimsel akıl yürütme ile okuduğunu anlama, zeka, problem çözme ve uzamsal beceriler arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Yalnızca engelleme yeteneği (stroop), bilimsel akıl yürütmeyle önemli ölçüde ilişkili bulunmamıştır. Bu bulgular, sözel ve sözel olmayan zeka bileşenlerinin yanı sıra, uzamsal yeteneklerin ve özellikle planlama ve problem çözme becerilerinin altta yatan yetenekleri temsil ettiğini ve bireysel farklılıklara katkıda bulunduğunu göstermektedir. Uzamsal yeteneklerle deneysel (akıl yürütme) korelasyon, uzamsal düşünmenin bilimde önemli araçlar olan grafikler ve diyagramlarda zihinsel, şematik ve grafiksel olarak ilişkiler hakkındaki fikirleri temsil etmek için önemli olduğu göstermiştir.

Luo vd. (2020) çalışmasında kanıt kullanma becerisini temele alarak ortaokul öğrencilerine yönelik bilimsel akıl yürütme becerisi ölçeği geliştirmişlerdir. Geliştirilen test bilimsel akıl yürütme ile ilgili kuramsal çerçeveye yönelik, PISA test öğeleri ve kendi geliştirdikleri öğeleri içeren bir bilimsel akıl yürütme değerlendirme aracıdır. Alan yazında yer alan çalışmalarda öğrencilerin akıl yürütmesini desteklemek için kanıt kullanma becerisinin yeterince ele alınmamış ve değerlendirilmemiş olduğuna vurgu yapılmaktadır. Bu çalışmada 6 seviyeli bilimsel akıl yürütme becerisi değerlendirme çerçevesi

kavramsallaştırılmış ve alan yazın sentezlenmesi yapılarak bir Delphi çalışması yoluyla yinelemeli olarak uygulanmıştır. Ölçek geliştirme aşamasında nicel ve nitel yöntemleri birleştiren veri çeşitlemesine gidilmiştir. Çin'deki 593 ortaokul öğrencisine (318 8. sınıflar ve 275 9. sınıflar dahil) uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda geçerli ve güvenilir bir test yapısı ortaya çıkmıştır. Geliştirilen ölçekte sadece kanıt kullanımına odaklanılmasıyla bilimsel akıl yürütmenin önemli bir rol oynadığı soru sorma, hipotez oluşturma, deney yapma, veri elde etme ve açıklamalar sunma gibi bilim yapma süreçleri neredeyse hiç ortaya çıkmamıştır. Ayrıca bilimsel akıl yürütmenin doğasının, bilimin doğası ile yakından ilişkili olduğundan, öğrencilerde bilimsel akıl yürütmenin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi, bilimsel bilginin üretilmesi ve test edilmesi ve gerçek bilim insanlarının çalışma prensipleri bilimin işleyiş süreçlerine derinlemesine yerleştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Sözü edilen bu noktalar çalışmanın sınırlılıkları arasında gösterilmektedir.

Lazonder vd. (2021) bilimsel akıl yürütmeyi bir araştırmayı tasarlama ve yürütme ile ilgili düşünme becerileri olarak ifade etmektedir. Çalışmalarında bilimsel akıl yürütme becerilerinin ilkokul yıllarında nasıl geliştiğini ve öğrenciler tarafından gerçekleştirilme yeterliğini incelemişlerdir. 7-10 yaş arasında 157 çocuk ile gerçekleştirilen boylamsal çalışmada arka arkaya üç yıl boyunca performansa dayalı bilimsel akıl yürütme testi uygulanmıştır. Çocukların beş bilimsel akıl yürütme becerisine hakimiyeti sözlü olarak uygulanan, performansa dayalı bir testle değerlendirilmiştir. Bu testteki 15 madde, gerçek ekipmanla pratik bir araştırma bağlamında sonuçları tahmin etme, deney yapma, yorumlama, verilerin özelliklerini değerlendirme ve sonuç çıkarma gibi alt beceriler ile bilimsel akıl yürütme becerilerini ele almaktadır. Çocuklar sözlü olarak veya belirli bir eylemi gerçekleştirerek (örneğin, bir deney kurarak) teste yanıt vermektedir. Test yöneticisi sözlü cevapları ve eylemleri kaydettiği için çocuklar okuma ya da yazma zorunda kalmamışlardır. Olası hatırlama gibi etkilerden kaçınmak için, çocuklar her yıl bu testin farklı bir versiyonunu uygulamışlardır. Bu üç versiyon (rampa versiyonu, otomobil versiyonu, zıplayan toplar versiyonu), araştırma konusu haricinde aynıdır ve çocukların dört tane ikili değişkenin sürekli bir sonuç ölçütü üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Doğru cevap 1, yanlış cevap 0 olarak puanlanmıştır. Çocuklar her bilimsel akıl yürütme becerisi için en fazla 3 puan ve dolayısıyla toplamda en yüksek 15 puan alabilmektedir. Bilimsel akıl yürütme ile ilişkili olduğu düşünüldüğünden dolayı öğrencilere 'Önceki Alan Bilgisi', 'Okuduğunu Anlama Testi' ve 'Matematik Testi' de uygulanmıştır. Okuduğunu Anlama Testi yaklaşık 200 ila 700 kelimelik açıklayıcı ve anlatı metinleri içermektedir. Bu metinlerin anlaşılmasının ölçümünde; çocuklardan cümleleri mantıksal sıraya göre düzenlemeleri, cümle parçalarını tamamlamaları

veya metnin kısımları hakkında çıkarımsal soruları yanıtlamalarını isteyen çoktan seçmeli maddeler kullanılmıştır. Doğru cevaplanan sorulara 1 puan verilmiştir. Matematik Testi aritmetik bilimsel muhakemeyi (özellikle verilerin yorumlanmasını ve değerlendirilmesini) kolaylaştırdığı ve kelime problemlerinden farklı olarak temel aritmetik işlemlerin okuduğunu anlama konusunda minimum etkisi olduğu için seçilmiştir. Çocuklar doğru çözülen her madde için 1 puan almıştır. Bu çalışmada çocukların gelişim sürecini kesitsel karşılaştırmalardan çıkarmak veya boylamsal verileri tek bir gelişimsel modele indirgemek yerine, gelişimdeki bireysel farklılıkları tasvir etmek için daha ince bir yaklaşım kullanılmıştır. Çalışma sonucunda düşük başarılı olarak sınıflandırılan çocuklar başlangıçtan itibaren düşük beceriye sahiptir ve yıllar içinde yavaş ilerlerken, başlangıçta yüksek başarı gösteren akranları pek ilerleme kaydetmemiş gibi görünmektedirler. Okuldaki öğrenme koşullarının çocukların % 43'ünün ihtiyaçlarına yeterince cevap vermediği görülmektedir. Geriye kalan çocuklar, çalışma sırasında bir noktada bir büyüme atağı yapmıştır, bu yaş grubu için normal bir durum olarak değerlendirilmiş ve optimal koşullar altında gelişimsel büyüme gösterebilecekleri belirtilmektedir. Ayrıca bilimsel akıl yürütmedeki gelişimsel örüntülerin genel olarak okuduğunu anlamada olanlarla paralel olduğu, ancak matematikle paralel olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Koerber vd. (2015) bilimsel düşünmenin gelişimini kavramsal bir modele dayalı olarak değerlendirmektedir. Bu kavramsal bilimsel düşünme modeli, bilimsel düşünmenin özünün hipotezleri ve teorileri verilerden ve kanıttan ayırt etme yeteneği, hipotezler ile kanıtlar arasındaki ilişkiyi koordine etme yeteneği ve bilimin doğası anlayışına dayandığı fikrini temel almaktadır. Çalışma ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıfta yer alan (8, 9, 10 yaş) 1581 öğrenciyle yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan bilimsel düşünme ölçeği 66 maddeden oluşmakta ve çocukların bilimsel düşünmesinin beş bileşenini değerlendirmektedir: (1) bilimin amaçlarını anlama, (2) teoriler ve alternatif çerçeveler (3) deneysel tasarım, (4) deney stratejileri kullanma ve (5) verileri yorumlama. Sorular, her biri 10 temel öğe ve kalan 56 test öğesinden oluşmakta, seçilen 8 (2. Sınıf) veya 12 (3. ve 4. sınıf) ek öğe içeren altı test kitapçığı hazırlanmıştır. Test öğeleri, zorunlu seçim, çoktan seçmeli, çoktan seçmeli ve açık uçlu dahil olmak üzere farklı yanıt formatlarına sahiptir. Çalışmada iki bilişsel değişken (metni anlama ve zeka), ayrıca demografik değişken olan ebeveyn eğitimi ortak değişkenler olarak ele alınmaktadır. Araştırma sonucunda çocuk düzeyinde, zekanın bilimsel düşünme üzerinde güçlü bir etkisi olduğu görülmüştür. Bilimsel düşüncenin problem çözme yetenekleriyle tanımlanabileceği ifade edilmektedir. Orta düzey ebeveyn eğitimine sahip gruptaki çocuklar için gelişimsel değişikliklerin daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, orta gruptaki çocukların

eğitim yıllarından farklı olarak yararlandığını, okullaşmanın daha fazla etkisi olduğunu göstermiştir. Çeşitli bileşenler üzerinde test edilen bilimsel düşüncenin 8 yaş gibi küçük çocuklarda bile kavramsal olarak tutarlı olduğu bu çalışma ile gösterilmiştir.

Woolley vd. (2018) çalışmasında STEM konularında yaygın olarak kullanılan spesifik bilimsel süreç ve akıl yürütme becerileri (SPARS) tanımlanmış ve lisans öğrencilerinin STEM ile ilgili SPARS'ı uygulamaya çalışırken kullandıkları yaygın yanlış stratejiler belirlenmiştir. Çalışmada uygulanan test soruları verilen bir durum senaryosuyla öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerinin incelemeye imkan vermektedir. Testte 2 aşamalı sorular yer almaktadır. Sorulara verilen cevapların mantıkları açıklanırsa yanlış stratejilerin daha kolay tespit edileceği düşünülmektedir. Lisans eğitimini STEM ve STEM dışı ana dallarda alan Batı'daki biri devlet biri özel olmak üzere iki büyük kurumda yer alan 304 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilerin yazılı ve dijital anketlere verdiği yanıtlar yazıya dökülmüş ve dokuz bağımsız değerlendiriciye dağıtılmıştır. Verileri detaylandırmak ve üçgenleme (triangulation) için, ayrıca öğrenci yanıtlarından ortaya çıkan yaygın yanlış stratejileri doğrulamak için, belirlenen hatalı akıl yürütme stratejilerini kullanan 32 katılımcı seçilmiş ve onlarla görüşmeler yapılmış, bu görüşmeler kayıt altına alınıp analiz edilmiştir. Çalışmada bu yanlış stratejilerin her biri düşünme modellerini açıklamak için öğrenci yanıtlarından alınan örneklerle birlikte açıklanmaktadır. Bilimsel sürecin ve akıl yürütme becerilerinin dokuz alt beceri kategorisi; Varsayımsal-Hipotetik tümdengelimli akıl yürütme (Tip 1: Bir Deney Tasarlama, Tip 2: Sonuçları Tahmin Etme, Tip 3: Sonuç Çizme), Orantılı Akıl Yürütme, Olasılıksal Akıl Yürütme, Değişkenleri Tanımlama ve Kontrol Etme, İlişkisel Akıl Yürütme, Grafik Oluşturma ve Grafikleri Yorumlama olarak belirlenmiş ve öğrencilerin bu kategorilerde yer alan yanlış stratejileri şu şekildedir: bağımsız değişkeni doğru şekilde tanımlayamama, bağımsız ve bağımlı değişkenlerin karıştırılması, tüm değişkenleri kontrol edememe, hipoteze uymayan sonuçların tahmin edilmesi, ön bilgilere güvenme ve verilen durumu detaylı incelememe, karışık veya kusurlu sonuçları kavrayamama, çok değişkenli koşulları dikkate almadan bir veri kümesine odaklanılması, yalnızca değişkenleri birleştirmenin bir hipotezi doğrulayabileceğini varsayma, oranları veya birimleri birbiri ile değiştirmesi, sorunu tamamlanana kadar çözememe (sonucu sonuna kadar çözmemeleri), oranları kullanmamak (orantılı bir akıl yürütme sorusu verildiğinde bazı öğrencilerin herhangi bir orantı kuramadıkları), olasılığı etkileyen tüm faktörleri dikkate almama, olasılıkları birleştirmede "ve / veya" kurallarını karıştırma, tüm olası (ilgisizler dahil) değişkenleri test etme, değişkenleri sabit tutamama, yalnızca bir değişkene veya denemeye odaklanma, bir örnek uymuyorsa hipotezin doğrulanmadığı sonucuna varılmasıdır. Ayrıca öğrencilerde yer alan "Korelasyonun

nedensellik olmadığını" ve dolayısıyla ilişki olmadığını iddia etme, verileri net bir şekilde organize edememe, pozitif ve negatif korelasyonu karıştırma, tüm verileri gözden geçirmek yerine yalnızca doğrulayıcı vakaları düşünme, x ve y eksenlerini karıştırma, grafikte gereken tam ölçeği tanıyamama, değişkenler arasındaki ilişkiyi yansıtacak eksenler inşa edememe, tüm değişkenleri grafiğe dahil etmeme, ölçeklendirme dikkate alınmadığı için yanlış eğilimleri belirleme, grafiğin bir yönüne odaklanma tümünü incelememe, noktaların ve eğimlerin anlamlarını belirleyememe, kontrol ve deneysel durumları karşılaştırmada başarısızlık da diğer yanlış stratejiler arasında yer almaktadır. Öğrencilerin problemler üzerinde nasıl düşündüklerini ve nerede hata yaptıklarını anlamanın, yanlış akıl yürütme stratejilerini düzeltmek ve öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerini artırmak için programların oluşturulmasını kolaylaştırılacağı düşünülmektedir.

Johan vd. (2020) çalışmasında Malcolm'un KWL düşünme stratejisine dayalı modellemesini kullanarak 7. sınıf öğrencilerinin akıl yürütme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. KWL stratejisi (K-ne biliyoruz, W-ne bilmek istiyoruz, L-ne öğrendik), öğrencinin bir konu hakkında bildiklerini listelemesini sağlayan bir stratejidir. Akıl yürütme, kanıta dayalı sonuçlar çıkarmak için nesneleri manipüle etme ve analiz etme veya ifade etme süreci olarak tanımlanmaktadır. Öğrencilerin akıl yürütme becerilerini ölçmenin göstergesi: (1) sorunlu bir durum, (2) strateji seçimi, (3) strateji uygulama, (4) sonuç olarak ifade edilmektedir. Bu araştırmada tek seferlik vaka çalışması ile nicel yaklaşım kullanılmıştır. 2016/2017 akademik yılında Tayvan Municipal Jincheng Ortaokulunda yer alan 13 şubede öğrenim gören 7. sınıftaki tüm öğrenciler örneklemi oluşturmaktadır. Bu sınıflardan bir şubesi Malcolm'un KWL Düşünme Stratejisine Dayalı Modellemesi kullanılarak deney grubu olarak seçilmiştir. Bu araştırmanın veri toplama yöntemleri dokümantasyon ve test yöntemidir. Akıl yürütme becerisi testinin analizine göre testten alınabilecek en yüksek puan 100 ve en düşük puan 50 iken, deney sınıfının ortalama değeri 76.72'dir. Matematik alanında gerçekleştirilen uygulama okumada, KWL stratejisi öğrencilerin önceki bilgilerini etkinleştirmekte ve yeni bilgiler ile önceki bilgiler arasında bağlantı kurmaya teşvik etmektedir. Malcolm'un KWL Düşünme Stratejisine dayalı Modellemesinin öğrencilerin matematik puanını artırabileceği sonucuna varılmıştır.

Yulianti vd. (2020) çalışmada rehberli sorgulama yaklaşımı yoluyla bilimsel akıl yürütmeyi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bilimsel akıl yürütmenin yalnızca araştırmacılar için değil, ağırlıklı olarak öğrenciler için önemli olduğuna vurgu yapılmaktadır. Akıl yürütme kavramının altında yatan mekanizma, bilimsel teorilerin gelişimini anlamak amacıyla

kullanılmaktadır. Akıl yürütmeyi ortaya koymak için, bilimi öğrenmek yalnızca içerik bilgisine (alana özgü kavramlarla ilgili) değil, daha da önemlisi prosedürel bilginin (bilimi kurmaya yönelik yapılarla ilişkili) önemine dayanmalı ve prosedür bilgisi de bilimsel akıl yürütme becerisini içermektedir. Bu çalışmanın örneklemini Endonezya, Malang'da bir ortaokulda sekizinci sınıfta öğrenim gören otuz iki (32) öğrenci oluşturmaktadır. Bu çalışmada deneysel tasarım kullanarak karma yöntem araştırma metodolojisi kullanılmıştır. Nicel veriler, öğrencilerin bilimsel akıl yürütmelerini ölçmek için ön test ve son test puanlarından elde edilmiştir. Araştırmacıların daha önceki çalışmada hazırladıkları bilimsel akıl yürütme becerisi testi kullanılmıştır. Test çoktan seçmeli test sorusu ve açıklamasından oluşan iki aşamalı 10 sorudan oluşmakta, 7 bilimsel muhakeme göstergesine dayanmaktadır. Hem seçim hem de neden için doğru cevap verirlerse öğrenciler 1 puan alırlar. Aksine, seçeneğe ve / veya sebebe yanlış cevap verirlerse 0 puanı verilir. Nitel veriler, öğretmenin gerçekleştirdiği öğrenme süreci gözlemi, öğrenci çalışma sayfası ve artan farklı bilimsel akıl yürütme kalıplarına sahip birkaç öğrenci ile yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Analizler öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerinin *d* etki değerinin 4.07 olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, öğrenmede rehberli sorgulama modelini kullanmanın öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerini geliştirmede yüksek etki sergilediğini belirtmektedir.

Krell vd. (2020) fen bilgisi öğretmenliği eğitimi için bilimsel akıl yürütmenin önemini belirlemek ve Victoria'daki bir üniversiteden fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel akıl yürütme becerisi hakkında bir vaka çalışması sunmaktadır. Mevcut araştırmanın uzun vadeli hedefi, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel akıl yürütme becerisini araştırmaktır. Bilimsel akıl yürütme, bireyin sorunları bilimsel bir şekilde çözme becerisini ifade etmekte, bilimsel akıl yürütme stratejileri, alternatif hipotezlerin formüle edilmesi ve değerlendirilmesine dayanmaktadır. Veri toplama, fen bilgisi öğretmen adaylarından oluşan iki grup içinde yapılmıştır; Grup I'deki öğrenciler bu çalışmaya birinci sınıflarının başında katılırken, Grup II'deki öğrenciler birinci yılın sonunda (veya ikinci yılın başında) katılmaktadır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel akıl yürütmelerini değerlendirmek için çoktan seçmeli bir anket uygulanmıştır. Sorular; hipotezler oluşturma, araştırmaları planlama, verileri analiz etme ve sonuçlar çıkarma, modellerin amacını yargılama, modelleri test etme ve modelleri değiştirme gibi alt becerilerden oluşmaktadır. Katılımcıların bilimsel araştırmalarda bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler hakkında bilgi sahibi olmaları ve ayrıca diğer faktörleri kontrol ederken bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini gözlemleyebilmek için sistematik olarak değiştirilmesi gerektiğini anlamaları gerekmektedir. Bu örneklemdeki öğretmenler, anket maddelerine

0.5'ten daha yüksek bir olasılıkla doğru cevaplar vermişlerdir. Katılımcılar tarafından değişkenler arasındaki ilişkilerin bulunması da dahil olmak üzere, deneylerin planlanmasıyla ilgili sorular, araştırma sorularının formüle edilmesi ve hipotezlerin oluşturulmasıyla ilgili sorulardan daha yetkin bir şekilde yanıtlanmıştır. Kurslarının ilk yılının başında ankete katılan öğrenciler ile birinci yılın sonunda ankete katılan öğrenciler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark görülmemesi, birinci yıl çalışmalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının gelişimine katkı sağlamadığını göstermektedir. Sonuç olarak bu çalışma, lisans düzeyinden yüksek lisans eğitiminin sonuna kadar fen yöntemleri dersleri içeren ardışık bir öğretmen eğitimi programında, katılımcıların bilimsel akıl yürütme becerisinin yalnızca orta derecede değiştiğini göstermektedir.

Kocagül ve Çoban (2018) araştırmasında öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının akıl yürütme beceri düzeylerini belirlenmek için çoktan seçmeli bir test geliştirmişlerdir. Testin geliştirilmesinde izlenen adımlar; testin amacının belirlenmesi, maddelerin yazılması, deneme formunun hazırlanması-uygulanması ve madde analizinin yapılması şeklindedir. Test puanlamasında doğru cevaplara 1 puan, yanlış ve boş cevaplara 0 puan verilmektedir. Testin güvenirlik analizi için KR-20 güvenirlik katsayısı .81 olarak tespit edilmiştir. Geliştirilen testte tümevarımsal akıl yürütme becerisi (dört soru); tümdengelimsel akıl yürütme becerisi (üç soru); nedensel akıl yürütme becerisi (beş soru); ilişkisel akıl yürütme becerisi (yedi soru); analojik akıl yürütme becerisi (iki soru); orantısal akıl yürütme becerisi (iki soru) ve koşulsal akıl yürütme becerisi (dört soru) olmak üzere fen bilimleri dersi içerisinde en çok kullanılan akıl yürütme becerilerine yönelik sorular yer almaktadır.

Karpudewan ve Roth (2018) çalışmasında akıl yürütmenin farklı bir boyutuna odaklanarak argümantasyon bağlamında incelemiştir. 6. sınıf öğrencilerine fen bilimleri programına dayalı canlılar ile ilgili konularda 5 haftalık uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamalarda gündelik olaylar ile ilgili senaryolar verilerek öğretim gerçekleştirilmiştir. Senaryolar üzerinden öğrencilerin argümanları incelenerek akıl yürütme becerileri değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda farklı akıl yürütme düzeylerini kullanan öğrencilerin sayısında artış olduğu aynı zamanda kanıta dayalı akıl yürütme kullanımının da arttığı tespit edilmiştir.

Veale vd. (2020) deneysel becerilerin ve bilimsel akıl yürütmenin geliştirilmesine öncelik verdikleri kimya laboratuvarı dersinde öğrencilerin becerilerini performans değerlendirmesine tabi tutmuşlardır. Performans değerlendirmesi için bir dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır. Araştırmada söz edilen performans değerlendirmesi uygulamanın

gözlenmesi şeklindedir. Genelde laboratuvar derslerinde performans değerlendirme öğrencilerin laboratuvar raporlarının değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Öğrencilere dersin başında dereceli puanlama anahtarı verilerek açık kriterlere göre hazırlanmalarına izin verilmiştir. Araştırma 2016, 2017, 2018 ve 2019 yılları olmak üzere dört yılda her yıl yaklaşık olarak 70 ve üzeri üniversite öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Bu yıllar içerisinde 2018, 2019 yıllarında dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır. Çalışmada becerilerin değerlendirilmesinde performansın değerlendirilmesinin ve becerilerin süreç içerisinde gelişiminin ortaya koyulmasının önemli olduğuna vurgu yapılmaktadır. Araştırma sonucunda dönem ilerledikçe öğrencilerin becerilerinin de daha iyi duruma geldiği, geliştiği ve gerçek zamanlı bir geri bildirim sağlandığı ifade edilmektedir.

Ermayanti vd. (2019) biyoloji öğretmenlerine bitki anatomisi dersinde bilimsel akıl yürütme becerilerini kazandırmayı amaçlamıştır. Öğretmen adaylarının bilimsel akıl yürütme becerilerinin ölçülmesinde Lawson tarafından geliştirilen test kullanılmıştır. Sözü edilen testten bireyler 0-12 arasında puan alabilmektedirler. Öğrenciler aldıkları puanlara göre soyut dönemde, geçiş döneminde ve somut dönemde olmak üzere 3 kategoriye ayrılmaktadırlar. Araştırma sonuçları biyoloji eğitimi öğrencilerinin bilimsel akıl yürütme açısından yarıdan fazlasının (%52.5) somut düzeyde, (%32.4) geçiş düzeyinde ve (%15.1) soyut düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Biyoloji eğitimi öğrencilerinin 18-22 yaş aralığında olmasına rağmen çoğunluğun 11 yaş altında bulunan bireyler ile aynı düzeyde akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Piaget 11 yaş üzerinde olan bireylerin soyut düzeyde düşünebildiğini varsaymaktadır. Araştırmada elde edilen sonuçlar Piaget'in gelişim teorisi ile çelişmektedir. Akıl yürütme becerisi değişkenleri tanımlama ve kontrol etme, olasılıksal düşünme, korelasyonel düşünme, tümdengelim ve tümevarımsal düşünme, orantılı düşünme ve korelasyonel düşünme gibi bir dizi beceri ile karakterize edilmektedir. Araştırmacılar bir kişinin akıl yürütme becerisinin onu etkileyen birçok faktörle birlikte gelişeceğini, uygun öğrenme yöntemlerinin kullanılmasını ve soyut düzeyde bulunan öğrencilerin ders ile ilgili problemleri çözmede daha iyi performans gösterdiklerini ifade etmektedirler.

2.8.4. Kavramsal Anlama ile ilgili Çalışmalar

Bu kısımda ulusal ve uluslararası alanyazında kavramsal anlama üzerine yapılan araştırma örnekleri yer almaktadır. Alanyazında yer alan çalışmaların kavramsal anlama testi geliştirme, kavram yanılgılarını tespit etme, kavram yanılgısı giderme ve etkinlik geliştirme üzerine olduğu görülmektedir. Kavramsal anlamaların değerlendirilmesinde açık uçlu sorular, çoğunlukla çoktan seçmeli sorular, iki aşamalı ve üç aşamalı testlerin yer aldığı tespit

edilmiştir. Araştırmalar örneklem açısından değerlendirildiğinde ise okul öncesi, ortaokul, lise ve üniversite düzeyinde eş değer dağılımlara sahip oldukları görülmektedir. Işık konusu ile ilgili öğrencilerde yer alan alternatif kavramaların ışığın yayılımı, yansıması, kırılması, güneş ışığının özellikleri ve rengi, ışık rengi ve pigment rengi, cisimlerin renkli görülmesi ve görme olayı, aynalar ve merceklerde görüntü oluşumu üzerine olduğu tespit edilmiştir. Özellikle ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen araştırmalar incelendiğinde Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinin tümü üzerine gerçekleştirilen çalışmanın çok az sayıda olduğu, genellikle ünitenin belli kazanımları üzerine odaklanıldığı belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında tüm ünite kazanımlarının araştırmaya dahil edilmesinin yanında öğretim yaklaşımının disiplinlerarası entegrasyon temelli olmasından dolayı ünite kavramları ile ilişkili daha önceki sınıf seviyelerinde yer alan konu ve kazanımlar, daha sonraki sınıf düzeylerinde yer alan konu ve kazanımlar ve diğer disiplinler-derslerin içerisinde yer alan kazanımlar da entegre edilmiştir. Kavramlar arasında bağlantılar kurularak öğrencilerde kavramsal bilginin güçlendirilmesi ve kavramsal bilgi düzeylerinin geliştirilmesi sağlanmıştır.

Kaewkhong vd. (2010) çalışmada 11. sınıfta bulunan 220 lise öğrencisinin optik konulardaki kavram yanılgılarını araştırmışlardır. Bu kapsamda ışığın kırılmasının gözlenebileceği su tankı ve içerisine batırılan bir cismin olduğu düzenek üzerinde öğrencilerin gözlem yapması sağlanmıştır. Öğrencilere yöneltilen iki tanısal soru ile nesne, görüntü ve gözlemci arasındaki ilişkiyi açıklamaları, ışın diyagramları çizerek göstermeleri ve görüntünün konumunu ortaya koymaları istenmiştir. Araştırmada öğrencilerin ışığın yayılma yönü, ışığın bir arayüzde nasıl kırıldığı ve görüntünün konumunu belirleme noktalarında önemli yanılgılara sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu öğrencilerden %22'si görüntü konumunu belirlemede ışın çizimini nasıl kullanacağını bilmekte ve cismin yerini tespit edebilmekte iken sadece bir öğrenci akıl yürütme becerisini kullanıp görüntünün doğru konumunu belirlemiştir. Öğrencilerde tespit edilen en önemli ve kült yanılgılardan bir tanesi gözden cisme doğru bir ışın çizilmesidir. Alanyazında da yer alan görme olayında gözün aktif bir verici gibi olduğu düşüncesi uzun yıllar boyunca öğrenciler arasında kavram yanılgısı olarak yerini almaya devam etmektedir. Çalışma sonucunda öğrencilerin farklı yüzeylerden geçişte ışığın kırılması ile ilgili önemli düzeyde yanılgılarının olduğu, bu kapsamda bilgilendirme ve etkinliklerin tasarlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Rosi vd. (2016) çalışmasında magenta dediğimizde neye baktığımızı irdelemektedir. Ev yapımı bir spektrofotometre tasarımı yapılmakta ve RGB ve CMYK renklerinin ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Erwin Schrödinger renk teorisine önemli katkılarından, PC ekranı ve

lazer yazıcılardaki çalışma prensipleri üzerinden eklemeli ve çıkarmalı renk oluşumları arasındaki farklar belirtilmektedir. Bu farkları ortaya koymada ve eklemeli-çıkarmalı renk teorilerinin anlaşılmasında spektroskopinin ne kadar önemli olduğuna dikkat çekilmektedir. Renk teorisini ve renk karıştırma yöntemlerini tam olarak anlamak için insan gözünün fizyolojisini açıklanmasının gerektiği konusunda ısrar edilmektedir. Diğer renkler spektrumda bir frekans değerine sahip iken magenta güneş spektrumuna ait değildir. Monokromatik bir dalga boyuna sahip değildir. Magenta'nın bu gizemi Schrödinger tarafından ideal pigment olarak ifade edilmektedir. Magenta kırmızı ve mavi reseptörlerin eşit olarak uyarılması ile algılandığı düşünülmektedir. Çalışmada sunulan etkinlik, öğrencileri dijital cihazların çalışma prensiplerini keşfetmeye ve aynı zamanda renklerin fiziğini anlamaya yönlendirmektedir. Ekranlarda kullanılan toplamsal renk modelleri ile yazıcılar tarafından kullanılan eksiltici renk modellerinin karşılaştırılması, ışığın davranışının daha iyi anlaşılmasına ve görünür tayfın tanınmasına yol açmaktadır.

Sun ve Wang (2019) çalışmasında, projektörün odak bulanıklığından yararlanarak renkleri karıştırmaktadırlar. Eklemeli renkler öğrencilerin ilgisini çeken bir konudur. Araştırmada bu konuyu göstermek için uygun ve basit bir yöntem olarak projeksiyon cihazı kullanılmıştır. Projeksiyon cihazında yer alan bulanıklaştırma özelliği renkleri karıştırmada yardımcı olmaktadır. Projeksiyon cihazında yansıtma işlemi yapabilmek için MS Paint programında yapılan basit tasarımlar ile farklı iki renk karışımında hangi rengin oluşacağı sınıf ortamında basitçe gösterilebilmektedir. Örneğin kırmızı ve mavi zebra çizgilerin sürekli yan yana getirilmesiyle oluşturulan tasarım projeksiyonun odak bulanıklığının değiştirilmesi ile magenta olarak tek renkten oluşan bir bölgeymiş gibi görülebilmektedir. Bu çalışmada kullanılan bloklardaki çizgilerin genişliği bir piksel olarak hazırlanmıştır. Bu etkinlik ile eklemeli renk teorisinin çoğu sınıfta kolayca gösterilebilir.

Girot vd. (2020) çalışmasında akıllı telefon kamerasının odak uzaklığının nasıl belirleneceğini göstermektedir. Yere yerleştirilmiş bir nesnenin akıllı telefondan çeşitli uzaklıklarda telefonla görüntüleri çekilmektedir. Mezura aracılığıyla nesne ile akıllı telefon arasındaki mesafe ölçülmekte, aynı anda cismin boyutu da ölçülmektedir. Bu verilerle gerekli hesaplamalar yapılarak telefon kamerasında bulunan merceğin odak uzaklığı hesaplanmaktadır. Mercekler konusunun teknoloji ile entegre edilmiş uygulaması olarak bir etkinlik sunumudur. Ayrıca temel ve bütünleşik bilimsel süreç becerilerinin kullanımını destekleyen bir etkinliktir. Burada bir akıllı telefon kamerasının odak uzunluğunu belirlemek için basit bir deney sunulmaktadır. Bu deney, günlük yaşamda sık kullanılan cihazlardan birine

uygulanarak öğrencilere ışın optiği ve ince kenarlı mercekleri ve bu kavramları tanıtmak için ilginç bir pedagojik araç olabilir.

Cengiz (2018) çalışmasında ortaokul öğrencilerine farklı bir gösterim ile ışığın yansıması kavramını öğretmektedir. Öğretmen tarafından bir saat modeli oluşturulmuştur. Oluşturun bu model üzerinden öğrenciler deney ve gözlem yaparken ışığın yansıması ile ilgili yüzey normali, yansıtıcı ışın, yansıma açısı, düzgün ve dağınık yansıma gibi kavramları öğrenmektedirler. Araştırmada veriler çalışma kağıtları ve görüşmeler ile toplanmıştır. Araştırma sonucunda kullanılan materyalin öğrencilerde anlamlı öğrenmeyi sağladığı ve konunun tam olarak kavrandığı tespit edilmiştir. Genelde ışık ve optik konusunu öğrenciler öğrenmede zorluk yaşamaktadırlar. Çalışmada kullanılan basit materyaller ile oluşturulan etkinlik modelinin temel kavram olan ışığın yansımasının anlamlı öğrenilmesinde etkili olduğu, kavramları öğrenmelerini desteklediği sonucuna varılmıştır. Anlamlı öğrenmeler ile kavram yanılgılarının oluşmasının önüne geçilmektedir. Bu nedenle bu tarz etkinlik ve modellerin kullanımı alternatif kavramaların oluşmaması ve var olanların da giderilmesinde önemlidir.

Yürümezoğlu ve Sözeri (2009) araştırmalarında tüm eğitim düzeylerinde yer alan öğrencilerde bulunan bir kavramsal yanılgıyı giderme amacıyla bir etkinlik tasarlamışlardır. Basit ve öğretici olan bu etkinlik düz aynada görüntü oluşumuyla ilgilidir. Özellikle günlük hayatta her birey güne aynaya bakarak başlamaktadır. Eğitim ortamına geldiğimizde optik konuları içinde yer bulan aynalarda görüntü oluşumunun bilimsel temellerinin öğretilmesi eğitimcileri oldukça zorlamaktadır. Düzlem aynada görüntü oluşumu özelliklerine bakıldığında; nesnenin ve görüntünün aynaya olan uzaklık mesafelerinin eşit olduğu, görüntünün sanal ve cisim ile aynı boyutta/boyda olması ve görüntünün ön-arka ters çevrilmesinin olduğudur. Özellikle düz aynada görüntü oluşumunda ön-arka terslemesinin algılanması zor olmaktadır. Alan yazında da bu kapsamda öğrenci yanılgılarının yaygın olduğu bilinmektedir. Bu yanılgıyı giderme, olguyu kavrama adına çalışmada yer verilen gösterim ve açıklamalar eğitimciler için karmaşık bir konuyu açıklığa kavuşturma açısından oldukça önemlidir. Aynada görüntümüze baktığımızda sağ-sol tersine çevirme gibi bir algılama söz konusudur. Bunun nedeni olarak zihnimizin kendini sanal görüntümüzün bulunduğu yere yerleştirme yeteneğinden kaynaklanacağı ifade edilmektedir. Bu durum kişi sağ kolunun kaldırdığında sanal görüntünün sol kolunu kaldırdığı yanılgısına sebep olmaktadır. Dışarıdan bakan bir kişi için ise farklı yönlere sahip iki görüntü yer almaktadır. Bu görüntü sağ-sol dönüşüme değil ayna düzlemine göre simetrik yapıya sahiptir. Ayna yüzeyi

referans düzlemi alındığında nesne ve görüntü birbirinin simetrik oluşumları olarak görülmektedir. Gözlemcinin sağındaki herhangi bir şey, aynanın sağ tarafında da görünür. Sadece görüntünün yönü koordinat sisteminin merkezine göre değiştirilmektedir. Sonuç olarak bir düzlem aynada sadece ön-arka ters çevirme gerçekleşmiş olduğu ifade edilmektedir.

Babic ve Cepic (2009) çalışmasında ışığı bir sanatçının gözünden renk teorilerine ve bir fizikçinin gözünden fiziksel teorilere göre incelemektedir. Renk teorilerine göre bir sanatçı ve bir fizikçi arasındaki farkları tartışmaktadır. Bu tartışmayı lisans düzeyinde bir laboratuvar etkinliği üzerinden gerçekleştirmekte ve açıklamaktadır. Tamamlayıcılık ilkeleri birçok bilimsel alanda ve fizikte karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada optikteki ve sanattaki tamamlayıcılık ilkesi üzerinde durulmaktadır. Renk teorisinde tamamlayıcılık iki rengin uygun oranda karıştırılması ile nötr yani beyaz üretilmesi olarak ele alınmaktadır. Optik bağlamda da beyaz ışık farklı renklerde yer alan ışıklardan oluşmakta ve tamamlayıcı iki renk ışık birbirini beyaz ışığa tamamlamaktadır. Bu teoriyi laboratuvar ortamında bir deney düzeneği ile göstermektedirler. Araştırma içerisinde ışık sanatsal bağlamda renklerden, fiziksel bağlamda ışığın renkleri ve frekansları ile görme olayında yer alan reseptörlere kadar disiplinlerarası bağlamda ele alınmakta ve açıklanmaktadır.

Wargo (2022) çalışmasında öğrencilerin bilimsel süreçleri öğrenmelerinin önemi ve basit bir problem gibi görünen bir durumun çözümünde öğrencilerin yaşadığı süreç yer almaktadır. Uluslararası düzeyde yayınlanan Next Generation Science Standards (NGSS) bilimsel çalışmaları teşvik etmek için yayınlandığını fakat eğitim kültürüyle ilişkilendirilmediği sürece başarısız olacağını ifade etmektedir. Araştırmada yer alan en önemli nokta NGSS'nin bilim ve mühendislik uygulamaları üretmek için önerdiği sekiz basamak için bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki ince ayrımın ortaya konulmasıdır. Öğrenciler bir problem durumu çözümü için araştırılabilir bir iddia ortaya koymakta, beyin fırtınaları gerçekleştirmekte, arkadaşlarına tasarımlarını sunmakta, görüşlerini almakta ve çözüm için model oluşturmaktadırlar. Adım adım bilimsel süreçlerin uygulanması ile projelerin yapılmasının ve bilim konferanslarına öğrencilerin hazırlanmasının aslında bilim insanlarının yaşadığı süreç hakkında öğrencilere deneyim kazandırdığı ifade edilmektedir. Öğrenciler uzun vadeli projelere katıldığında bilim insanları gibi düşünmekte, hareket etmekte ve konuşmaktadırlar. Kabul edilebilir bilimsel açıklamalar yapabilmekte, derin kavramsal öğrenmeler gerçekleştirmekte ve bilgilerinin sınırlarını fark etmektedirler. En önemlisi de ifade edilen tüm bilim ve mühendislik uygulamalarına katılmaktadırlar.

Xu vd. (2021) optik konuları üzerine rehberli sorgulama çerçevesinde disiplinlerarası öğretim uygulaması tasarlama ve değerlendirme zorlukları üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu araştırmada, optikte temel kavramlardan olan ışığın yansımasını fen dersinde öğretmek için matematikteki simetri ve açılar kavramları arasında anlamlı bağlantılar kurulması üzerine 10. sınıf öğrencileri ile beş haftalık bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Işığın yansımasının temsili olarak gösterilmesi sırasında matematikteki simetri ve yansıma açıları çeşitleri arasında bağ kurulurken ayrıca matematiksel mekânsal akıl yürütme becerilerini de aktif olarak kullandıkları ifade edilmektedir. Bu şekilde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarında ilgili disiplinlerarasında kavramsal uyum ve kavrama derinliği sağlama temel mesele olarak ifade edilmektedir. Araştırma sonucunda, disiplinlerarası entegrasyon üzerine öğretim tasarımı yapmanın öğretmenler açısından zorluklarına dikkat çekilmekte ve öğrencilerin optik konusunda derin kavramsal anlamalar gerçekleştirdikleri vurgulanmaktadır.

Şık (2019) araştırmasında yedinci sınıf konusu olan ışığın soğurulması ve aynalarda yansıma konuları üzerine disiplinlerarası entegrasyona dayalı öğretim uygulamasının öğrencilerin bilimin doğası üzerine görüşleri, kavramsal anlamaları ve bilim insanı ve mühendis algılarına ilişkin veriler toplanmıştır. Bir gruba araştırma sorgulamaya dayalı öğretim uygulanırken diğer gruba disiplinlerarası entegrasyon içeren araştırma sorgulamaya dayalı öğretim içinde tasarlama etkinlikleri uygulanmıştır. Süreç sonunda, disiplinlerarası entegrasyon uygulamaları öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine olumlu yönde etki etmiş ve öğrencilerin düzeylerinde artış sağlamıştır.

Varela ve Costa (2015) ilkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin ışık olgusu üzerine sorgulamaya dayalı öğretim etkinlikleriyle araştırma gerçekleştirmiş ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığını test etmiştir. Beş ders (on saat) süren uygulamada ışık ve karanlık, ışık geçirgenliği ve maddeler ile ilişkisi, ışığın yansıması ve kırılması konuları ele alınmıştır. Araştırma sonucunda, araştırma sorgulamaya dayalı etkinliklerin öğrencilerin karmaşık kavramları öğrenebilmesi üzerinde olumlu etkiler sağladığı ve bilgilerin daha kalıcı olmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Işık gibi fiziksel olguların ve madde ile etkileşimini sorgulama yoluyla keşfetme süreci öğrencilerin derste aktif olmasını, büyük ilgi ve merak göstermelerini sağlamaktadır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın deseni, araştırmanın bağımlı ve bağımsız değişkenleri, araştırmanın örneklemi ve çalışma grubu, araştırma süreci, Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesine yönelik etkinliklerin geliştirilmesi, veri toplama araçları, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, etkinlikler, uygulamalar ve verilerin analizi kısımları bulunmaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli / Deseni

Bu araştırmada nicel ve nitel veri toplama ve analiz etme teknikleri birlikte kullanılmıştır. Görüşme yapılmasına rağmen araştırma verileri nicel ağırlıklı olduğundan dolayı araştırma yarı deneysel desene sahiptir. Görüşmeler sadece deney grubu ile gerçekleştirilmiş olup öğretim yöntemine yönelik görüşlerini elde etme üzerinedir. Deneysel araştırmada, uygulanan bir öğretim yaklaşımının bağımlı değişkeni etkileyip etkilemediğini belirlemek, bu etkinin ne kadar olduğunu tespit etmek temel hedeftir (Christensen vd., 2015). Bu araştırma türünde grupların öğretim yönteminin farklı olması dışında sonucu etkileyebilecek diğer değişkenlerin kontrol altına alınması gerekmektedir (Ocak, 2019). Deneysel desenler, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi irdelemektedir (Podsakoff & Podsakoff, 2019). Benzer şekilde yarı deneysel desen de neden-sonuç ilişkisini keşfetme üzerine odaklanmaktadır. Yarı deneysel araştırmanın amacı nedenselliği incelemektir. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Gerçek deneysel araştırmalarda örneklem yansız (rastgele) atanmaktadır (Sönmez & Alacapınar, 2019). Rastgele seçimin uygulanamadığı desenlerde, araştırmacılar yarı deneysel desenden yararlanmaktadır (Ekiz, 2020; Marczyk vd., 2005). Yarı deneysel desenler ise kendi içinde çalışmada var olan deney ve kontrol gruplarının sayısı ve kabulüne göre farklı modeller içermektedir. Karasar'a (2012) göre ön test-son test kontrol gruplu model yansız atama ile oluşturulmuş iki grubun bulunduğu (deney-kontrol), her iki grupta da deney öncesi ve sonrası ölçümlerin yapıldığı deneme modelidir. Bu desende, deney grubuna deneysel işlem uygulanırken kontrol grubuna deneysel işlem uygulanmamaktadır. Bu durum karşılaştırma yapılmasında kıyaslamaya imkan tanımaktadır. Gözlemler ya da testlerin uygulanması, deneysel uygulama öncesinde ön test ve deneysel uygulama sonrasında son test olmak üzere gerçekleştirilmektedir. Araştırmanın deseni Şekil 2'de verildiği gibi özetlenebilir.

Şekil 2

Araştırmanın Deseni



Araştırmanın nitel verileri; yarı-yapılandırılmış görüşme kullanılarak elde edilmiştir. Araştırmanın tüm verileri, birbirinin tamamlayıcısı olarak kullanılmıştır. Araştırma kapsamında gerçekleştirilecek olan araştırma modelinin bütüncül görünümü Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2

Araştırma Modelinin Simgesel Görünümü

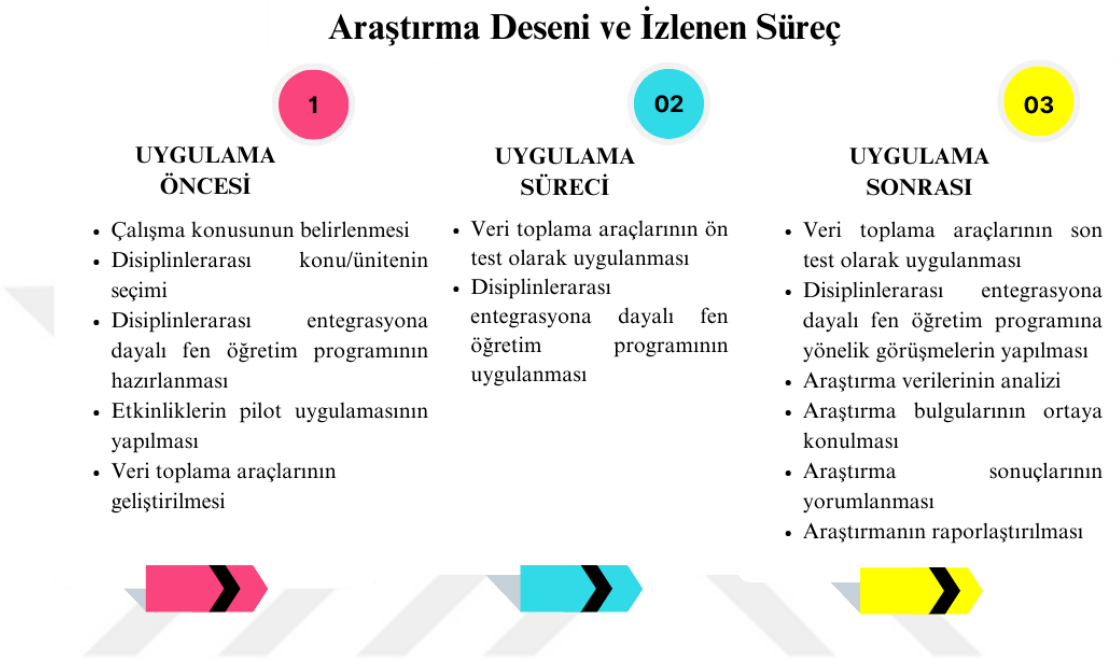
	Öğrenme-öğretme süreci	**Ön test-Son test**
DG	Disiplinlerarası Entegrasyon Temelinde Hazırlanan Sorgulama Temelli Öğretim	Bilimsel süreç becerisi testi Akıl yürütme becerisi testi Kavramsal anlama testi Yarı-yapılandırılmış görüşme*
KG	Sorgulama Temelli Öğretim	

* Yarı-yapılandırılmış görüşme sadece deney grubuyla gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada izlenen süreç Şekil 3'te bütüncül bir şekilde yer almaktadır.

Şekil 3

Araştırma Deseni ve İzlenen Süreç



3.1.1. Araştırmanın Bağımlı ve Bağımsız Değişkenleri

Araştırmalarda; değişkenliği incelenen ve sonuç olan değişken bağımlı değişken, değişkenliği sonucu etkileyen ya da etkileyebilecek olan değişken ise bağımsız değişkendir (Büyüköztürk vd., 2023). Bu çalışmada bağımsız değişkeni; disiplinlerarası entegrasyonla fen öğretimi oluşturmaktadır. Araştırmanın bağımlı değişkenlerini ise bilimsel süreç becerisi, akıl yürütme becerisi ve kavramsal anlama oluşturmaktadır.

3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırma fen bilimleri dersinde Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde yedinci sınıf (13-14 yaş) düzeyinde öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Bu yaş grubundaki öğrencilerin seçilmesinin nedeni fen konuları içerisinde disiplinlerarası entegrasyona dayalı öğretim için Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinin konu ve kavramlarının uygun olmasıdır. Bu çalışma İzmir ili Buca ilçesinde bulunan bir devlet ortaokulunun yedinci sınıfında öğrenim gören 60 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulamada okulun seçilme sebebi okul idaresinin ve derse giren fen bilimleri öğretmeninin çalışmaya katılmaya gönüllü olmasıdır. 2022-2023 öğretim döneminde uygulamanın yapıldığı okuldaki şubeler okul yönetimi tarafından tüm

sınıfların not ortalamaları 98 olacak şekilde özdeş olarak oluşturulmuştur. Araştırmanın çalışma grubunu oluşturan iki şubeye aynı fen bilimleri öğretmeni ders vermektedir. Bu iki şubeden biri deney (N=30) diğeri kontrol grubu (N=30) olmak üzere araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır. Öğrenme öğretme sürecinde deney grubunda disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretim programı, kontrol grubunda ise MEB 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kullanılmıştır. Araştırma fen bilimleri ve seçmeli bilim uygulamaları derslerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunda bulunan öğrenciler araştırmaya gönüllülük esasına dayalı olarak katılmışlardır. Çalışma grubunda bulunan öğrencilerin cinsiyete bağlı dağılımları Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3

Çalışma Grubunun Özellikleri

Grup	**Cinsiyet**	
	Kız	Erkek
Deney	15	15
Kontrol	16	14

Tablo 3'e göre çalışmanın deney grubunda 15 kız ve 15 erkek öğrenci olmak üzere toplam 30 öğrenci bulunmaktadır. Kontrol grubunda ise 16 kız ve 14 erkek öğrenci olmak üzere toplam 30 öğrenci yer almaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçları nicel ve nitel verileri elde etmek için kullanılmıştır. Çalışmada nicel veri toplama aracı olarak 'Bilimsel Süreç Becerisi Testi', 'Akıl Yürütme Becerisi Testi' ve 'Kavramsal Anlama Testi' kullanılmıştır. Çalışmanın nitel verileri ise yarı-yapılandırılmış görüşmeler yardımıyla toplanmıştır.

3.3.1. Bilimsel Süreç Becerisi Ölçeği

Öğrencilerin BSB'leri 'Bilimsel Süreç Becerileri' ölçeği ile değerlendirilmiştir (Aydoğdu vd., 2012). Toplamda 27 çoktan seçmeli soru vardır. Sözü edilen ölçek temel ve üst düzey becerileri ölçen sorulardan oluşmaktadır. Ölçekte temel becerileri (9 soru) ölçen sorular "gözlem yapma", "sınıflama yapma", "uzay/zaman ilişkilerini kullanma", "tahmin yapma" ve "çıkarım yapma" becerilerine yöneliktir. Üst düzey becerileri (18 soru) ölçen sorular ise "problem belirleme", "hipotez kurma", "değişkenleri belirleme ve kontrol etme", "deney

yapma" ve "verileri yorumlama" becerilerine yöneliktir. Ölçekteki sorular temel ve üst düzey tüm becerileri kapsaması açısından avantajlı olduğu için tercih edilmiştir. Bilimsel süreç becerileri ölçeği, öğrencilerin bütün becerilerinin ayrıntılı olarak incelenmesine olanak vermektedir. Ölçekte KR-20=.84 ve ortalama güçlüğü .54 'tür (Aydoğdu vd., 2012). KR-20 güvenirlik katsayısının en az .60 olmasını öngören (Özdamar, 2016) araştırmacılar olmasının yanında .70 üzerindeki değerler yüksek güvenirlik göstergesi olarak kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2012).

3.4. Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi

Bu araştırmada akıl yürütme becerisi testi ve kavramsal anlama testi araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Bu bölümde testlerin geliştirme süreci ile ilgili adımlara, geçerlilik ve güvenilirlik analizlerine yer verilmiştir.

3.4.1. Akıl Yürütme Becerisi Testi

'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesi konu ve kavramlarına yönelik ortaokul düzeyinde Türkiye'de akıl yürütme becerisi testi olmaması nedeniyle testi araştırmacı geliştirmiştir. Akıl yürütme becerisi testi için; alan yazında yer alan akıl yürütme becerisi testleri incelenmiştir (Croker & Buchanan, 2011; Drummond & Fischhoff, 2017; Ibrahim vd., 2016; Koerber vd., 2015; Lazonder vd., 2021; Lazonder & Janssen, 2021; Luo vd., 2020; Mayer vd., 2014; Osterhaus vd., 2020; Woolley vd., 2018; Yulianti vd., 2020). Alan yazında yer alan çalışmalar, PISA, TIMSS gibi uluslararası sınavlarda yer alan ölçüm yöntemleri, soru örnekleri incelendikten sonra uygulama ünitesine yönelik akıl yürütme becerisini ölçmeye yönelik sorular hazırlanmıştır. Hazırlanan sorular kapsam ve görünüş geçerliğinin sağlanması adına uzman görüşüne sunulmuştur. Akıl yürütme becerisi testi geliştirme aşamaları Şekil 4'te verilmektedir.

Şekil 4

Akıl Yürütme Becerisi Testi Geliştirme Aşamaları



Akıl Yürütme Becerisi Testine ilişkin geçerlik, güvenirlik çalışmalarını ve Rasch analizini yapmak üzere söz konusu test 2022-2023 öğretim yılı güz döneminde İzmir ilinde bulunan MEB'e bağlı resmi ortaokullar içerisinden uygun örnekleme ile seçilen iki ortaokulda uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu okullarda öğrenim gören 110 öğrenciye uygulama yapılmıştır. Testten toplanan verilerden kayıp veri bulunan testler araştırmaya dahil edilmemiştir. Yedinci sınıfta (n=30) ve sekizinci sınıfta (n=30) olmak üzere toplam 60 test analize dahil edilmiştir. Çalışmada ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde bulunan konu ve kazanımlara dayalı olarak konu bağlamlı hazırlanan sorularla ortaokul öğrencilerinin akıl yürütme becerileri düzeyini belirlemeye yönelik Akıl Yürütme Becerisi Testi geliştirilmiştir.

3.4.1.1. Görünüş Geçerliği ve Kapsam Geçerliği

Akıl Yürütme Becerisi Testi'nin görünüş geçerliliği bağlamında, soruların Türkçe cümle yapısına uygunluğu, anlaşılırlık ve açıklığının incelenmesi açısından üç Türkçe alan uzmanı öğretim elemanından ve üç fen alan uzmanı öğretim elemanından uzman görüşü ve düzeltme önerileri alınmıştır. Ayrıca akıl yürütme becerisi testindeki soruların anlaşılırlığının ve açıklığının tespit edilmesi bakımından dört (iki 7.sınıf, iki 8.sınıf) ortaokul öğrencisi ile görüşme gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda test maddelerinde düzenlemeler yapılmıştır.

Lawshe tekniğinde görüş alınan her uzman, görüşü istenilen her boyut için boyutun gerekli olup olmadığını ya da performansı ölçüp ölçmediği konusunda karar vermelidir (Yeşilyurt & Çapraz, 2018). Kapsam geçerlik oranı (KGO) bir boyuta yönelik 'gerekli/uygun' görüşünde olan uzman sayısının, tüm uzman sayısının yarısına oranının bir eksiğinin alınmasıyla hesaplanmaktadır. Kapsam Geçerlik Oranı (KGO)

$$KGO = [\frac{\frac{uygun\ cevabı\ veren\ uzman\ sayısı}{toplam\ uzman\ sayısı}}{2} - 1]$$

formülüne uygun olarak hesaplanmıştır. Tüm uzmanların uygun olarak kabul ettiği maddenin kapsam geçerliği tesadüfiliği ortadan kaldırmak için .99 olarak hesaplanmaktadır. Veneziano ve Hooper (1997) tarafından oluşturulan tabloya göre kapsam geçerlik oranının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı yorumlanmıştır. 10 uzmanın yer aldığı değerlendirme sürecinde kapsam geçerliği ölçütü .62 olarak değerlendirilmektedir (Yurdagül, 2005).

Uzmanlardan akıl yürütme becerisi testine ilişkin görüşleri "Uzman Görüş Formu" kullanılarak alınmıştır. Alınan uzman görüşlerine yönelik değerlendirmede Lawshe tekniği

kullanılmıştır. Analiz sonucunda akıl yürütme becerisi testine ilişkin ilgili konu alanına uygunluk için .98 ve kazanımlara uygunluk için .90 kapsam geçerlik oranı tespit edilmiştir.

3.4.1.2. Puanlayıcılar Arası Güvenirlik

Testin uygulamasından sonra iki uzman test kağıtlarını değerlendirmiştir. Puanlayıcılar arası uyum yüzdesinin hesaplanmasında ikinci puanlayıcının tüm cevap kağıtlarını değerlendirmesi yerine alan yazında farklı ifadeler yer almaktadır. Park ve Liu (2016) çalışmasında test kağıtlarının rastgele seçilen %10'u (öğrencilerin yanıtlarının %10'u) ikinci puanlayıcı tarafından değerlendirilmektedir. Arnold vd. (2018) çalışmasında ise öğrenci cevaplarının %15'i ikinci bağımsız puanlayıcı tarafından değerlendirilmiştir. Bu çalışmada da test kağıtlarında öğrenci cevaplarının %15'i ikinci puanlayıcı tarafından puanlanmıştır. Performansın değerlendirilmesinde ya da açık uçlu soruların değerlendirilmesinde puanlama anahtarları kullanımında puanlayıcılar önemli hata kaynağı sayılmaktadırlar (Bıkmaz Bilgen & Doğan, 2017). Puanlayıcılardan kaynaklanan güvenirlik kestirimlerini belirlemek için teknikler önerilmiştir. Akıl Yürütme Becerisi Testinde puanlayıcılar arası (interrater) uyumu hesaplamada Kendal Tau katsayısı kullanılmıştır (Kraska-Miller, 2013). Denek sayısının az olduğu araştırmada verilerde Kendall's Tau Korelasyon Katsayısı'nın kullanılması önerilmektedir (Kraska-Miller, 2013). Uyum derecesinin değeri 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır ve değer 1'e ne kadar yakınsa o denli yüksek uyum olduğunu gösterir (Can, 2014).

İki farklı değerlendirmecinin, öğrencilerin akıl yürütme becerisi testine verdikleri cevaplar için yaptıkları değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede uyum vardır ($w=.96$, $p<.01$).

3.4.1.3. Rasch Model

Akıl Yürütme Becerisi Testi ve Kavramsal Anlama Testi geliştirme analizlerinde Rasch Dereceleme Ölçeği Modeli (Rasch RSM) modeli (3.74.0 Winsteps) kullanılmıştır (Linacre, 2012). Rasch RSM modeli, geliştirilen testin dereceli puanlama anahtarının sıralı çok kategorili olmasından dolayı kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Rasch RSM modeli, aşağıda ifade edilmiştir:

$$ln\left(\frac{P_{nix}}{P_{ni\,x-1}}\right) \equiv B_n - D_i - T_k.$$

Bu formülde, x-1 kategorisini seçme yerine x kategorisini seçme olasılığı, iki derecelendirme ölçeği kategorisi arasındaki geçiş noktasını temsil eden eşik parametresi T_k'ye,

kişinin grup düzenleme düzeyini temsil eden B_n'ye ve D_i bir maddeyi onaylamanın zorluğunu temsil etmeye bağlıdır (Andrich, 1978).

Araştırmada geliştirilen akıl yürütme becerisi testi ve kavramsal anlama testinin geçerlik ve güvenirliğine yönelik model veri uyumunu, madde güçlük düzeyi ve güvenirlik endeksleri (kişi güvenirliği, madde güvenirliği) gibi istatistikler Dereceleme ölçeği modeli ile hesaplanmıştır. Kavramsal anlama testinin geçerliğinin değerlendirilmesinin yollarından biri uyum geçerliğidir (Baghaei, 2008; Boone, 2017). Dereceleme ölçeği modeli, maddelerin/öğelerin modele ne ölçüde uyduğunu Rasch madde uyum istatistikleri ile değerlendirme imkanı vermektedir (Arnold vd., 2018). Öğeler uygun olduğunda tek bir özelliği tanımlayan bir testin kanıtı ortaya konulmuş olmaktadır (Boone vd., 2014). Analiz sonucunda her madde ve birey için ayrı raporlanmış şekilde verilen PTMA (point-measure-correlation) değerleri ile madde ve bireylerin ölçülmek istenen yapı ile ilişkisi yorumlanabilmektedir (Bond & Fox, 2015). Rasch modelinde bireyin ölçülen özellik düzeyi (bu araştırma için kavramsal anlama düzeyi) arttıkça doğru cevap verme olasılığının da artacağı varsayılmaktadır. Bu varsayımın her madde için ne kadar doğru olduğu PTMA değeri ile yorumlanır (Linacre, 2012). Rasch modelinde raporlanan bir diğer değer PTMA-E (Point-Measure-Correlation-Expected) ise bireylerin bir maddeye verdiği cevabın model ile veri tam uyumlu olduğu durumda beklenen korelasyon değerini ifade etmektedir. Gözlenen değer ile beklenen değer arasındaki durum yorumlanmaktadır. Gözlenen değerin beklenen değerden küçük olduğu durumda performansı düşük ve yüksek bireyleri az ayrıştırdığı; gözlenen değer beklenen değerden büyük olduğu durumda bireyleri fazla ayrıştırdığı ve beklenen değer sıfıra yakın ise maddenin fazla kolay ya da zor olduğunu amaca hizmet etmediği ifade edilmektedir (Linacre, 2012).

Rasch analizi, her bir öğenin altta yatan yapıya ne kadar iyi uyduğunu gösteren öğe uyum istatistikleri sunmaktadır (Bond & Fox, 2015). Madde uyum istatistikleri, ortalama kare kalıntısını (MNSQ) ve Rasch analizinde, ki-kare istatistikleri ile iç uyum (MNSQ Item Infit) ve dış uyum (MNSQ Item Outfit) değerleri veri setinin modelin gereksinimlerini ne kadar sağladığını göstermek için sunulmaktadır. Kavramsal anlama testinde iç uyum ve dış uyum istatistiklerinin 1'den büyük olması durumunu yetersiz uyum; 1'den küçük olması durumu ise aşırı uyum olduğunu şeklinde yorumlanmaktadır (Bond & Fox, 2015; Wilkerson & Lang, 2007). Kabul edilebilir uyum için yaygın olarak kullanılan kriter aralığı Infit ve Outfit MNSQ değeri için, 0.7–1.3 aralığında olarak ifade edilmekte ve örneklem büyüklüğü çok olmadığında ise Infit and Outfit ZSTD –2.0 ile +2.0 aralığında kabul edilmektedir (Park & Liu, 2016).

Standartlaştırılmış iç uyum (ZSTD in) ve standartlaştırılmış dış uyum (ZSTD out) olarak normalleştirilmiş versiyonları da Rasch analizi raporlarında yer almaktadır (Bond & Fox, 2015). Z değeri negatif ise beklenenden daha az farklılaşma, pozitif ise beklenen değerden daha fazla farklılaşma olduğunu bizlere göstermektedir (Bond & Fox, 2015). Bu özelliklerinden dolayı Rasch RSM (Andrich, 1978) kullanılmış olup ölçüm değeri infit-outfit değerleri yorumlanarak nihai teste madde seçilmiştir.

3.4.1.4. Güvenilirlik

Geleneksel güvenilirlik (KTK) ham puanlar için hesaplanırken, Rasch güvenilirliği kişi yetenekleri ve öğe zorlukları için hesaplanmaktadır (Sondergeld & Johnson, 2014). Rasch modelinde birey güvenirliği ve madde güvenirliği değerleri hesaplanmıştır. Birey güvenirliği, klasik test kuramındaki test güvenirliği gibi yorumlanabilmektedir. Madde güvenirliğinin ise klasik test kuramında bir karşılığı bulunmamaktadır. Ayrıca Rasch analizinde Cronbach α değerleri de hesaplanmaktadır. Tablo 4'te Akıl Yürütme Becerisi Testi için Rasch RSM modeli hesaplanan kişi ölçüm değerleri yer almaktadır.

Tablo 4

Akıl Yürütme Becerisi Testi için Ölçülen 60 Kişinin Ölçüm Değerleri (Ekstrem Olmayan)

	Toplam Puan	**Madde Sayısı**	**Ölçüm**	**Standart Hata**	**Infit (İç-Uyum)**		**Outfit (Dış-uyum)**	
					MNSQ	**ZSTD**	**MNSQ**	**ZSTD**
Ortalama	37.5	21.0	.43	.26	1.01	.0	1.01	.0
S. S.	9.0	.0	.58	.02	.38	1.3	.37	1.3
Maks.	50.0	21.0	1.29	.30	2.55	3.8	2.50	3.6
Min.	15.0	21.0	-1.09	.24	.44	-2.9	.45	-2.8
Gerçek Rmse .28		Gerçek SS .51		Ayrışma 1.82		Kişi Güvenirlik .77		
Model Rmse .26		Gerçek SS .52		Ayrışma 1.99		Kişi Güvenirlik .80		
Kişi Ortalamasının Standart Hatası = .08								
Kişi Ham Puanlar ile Ölçüm Arasındaki Korelasyon = 1.00								
Cronbach Alfa (KR-20) Kişi Ham Puan Test Güvenirliği = .80								

Tablo 4'e göre 60 katılımcı için gözlemlenen ortalama puan 46.6'dır. Öğrencilere ait ortalamaların uyum istatistiklerinin 1'e oldukça yakın olması bireylere ilişkin verilerin model veri uyumunu sağladığını göstermektedir. Ayrıca Cronbach Alfa güvenirlik katsayısının .80 gibi oldukça yüksek bir değer olduğu da görülebilmektedir. Bireylere ait ayrışma değerinin 2'den fazla olması (Linacre, 2012), istatistiğe yönelik ölçülen değer açısından (akıl yürütme becerileri) farklı olan öğrencilerin etkili bir biçimde ayırt edildiğini göstermektedir.

Tablo 5'te maddelere ait betimsel istatistiklere ve güvenirlik değerlerine yer verilmektedir.

Tablo 5

Akıl Yürütme Becerisi Testi için Madde Ölçüm Raporları

	Toplam Puan	**Madde Sayısı**	**Ölçüm**	**Standart Hata**	**Infit (İç-Uyum)**		**Outfit (Dış-uyum)**	
					MNSQ	**ZSTD**	**MNSQ**	**ZSTD**
Ortalama	107.0	60.0	.00	.15	1.02	.0	1.01	.0
S. s.	16.7	.0	.38	.01	.24	1.6	.24	1.6
Maks.	137.0	60.0	.89	.17	1.45	2.5	1.54	2.9
Min.	68.0	60.0	-.74	.15	.53	-3.8	.54	-3.5
Gerçek Rmse .16		Gerçek SS .35		Ayrışma 2.17		Madde Güvenirlik .82		
Model Rmse .15		Gerçek SS .35		Ayrışma 2.30		Madde Güvenirlik .84		
Madde Ortalamasının Standart Hatası =.09								

Tablo 5'teki maddelere ait ortalama iç-uyum ve dış-uyum değerlerinin -2 ve 2 arasında olması maddelere ait verilerin modele uyduğunu göstermektedir. Madde güvenirlik değerinin .84 olduğu görülmektedir. Rasch'ta madde güvenirlik değerinin yüksek olması, maddelerin güçlük düzeylerinin birbirinden farklı olduğunu gösterir (İlhan, 2016). Ayrıca madde güvenirlik düzeyinin oldukça yüksek bir değer olduğu görülmektedir.

Tablo 6'da maddelere ait iç-uyum, dış-uyum ve RSM madde güçlüğü olarak yorumlanabilen madde ölçüm değerleri verilmektedir.

Tablo 6

Akıl Yürütme Becerisi Testi Rasch Derecelendirme Ölçeği Modeli Sonuçları

Madde	Ölçüm	İç-uyum Infit MNSQ	Dış-uyum Outfit MNSQ	PTMA	PTMA-E
m1	-.34	1.45	1.54	-.04	.46
m2	-.22	1.34	1.35	.16	.46
m3	-.55	1.06	1.07	.50	.46
m4	-.13	1.00	.96	.65	.46
m5	-.37	.87	.84	.64	.46
m6	-.20	.77	.77	.63	.46
m7	-.22	.55	.54	.64	.46
m8	.01	1.24	1.23	.64	.46
m9	-.74	1.32	1.21	.64	.45
m10	.03	1.04	1.02	.57	.46
m11	.26	.88	.92	.24	.45
m12	.89	1.20	1.14	.63	.41
m13	.15	1.18	1.23	.19	.45
m14	-.10	.53	.55	.32	.46
m15	.54	1.07	1.06	.39	.43
m16	.61	.85	.85	.22	.43
m17	-.01	1.00	.99	.29	.46
m18	-.03	1.02	1.00	.31	.46
m19	.45	.72	.73	.39	.44
m20	.17	1.18	1.18	.70	.45
m21	-.29	1.08	1.10	.45	.46
m22	.45	.70	.71	.40	.46

Ölçüm değeri madde zorluk düzeyine (ölçülen özelliğe sahip oluş düzeyine) ilişkin bilgi verir (Linacre, 2012). Kabul edilebilir uyum için yaygın olarak kullanılan kriter aralığı Infit ve Outfit MNSQ değeri için, 0.7–1.3 aralığında olarak ifade edilmekte ve örneklem büyüklüğü çok olmadığında ise Infit and Outfit ZSTD –2.0 ile +2.0 aralığında kabul edilmektedir (Park & Liu, 2016). Örneklem büyüklüğü az olmasına rağmen geçerlik ve güvenirliği daha yüksek bir test elde edilmesi istenmektedir. Bu bağlamda Tablo 5'te yer alan değerlerin incelenmesi sonucunda MNSQ değerleri .7-1.3 aralığı dışında olması nedeniyle

testten m1 maddesinin modelle uyumlu olmadığı görülmektedir. Rasch modeline uyumlu olmayan bu madde testten çıkarılmıştır. Sonuç olarak maddenin çıkarılmasıyla 21 maddelik nihai akıl yürütme becerisi testi oluşturulmuştur.

3.4.2. Kavramsal Anlama Testi

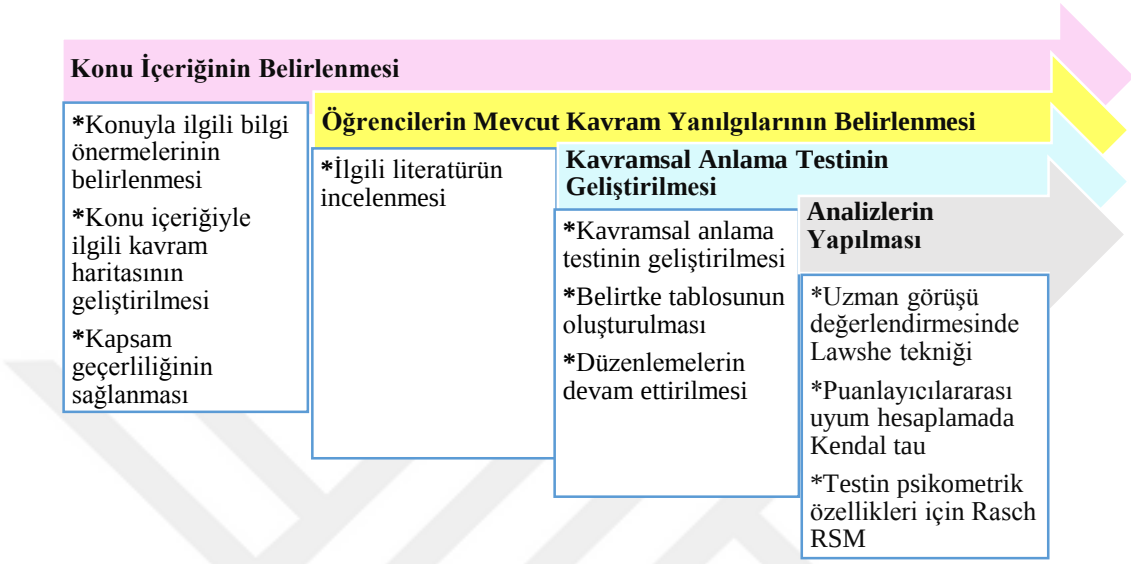
Kavramsal Anlama Testi'ne ilişkin geçerlik, güvenirlik çalışmalarını ve Rasch analizini yapmak üzere söz konusu test 2022-2023 öğretim yılı güz döneminde İzmir ilinde bulunan MEB'e bağlı resmi ortaokullar içerisinden uygun örnekleme ile seçilen iki ortaokulda uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu okullarda öğrenim gören 114 öğrenciye uygulama yapılmıştır. Testten toplanan verilerden kayıp veri bulunan testler araştırmaya dahil edilmemiş toplam 87 test değerlendirmeye dahil edilmiştir. Yedinci (N=44) ve sekizinci (N=43) sınıf öğrencilerine uygulanan test analize dahil edilmiştir.

Çalışmada ortaokul öğrencilerinin "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesi hakkında kavramsal anlama düzeylerini belirlemek amacıyla "Işığın Madde ile Etkileşimi Kavramsal Anlama Testi" geliştirilmiştir. Özellikle bu test ile Yenilenen Bloom Taksonomisine ait bilgi boyutundaki olgu, kavramsal, işlemsel ve üstbilişsel bilgi ile bilimsel süreç boyutundaki uygulama ve çözümleme düzeylerinde sorularla öğrencilerin bilişsel alan düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır.

Kavramsal anlama testi geliştirme basamakları (Baykul, 2015; Crocker & Algina, 1986; Treagust, 1988) çalışmaları incelenerek bir uyarlama gerçekleştirilmiştir. Kavramsal anlama testinin geliştirilmesi bağlamında bu uyarlamada; "(a) konu içeriğinin saptanması, (b) öğrencilerin mevcut kavram yanılgılarının belirlenmesi ve (c) kavramsal anlama testi için madde yazılması-geliştirilmesi, (d) analizlerin yapılması" şeklinde dört temel aşama izlenmiştir. Kavramsal anlama testi geliştirilmesinde Şekil 5'te verilen aşamalar izlenmiştir.

Şekil 5

Kavramsal Anlama Testinin Geliştirilme Aşamaları



1. Konu İçeriğinin Belirlenmesi

a) Konuyla İlgili Bilgi Önermelerinin Belirlenmesi: Işık konusunda alan yazın incelemesi sonucunda önermeler yazılmıştır.

b) Konu İçeriğiyle İlgili Kavram Haritasının Geliştirilmesi: Kavramsal anlama testi için ışık konusuna yönelik kavram haritası hazırlanmıştır (Ek11). Kavram testinin ön çalışmalarından biri de kavram haritalarının oluşturulmasıdır. Bu adım ile kavramlar arasındaki bağlantıların ve ilişkilerin bütüncül bir şekilde kuş bakışı görünümü sağlanmaktadır. Araştırmanın doğasına uygun olarak kavram haritası geliştirilen testin iç tutarlılığını sağlamada ve artırmada da önemlidir.

c) Kapsam Geçerliliğinin Sağlanması: Önermeler ve kavram haritaları ile ilgili fen eğitimi alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu adım testin kapsam geçerliğini sağlama amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Öğrencilerin Mevcut Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi

a) İlgili Literatürün İncelenmesi: Işık konusuyla ilgili alan yazında tespit edilen alternatif kavramalar incelenip derlenmiştir. Alan yazından elde edilen kavram yanılgıları Ek 12'de yer almaktadır.

3. Testin Geliştirilmesi

a) Açık Uçlu Test Maddelerinin Geliştirilmesi

Bazı araştırmacılar çoktan seçmeli soruların yüzeysel öğrenmeye yönlendirdiği ve öğrenilenlerin ölçülmesinde yetersiz kalması nedeniyle öğrencilerin alternatif kavramalarının tam olarak tespit edilmesine izin vermediğine dikkat çekmektedir. Testin geliştirilmesinin bu aşamasında, alan yazından derlenen alternatif kavramalardan faydalanılıp özgün açık uçlu sorular yazılmıştır. Bu soruların yazımında, alternatif kavramalar ve ünite kazanımlarının bütünleştirilmesine dikkat edilmiştir. Her açık uçlu sorudan sonra açıklamasını yazmaları özellikle belirtilerek doğru cevabının gerekçesi de istenmiştir.

Geliştirilen testin uygulamasına geçilmeden, hazırlanan test sorularının problem durumu (bilgi) ve madde kökünün ifade açıklığını ve bilimsel tutarlılığını kontrol etmek amacıyla 10 tane fen eğitimi alan uzmanının görüşü alınmıştır. Uzman görüş formundan bir soru örneği Ek 13'te yer almaktadır. Alınan görüşler doğrultusunda testteki bazı maddelerin problem durumu (bilgi) kısmı bazılarının soru kökleri yeniden düzenlenmiş, bazıları ise testten çıkarılmıştır. Ardından test dil kontrolü için beş Türkçe alan uzmanından görüş alınmıştır. Son durumda test uygulama için hazır duruma getirilmiştir.

b) Belirtke Tablosunun Oluşturulması

Bu adımda geliştirilen açık uçlu sorulardan oluşan yedinci sınıf "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesi kavramsal anlama testindeki her bir sorunun ilişkili kavram ve kazanımını direk görmeyi sağlayan belirtke tablosu hazırlanmıştır. Soruların ilgili konu ve kazanımı belirtke tablosunda (Ek 14) görülmektedir. Test sorularının yenilenen Bloom taksonomisine göre dağılımı Tablo 7'dedir.

Tablo 7

Kavramsal Anlama Testi Soruları Yenilenen Bloom Taksonomisine Yönelik Dağılımı

BİLGİ	**BİLİŞSEL SÜREÇ BOYUTU**					
BOYUTU	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yeniden oluşturma
Olgusal						
Kavramsal		5, 10, 11, 12, 15				
İşlemsel		1, 3, 4, 8, 13, 14	2			
Üstbilişsel				7	9	6

c) Düzenlemelerin Devam Ettirilmesi

Geliştirilen kavramsal anlama testi İzmir ilinde bulunan resmi ortaokullarda öğrenim gören yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinden oluşan bir örnekleme (N=114) uygulanmıştır. Uygulama sonucunda kavramsal anlama testinin geçerliliğinin ve güvenilirliğinin sağlanması için gerekli analizler gerçekleştirilmiştir.

Açık uçlu soruların değerlendirilmesinde puanlayıcı kaynaklı durumların önüne geçme ve puanlamayı öznellikten kurtarıp objektif bir değerlendirme sağlanması amacıyla değerlendirme anahtarı hazırlanmıştır. Bu kapsamda test değerlendirmede geçerli ve güvenirliği yüksek hale getirilmeye çalışılmıştır. Ortaokul öğrencilerinin test sorularına verdikleri cevapların analizinde Abraham vd. (1992) ve Karakaya (2022) çalışmalarında önerilen dereceli puanlama anahtarlarından faydalanılmış ve uyarlama yapılmıştır. Değerlendirme-puanlama anahtarında boş, yanlış ve diğer yanıtlar (0 puan), özel alternatif kavram içeren kabul edilemez cevaplar (1 puan), bilimsel olarak kısmen doğru kabul edilebilecek cevaplar (2 puan) ve bilimsel olarak doğru kabul edilen cevaplar (3 puan) olarak değerlendirilmiştir. Geliştirilen kavramsal anlama testinin görünüş geçerliği bağlamında anlaşılırlık ve açıklığının ortaya konulması amacıyla ortaokul öğrencilerinden, fen eğitimcisi alan uzmanlarından ve Türkçe eğitimi alan uzmanlarından görüş alınmıştır. Görüşler ve öneriler doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır. Testin kapsam geçerliğinin sağlanmasında

10 alan uzmanı fen eğitimcisinden "*Uzman Görüş Formu*" ile görüş alınmıştır. Uzman görüşlerine yönelik değerlendirmede Lawshe tekniği kullanılmıştır. Güvenirlik analizleri kapsamında uygulamalardan sonra kavramsal anlama testleri iki puanlayıcı tarafından puanlanmıştır. Puanlayıcılar arası uyumun (interrater) hesaplamasında Kendal Tau katsayısı kullanılmıştır. Kavramsal anlama testinin psikometrik özellikleri ise Rasch modellerinden olan Dereceleme Ölçeği Modeli ile hesaplanmıştır. Araştırmada testin doğası, soru ve puanlama yapısına uygunluğundan dolayı Rasch Dereceleme Ölçeği Modeli (Rasch RSM) kullanılmıştır.

3.4.2.1. Görünüş Geçerliği ve Kapsam Geçerliği

Kavramsal anlama testinin görünüş geçerliği bağlamında, soruların Türkçe cümle yapısına uygunluğu, anlaşılırlık ve açıklığının incelenmesi açısında beş alan uzmanı Türkçe öğretim elemanından ve üç alan uzmanı fen eğitimcisinden uzman görüşü ve düzeltme önerileri alınmıştır. Ayrıca kavramsal anlama testindeki soruların anlaşılırlığının ve açıklığının tespit edilmesi bakımından dört (iki 7.sınıf, iki 8.sınıf) ortaokul öğrencisi ile görüşme gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda test maddelerinde düzenlemeler yapılmıştır.

Kavramsal anlama testinin kapsam geçerliliğinin sağlanmasında alan uzmanı 10 öğretim elemanının (fen eğitimcisi) görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlar kavramsal anlama testinin tamamına yönelik 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinin içerisinde yer alan temel kavram kapsamı, kazanımlar ve yenilenen Bloom taksonomisine göre belirlenen boyutlara uygunluğu noktasında görüş bildirmişlerdir. Uzman görüşleri, hazırlanan "Uzman Görüş Formu" aracılığıyla alınmıştır. Alınan uzman görüşlerine yönelik değerlendirmede Lawshe tekniği kullanılmıştır. Analiz sonucunda kavramsal anlama testine ilişkin ilgili konu alanına uygunluk için .98; kazanımlara uygunluk için .90; bilgi süreç boyutu uygunluk için .77 ve bilişsel süreç boyutuna uygunluk için .72 kapsam geçerlik oranı tespit edilmiştir. Sonuç olarak kavramsal anlama testi 7. sınıf "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesini kapsayan geçerli bir testtir.

3.4.2.2. Puanlayıcılar Arası Güvenirlik

Testin uygulamasından sonra iki uzman test kağıtlarını değerlendirmiştir. Puanlayıcılar arası uyum yüzdesinin hesaplanmasında ikinci puanlayıcının tüm cevap kağıtlarını değerlendirmesi yerine (Arnold vd., 2018) öğrenci cevaplarının %15'i ikinci puanlayıcı tarafından puanlanmıştır. Kavramsal anlama testinde puanlayıcılar arası (interrater) uyumu hesaplamada Kendal Tau katsayısı kullanılmıştır (Kraska-Miller, 2013). İki farklı

değerlendirmecinin, öğrencilerin kavramsal anlama testine verdikleri cevaplar için yaptıkları değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede uyum vardır (w=.99, p<.01). Analiz sonucunda puanlayıcılar arasında yüksek düzeyde uyum (Can, 2014) olduğu görülmektedir.

3.4.2.3. Rasch Model

Kavramsal anlama testi geliştirme analizlerinde Rasch Dereceleme Ölçeği Modeli (Rasch RSM) modeli (3.74.0 Winsteps) kullanılmıştır (Linacre, 2012).

3.4.2.4. Güvenilirlik

Geleneksel güvenilirlik (KTK) ham puanlar için hesaplanırken, Rasch güvenilirliği kişi yetenekleri ve öğe zorlukları için hesaplanmaktadır (Sondergeld & Johnson, 2014). Rasch modelinde birey güvenirliği ve madde güvenirliği değerleri hesaplanmıştır. Birey güvenirliği, klasik test kuramındaki test güvenirliği gibi yorumlanabilmektedir. Madde güvenirliğinin ise klasik test kuramında bir karşılığı bulunmamaktadır. Ayrıca Rasch analizinde Cronbach α değerleri de hesaplanmıştır. Tablo 8'de Rasch RSM modeli hesaplanan kişi ölçüm değerleri yer almaktadır.

Tablo 8

Ölçülen 87 Kişinin Özeti

	Toplam Puan	Madde Sayısı	Ölçüm	Standart Hata	İç-uyum Infit MNSQ	İç-uyum z ZSTD	Dış-uyum Outfit MNSQ	Dış-uyum z ZSTD
Ortalama	46.60	37.00	-.22	.19	1.05	.00	1.06	.10
S. S.	16.70	.00	.71	.09	.35	1.50	.45	1.30
Maks.	90.00	37.00	1.18	1.02	2.30	2.50	3.05	4.10
Min.	1.00	37.00	-4.37	.17	.34	-3.70	.36	-2.80
Gerçek Rmse .23		Gerçek SS 1.26		Ayrışma 2.90		Kişi Güvenirlik 0.89		
Model Rmse .22		Gerçek SS 1.26		Ayrışma 3.16		Kişi Güvenirlik 0.91		

Kişi Ortalamasının Standart Hatası = .08

Kişi Ham Puanlar ile Ölçüm Arasındaki Korelasyon = .92
Cronbach Alfa (KR-20) Kişi Ham Puan Test Güvenirliği = .88

Tablo 8'e göre 87 katılımcı için gözlemlenen ortalama puan 46.60'tır. Kişi güvenirlik değeri .91 olarak tespit edilmiştir. Uyum değerleri bire yaklaştıkça verilerin model veri uyumunu sağladığını göstermektedir. Ayrıca güvenirlik α=.88 olarak bulunmuştur. Bireylere ait ayrışma değeri, ikinin üzerinde olduğunda (Linacre, 2012), ölçülen değer açısından (kavramsal anlama düzeyleri) ayırt edici olduğunu göstermektedir.

Tablo 9'da maddelere ait betimsel istatistiklere ve güvenirlik değerlerine yer verilmektedir.

Tablo 9

Madde Ölçüm Raporları

	Toplam Puan	Birey Sayısı	Ölçüm	Model s.h.	İç-uyum	İç-uyum z	Dış-uyum	Dış-uyum z
Ortalama	109.50	87.00	.00	.12	1.02	.10	1.06	.30
s. sd (S.S)	53.00	.00	.73	.03	.19	1.40	.24	1.20
Maks.	226.00	87.00	1.39	.20	1.38	2.80	1.87	3.20
Min.	28.00	87.00	-1.56	.10	.66	-3.60	.72	-2.00
Gerçek Rmse .13		Gerçek SS .71		Ayrışma 5.38		Madde Güvenirliği .97		
Model Rmse .13		Gerçek SS .71		Ayrışma 5.66		Madde Güvenirliği .97		
Madde Ortalamasının Standart Hatası = .13								
Madde Ham Puanlar ile Ölçüm Arasındaki Korelasyon =-1.00								

Tablo 9'daki iç-dış uyum değerleri -2 ve 2 aralığında verilerin modele uygun olduğunu ifade etmektedir. Testin madde güvenirliği .97'dir. Rasch analizinde yüksek madde güvenirlik değeri, maddelerin farklı güçlükte olduğunun göstergesidir (İlhan, 2016). Testin yüksek madde güvenirlik değeriyle farklı güçlükte sorular içerdiği söylenebilir.

Rasch analizinde, teste madde seçilirken iç-dış uyum (MNSQ) değerlerinin belli bir aralıkta (.7-1.3) olmasına yani madde model uyumuna, ayrıştırıcılığına ve madde güçlüğüne (ölçüm değeri) dikkat edilmektedir. Tablo 10'da maddelere ait iç-uyum, dış-uyum ve ölçüm değerleri yer almaktadır.

Tablo 10

Rasch Derecelendirme Ölçeği Modeli (Rasch RSM) Sonuçları

Madde	Ölçüm	İç-uyum Infit MNSQ	Dış-uyum Outfit MNSQ	PTMA	PTMA-E
m1	-.21	.93	1.51	.30	.43
m2	-.48	1.16	1.16	.48	.46
m3	-.09	.80	.97	.38	.41
m4	-.41	1.01	1.01	.39	.45
m5	-.30	.73	.79	.45	.44
m6	-.26	.66	.72	.46	.43
m7	-1.56	1.14	1.11	.51	.53
m8	-1.54	1.26	1.87	.42	.53
m9	.02	.92	1.02	.31	.40
m10	.11	.99	.99	.41	.39
m11	-.10	.85	.85	.43	.41
m12	.08	.86	.87	.43	.39
m13	-.21	1.06	1.03	.41	.43
m14	-1.38	1.14	1.05	.54	.53
m15	-1.05	1.15	1.05	.49	.51
m16	-.20	.99	.98	.44	.43
m17	-.35	1.33	1.53	.39	.45
m18	-.24	1.09	1.07	.42	.43
m19	.02	.79	.80	.34	.25
m20	-.06	.85	.86	.35	.41
m21	-.14	1.13	1.24	.26	.42
m22	-.73	1.25	1.18	.50	.49

m23	-.15	1.09	1.05	.47	.42
m24	-.51	1.17	1.31	.47	.46
m25	-.36	1.26	1.35	.42	.45
m26	.66	1.16	1.04	.36	.32
m27	.29	.85	.85	.43	.41
m28	.43	.92	.86	.39	.35
m29	.72	.90	.95	.37	.31
m30	.66	1.15	1.20	.33	.32
m31	.59	1.22	.99	.46	.33
m32	1.39	1.18	1.08	.35	.23
m33	.89	1.26	1.33	.29	.29
m34	.96	1.38	1.20	.37	.28
m35	1.15	.79	.88	.33	.26
m36	1.15	.72	.72	.40	.26
m37	1.22	.77	.80	.34	.25

Tablo 10'da yer alan değerlerin incelenmesi sonucunda MNSQ değerleri .7-1.3aralığı dışında olması nedeniyle testten m6, m8, m17 maddeleri modelle uyumlu olmadığı görülmektedir. Rasch modeline uyumlu olmayan üç madde testten çıkarılmıştır. Gözlenen değer (PTMA) ile beklenen değer (PTMA-E) arasındaki fark yorumlandığında m1, m4, m9, m20, m21 maddelerinin performansı düşük ve yüksek bireyleri az ayrıştırdığı; m12, m19, m23, m29, m31, m32, m33, m34, m36, m37 maddelerinin bireyleri fazla ayrıştırdığı görülmektedir (Linacre, 2012). Bu maddelerin çıkarılmasıyla 19 maddelik bir nihai test oluşturulmuştur.

Geliştirilen test 7. sınıf öğrencilerinin "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesi kazanımları kapsamında konuyla ilgili kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesine yönelik maddelerden oluşmaktadır. Görünüş geçerliği kapsamında Türkçe ve fen eğitimi alan uzmanlarından alınan görüşler kapsamında sorularda düzenlemeler yapılmıştır. Ortaokul öğrencileri ile yapılan görüşmeler kapsamında soruların anlaşılırlığını artırma kapsamında düzenlemeler yapılmıştır. Testin kapsam geçerliğinin sağlanabilmesi için 10 fen eğitimi alan uzmanından uzman görüşü alınmıştır. Alınan uzman görüşlerinin değerlendirilmesinde

Lawshe tekniği kullanılmıştır. Analizler sonucunda kapsam geçerlik oranı (KGO); konu alanına uygunluk için .98; kazanımlara uygunluk için .90; bilgi süreç boyutu uygunluk için .77 ve bilişsel süreç boyutuna uygunluk için .72 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak kavramsal anlama testinin 7. sınıf 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinin tüm özelliklerini yansıttığı, belirtke tablosuna uygun olduğu ve testin kapsam geçerliği sağlanmıştır. Testin güvenirliğinin ortaya konulması kapsamında puanlayıcılar arası uyum hesaplanmıştır. Puanlayıcılardan kaynaklanan güvenirlik kestirimlerini belirlemek için Kendal Tau katsayısı hesaplanmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlama testine verdikleri cevaplar için puanlayıcıların gerçekleştirdiği değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede uyum bulunmaktadır ($w=.99$, $p<.01$).

Testin geliştirilmesinde Rasch (RSM) modeli kullanılmıştır. Analiz sonucunda birey güvenirlik katsayısı .91, madde güvenirlik katsayısı .97 ve $\alpha=.88$'dir. Test geliştirme araştırmasının bulguları ve madde özelliklerinin Rasch analiz sonuçlarının incelenmesi neticesinde üç maddenin Rasch modeline uyumlu olmadığı tespit edilmiştir. Bazı maddelerin modele uyumsuzluk göstermese de performansı yüksek ve düşük bireyleri az ya da fazla ayrıştırdığı bulunmuştur. Bu maddeler de testten çıkarılmıştır. Rasch analizi, geçerlik güvenirlik noktasında olumsuz bir etki olmadan modelden çıkarılabilecek maddelerin belirlenmesine ve ölçekten çıkarılmasına izin vermektedir (Brinthaupt & Kang, 2014). Aynı özelliği ölçen maddelerden sadece bir tanesinin kalması kapsam geçerliği ve ayırt edicilik noktasında herhangi bir istatistiksel eksikliğe sebep olmamaktadır (Milliken vd., 2018). Toplam 19 maddelik bir nihai test oluşturulmuştur. Sonuç olarak geliştirilen testten alınan puanlar geçerli ve güvenilirdir. Bulgular, Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesine (MEB, 2018) yönelik Kavramsal Anlama Testinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin tespit edilmesinde güvenle kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

3.4.3. Yarı-Yapılandırılmış Görüşmeler

Çalışmada; fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon kullanımına ilişkin öğrenci görüşlerini belirlemek amacıyla yarı-yapılandırılmış görüşme soruları hazırlanmıştır. Sorular, açık uçlu yapıya sahiptir. Yarı-yapılandırılmış görüşmeler deney grubunda akademik başarıları farklı (üst, orta ve düşük olmak üzere) seçilen altı öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deneysel uygulamada böyle bir yol seçilerek nitel ve nicel veri toplama araçları bir arada kullanılacak, çalışmada yer alan araştırma problemleri derinlemesine ve farklı açılardan incelenebilecektir. Bu şekilde birbirinin tamamlayıcısı olarak farklı veri toplama yöntemleri kullanıldığında birleştirme yapılmaktadır. Daha önce de sözü edildiği gibi çalışmada temel

nitel veri toplama araçlarından biri olan yarı- yapılandırılmış görüşmelerden yararlanılmıştır. Yarı-yapılandırılmış görüşmeler; özel bir konuda derinlemesine bilgi alma, cevapların eksik veya açık olmadığı durumlarda tekrar soru sorarak durumu açıklayıcı hale getirip cevapları tamamlama fırsatı sunma gibi özellikleri olan bir tekniktir (Çepni, 2019). Konuya ilişkin hazırlanan yarı-yapılandırılmış görüşme soruları ilk olarak uzman görüşüne sunulmuştur, uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra sorulara son şekli verilmiştir. Ardından soruların son hali çalışma grubu dışında aynı sınıf düzeyindeki birkaç öğrenciye uygulanıp anlaşılırlığı test edilmiştir. Yarı-yapılandırılmış görüşmeler gönüllülük esasına uygun olarak çalışma grubu içinden seçilen altı öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler seçilirken; tüm grubu yansıtması için düşük, orta ve yüksek düzey olarak ayrılmış ve bunlar içinden rastgele seçim yapılarak gönüllülük çerçevesinde görüşme kişileri belirlenmiştir. Yapılan görüşmeler sırasında ses kaydetmek için görüşme yapılan öğrencilerin izni alınıp ses kaydı yapılmıştır. Daha sonra kaydedilen görüşme kayıtları kâğıda aktarılarak kodlanmış, kategoriler belirlenerek sınıflandırılmış ve belirli temalar çerçevesinde yorumlanmıştır.

3.5. Araştırma Süreci

Çalışma, 2022-2023 öğretim yılı içerisinde 12 hafta süreyle İzmir ili Buca ilçesine bağlı resmi devlet ortaokulunda öğrenim gören 60 öğrenciye uygulanmıştır. Çalışmada disiplinlerarası öğretim ile yürütülen yedinci sınıf "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesi ile ilişkili etkinlikler kullanılmıştır. Disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerisi, akıl yürütme becerisi ve kavramsal anlama düzeyleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla deney grubunda bulunan öğrencilere Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesi disiplinlerarası temelde hazırlanan sorgulama temelli öğretim ile işlenirken kontrol grubunda yalnızca sorgulama temelli öğretim uygulanmıştır.

Araştırmada uygulamalar, 12 hafta boyunca haftada 4 ders saati Fen Bilimleri dersi ve 2 ders saati Seçmeli Bilim Uygulamaları dersi olmak üzere toplam 6 ders saati olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar süresince ders öğretmeni ve araştırmacı birlikte dersleri yürütmüş olup disiplinlerarası entegrasyonların vurgulanması gerektiğinde araştırmacı devreye girmiştir. Uygulamaların Millî Eğitim Bakanlığına bağlı resmi devlet ortaokullarında gerçekleştirilmesi nedeniyle ders öğretmeni ile yürütülmüştür. Derslerde süreç; konulara giriş, etkinliklerin gerçekleştirilmesi ve disiplinlerarası entegrasyonların verilmesi, konu tekrarı ve soru çözümü şeklinde ilerlemiştir. İlk hafta uyum noktasında problem yaşayan çocuklar verilen bilgi ve yönergeler ile süreç içerisinde sınıfta iki öğretmenin bulunmasını avantaj

olarak görmeye başlamışlardır. Araştırmanın ön testlerinin uygulanması sürecinde bu uyum sorunu ortadan kaldırılmıştır.

3.6. Ders Planı ve Materyallerin Tasarım Süreci, Etkinliklerin Geliştirilmesi

Araştırmada 7. Sınıf Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesi kazanım ve kavramlarına uygun etkinlikler tasarlanmıştır. Tasarımda Roberts ve Kellough (2000) tarafından disiplinlerarası öğretim için önerilen yedi aşamalı model kullanılmıştır. Bu doğrultuda yedi aşamanın her birinde yapılan işlemler ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Şekil 6

Disiplinlerarası Öğretim İçin Yedi Aşamalı Model (Roberts & Kellough, 2000)



1. **Konuların Belirlenmesi:** Bu adımda konu seçilir. Bu araştırmada disiplinlerarası entegrasyona uygun konu içeriğine sahip 7. sınıfın beşinci ünitesi 'Işığın Madde ile Etkileşimi' seçilmiştir. Işık konusunun farklı disiplinler ile bağlantılı olması ünitenin seçiminde etkili olmuştur. Ünitenin konu, kavram ve kazanımları incelenmiştir. Bu bağlamda alan yazında ilgili ünite konu ve kazanımlarıyla ilgili çalışmalar incelenmiştir.

2. **Gözden Geçirme:** İkinci aşamada ünite içeriği ve kavramları belirlenmektedir. Ünitenin diğer disiplinlerle ilişkili kazanımları tespit edilmiştir. Bu ünite konularıyla ilişkili ve

entegre edilebilecek konu ve kazanımların ortaya çıkarılması kapsamında öncelikle disiplin içi entegrasyon kapsamında fen bilimleri dersi 5., 6., 7. ve 8. sınıf konu ve kazanımları incelenmiştir. Ardından disiplinlerarası entegrasyon için diğer ortaokul derslerinin (Türkçe, Matematik, Sosyal Bilimler, Görsel Sanatlar, … vb.) 2018 öğretim programı ve ders kitapları incelenmiştir. Kazanım ve konular arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir.

3. **Eğitim Kaynaklarının İncelenmesi:** Seçilen üniteye yönelik kaynakların belirlendiği bölümdür. Bu çalışmada uygulama sırasında MEB tarafından verilen ders kitabının yanında kullanılacak etkinlikler hazırlanmıştır. Etkinliklerin hazırlanması için alan yazında yer alan etkinlik çalışmaları, uluslararası projeler, etkinlik kitapları ve dijital ortamda bulunan deney ve etkinlikler incelenmiştir. Temelde beş etkinlik serisi oluşturulmuştur. Konu ve kazanımlara uygun olarak geliştirilen bazı etkinliklerde var olan etkinlikler üzerinde değişiklikler yapılıp uyarlanmış bazılarında ise özgün etkinlik oluşturulmuştur. Örneğin; Fibonacci projesinin dördüncü modülü "Composing Colours from Matter or Light" içerisinde yer alan etkinlikler üzerinde değişiklik yapılarak bir etkinlik serisi hazırlanmıştır.

4. **Etkinliklerin/Temanın Organize Edilmesi:** Seçilen konunun tasarlandığı bölümdür. Etkinlikte hangi kavramların verileceği, etkinlik süresi, etkinlik malzemelerinin listelenmesi ve nasıl temin edileceği, etkinlik sonucunda ulaşılacaklar ve ilişkilendirmelerin nasıl gerçekleştirileceğine karar verilmiştir. Bu doğrultuda etkinlikler geliştirilmiş ve etkinlik kağıtlarında öğrencilere yönlendirilecek sorular belirlenmiştir. Bu aşamada etkinliklerin nasıl gerçekleştirileceği organize edilmiştir.

5. **Sınıf Ortamının Düzenlenmesi:** Bu aşamada öğrencilerin ilgisini çekebilecek disiplinlerarası öğretime uygun bir sınıf ortamı planlanmakta ve düzenlenmektedir. Etkinlik ya da uygulamaların laboratuvarda, sınıfta ya da sınıf dışı-okul dışı ortamında yapılmasına karar verilebilir. Sınıf ortamında yapılması planlandığı durumda oturma düzeni, etkinlik malzemeleri gibi gerekli olan her şey önceden hazırlanmalıdır. Özellikle etkinlikler seçilirken güvenlik açısından problem oluşturmayacak malzemeler ile olmasına dikkat edilmiştir. Örneğin bu çalışmada ilk etkinlik (Işığın soğurulması) sınıf dışında okul bahçesinde yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Öğrenciler yapılacak etkinlikteki görev sayısına göre gruplara (her grupta 6 öğrenci) ayrılmıştır. Her bir öğrenciye görevi ve malzemeler derslikten çıkmadan verilmiştir. Bahçede etkinlik ders öğretmeni ve araştırmacı rehberliğinde gerçekleştirilmiştir. Bir diğer etkinlik grubunda (ışığın kırılması,

ışık renkleri ve boya renkleri) kullanılacak malzemeler ve etkinlik düzeni açısından laboratuvarda gerçekleştirilmiştir.

6. **Konu Finali, Kapanış Etkinliğinin Gerçekleştirilmesi:** Her konunun sonunda bir etkinlik gerçekleştirilmiş, etkinliğin sonucunda çıkarılacak sonuç üzerine tartışmalar gerçekleştirilmiş, günlük hayattan örnekler verilmiş ve entegre noktalar özellikle vurgulanmıştır. En son aşama olarak da ders öğretmeninin belirlediği kaynak yayınlardaki soruların çözümü gerçekleştirilmiştir. Soru çözümünde entegrasyon yapılan konular ile ilgili sorular ile karşılaşıldığında araştırmacı tekrar entegrasyonlara ve diğer disiplinler ile bağına vurgu yapmıştır.

7. **Değerlendirmelerin Gerçekleştirilmesi:** Etkinliklerde bulunan sorular ile öğrencilerin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında etkinlik kağıtlarından toplanan verilerin değerlendirilmesi yer almadığı için rubrik türü bir puanlama anahtarı ile değerlendirme yapılmamıştır.

3.7. Etkinliklerin Pilot Uygulaması

Ortaokul öğrencilerinin Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretimine yönelik hazırlanan etkinliklerin pilot uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 2021-2022 öğretim yılı içerisinde resmi bir devlet ortaokulunda okul idaresi ve öğretmenin izni ile öğrencilerin de gönüllü olarak katılımıyla etkinliklerin denemesi gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamaya 7. sınıfta öğrenim gören 33 öğrenci katılmıştır. Bu pilot uygulama haziran ayında iki haftada toplamda 12 ders saati sürmüştür. Pilot uygulama aşamasında tasarlanan etkinliklerin çeşitli açılardan uygunluğu denenmiştir. Pilot uygulama aşamasında tüm araç ve gereçler öğrencilere araştırmacı tarafından sunulmuştur. Pilot uygulamaya dahil olan öğrenciler etkinlikleri sırayla gerçekleştirmişlerdir. Bu aşamada öğrencilerden gelen dönütler, araştırmacının gözlemlerinden yaptığı çıkarım ve ders öğretmeninin önerileri ile etkinlikler tekrar gözden geçirilmiş ve etkinliklerde düzenlemeler yapılmıştır. Pilot uygulama sonucunda uygulama süresi uzun olan ve kontrolünün zorluğu açısından öğrencilerin bireysel olarak yapmaları planlanan “pigment avcıları” ve “doğada pigment avı” gibi bazı etkinlikler uygulamadan çıkarılmıştır.

Etkinliklerin pilot uygulamasında karşılaşılan problemler ve değişiklikler;

Etkinlik 1: Balon renkleri kırmızı, siyah ve beyaz olarak sınırlandırılmalıdır. Bu renkler yeterlidir.

Güneş ışığı mercek ile odaklandığında;

Kırmızı balon: Kırmızı ışığı yansıtır.

Beyaz balon: tüm ışık renklerini yansıtır.

Siyah balon: tüm ışık renklerini soğurur, ışık rengini yansıtmaz.

Etkinlik aşamasında beyaz balon içine siyah balonun yerleştirilmesi uygulamalı olarak yapılmasının zor olacağından dolayı bu durum *'Siyah balonu beyaz balon içerisine yerleştirdiğinizi düşünün, bu durumda mercek ile güneş ışığı tutulduğunda ne olur?* Sizce hangi balon önce patlar?' şeklinde öğrencilere soru şeklinde verilip üzerine tartışmaları istenmesine karar verilmiştir. Bu etkinliğin uygulamasında sınıfın birkaç gruba bölünmesine, araştırmacı ve başka bir öğretmenin gruplara etkinlik boyunca dahil olmasına ve rehberlik etmesine karar verilmiştir. Öğretmen sadece etkinlik gösterimi yapma kısmında rehber olarak yer alacak öğrencilere gerekli açıklama sadece araştırmacı tarafından yapılacaktır.

Etkinlik 2: Güneş Enerjisi etkinliği devamında yer alan tasarım yarışması kısmında öğrencilerin cesaretlendirilmesi ve desteklenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yenilenebilir diğer enerji türleriyle ilgili bir kısım eklenmiştir.

Etkinlik 3: Fibonacci projesi color modülüne göre düzenlenen etkinlik aşamalarında değişiklik yapılması planlanmıştır. Etkinlikte ışık ana renklerinin karışımı aşaması okuldaki sınıflarda perde olmaması nedeniyle gerçekleştirilememiştir. Akıllı tahtadan gösterim ile gerçekleştirilmiştir. Esas uygulamada bu dezavantajı ortadan kaldırmak için RGB renkli power led lambalar ve gözlem penceresi bulunan bir kutu (black box) hazırlanıp ışık renklerinin bu kutu içerisinde karışımlarının gösterilmesine karar verilmiştir.

Renkler (ışık renkleri ve pigment renkleri) konusu ile ilgili etkinlikte yer alan bitkilerden/doğadan pigment avcılığı etkinlik aşamasının kaldırılmasına karar verilmiştir. Bu aşama yerine öğrencilerde yer alan görsel sanatlar dersinde pigment-boya ana renklerinin kırmızı, mavi, sarı olarak öğrenildiği (alternatif kavrama) tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğrencilere sulu boya ile renkleri karıştırıp boyama etkinliği yaptırılması ve boya ana renkleriyle ilgili alternatif kavramaları kendilerinin keşfetmeleri düşünülmektedir. Etkinlik sonunda primer renklere (sarı, cyan ve magenta) sahip renkli yazıcı boyası ve UV baskı materyalleriyle öğrencilerin bilimsel doğrulara ulaşmalarına yardımcı olmak için etkinlikte ek

adımlar eklenmesine karar verilmiştir. Ayrıca Geleneksel Newton Çarkı ile Yeni Nesil Newton Çarkı karşılaştırmasının yer aldığı bir aşaması eklenmiştir.

Etkinlik 4: Ayna çeşitleri ve ayna türlerinde görüntü oluşumu ile ilgili etkinlikte de değişiklik yapılmasına karar verilmiştir. Ayna çeşitleri etkinliğinin ilk halinde aynaların odak noktasının tek tek lazer ile ışınlar gönderilerek bulunması yer almaktaydı. Bu durumun sınıf ortamında tek tek kontrol edilme zorluğu ve alanyazında iç bükey- çukur aynalar ile dış bükey -tümsek aynaların aynı ayna çeşitleri olduğuna yönelik yanılgı üzerine bu ayna çeşitlerini gözlemleme ve farklarını ortaya koyma noktasında yeni bir etkinlik hazırlanmıştır.

Etkinlik 5: Işığın kırılmasına yönelik etkinlik ilk başta Ashmann vd. (2016) (kaya balığı avı) çalışmasında yer alan prosedüre göre tasarlanmıştır. Bu aşamada değişiklik yapılarak Harrison ve Treagust (1993) çalışmasında yer alan araba benzetmesinin kullanılmasına ve bu gösterimin yapılmasına karar verilmiştir. Farklı yoğunluktaki sıvılar içerisinde ışığın kırılmasının gözlemlenmesinin yer aldığı TGA çalışma kâğıdı ile etkinliğe devam edilmesinin bu etkinlikte daha etkili olacağı düşünülmektedir. Etkinliğin son aşaması grup halinde yapılmıştır. Mercekler ve lazer ışığı ile öğrencilerin farklı noktalardan gönderilen ışınların izlediği yolların bütünleştirilmesinden merceğin odak noktasını keşfetmeleri tasarlanmıştır.

3.8. Asıl Uygulama

Bu araştırma, 2022-2023 öğretim yılında İzmir ili Buca ilçesinde resmi bir devlet ortaokulunda yedinci sınıfta öğrenim gören toplam 60 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmada yer alan gruplardan biri deney grubu diğeri de kontrol grubudur. Araştırmanın uygulama sürecinde deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilere öncelikle veri toplama araçları (bilimsel süreç becerisi testi, akıl yürütme becerisi testi ve kavramsal anlama testi) ön test olarak uygulanmıştır. Fen Bilimleri Dersi ve Seçmeli Bilim Uygulamaları derslerinde deney grubunda geliştirilen etkinlikler kullanılmıştır. Deney grubunda uygulama sürecini Fen Bilimleri öğretmeni ve araştırmacı birlikte yürütmüştür. Deney grubunda derslerde disiplinlerarası entegrasyon temelinde hazırlanan sorgulama temelli öğretim kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise derslerde yalnızca sorgulama temelli öğretim kullanılmıştır.

Deney grubunda dersin başlangıcında konu ile ilişkili daha önceki yıllarda öğrenilen öncül konu ve kavramlar hatırlatılmıştır. Ardından birden çok bölümden oluşan etkinlik kağıtları dağıtılmıştır. Etkinlikleri sınıfta gönüllü olan, öğretmen ya da araştırmacı tarafından seçilen bir öğrenci okumuştur. Bu sırada diğer öğrenciler kendi kağıtlarından takip etmişlerdir.

Bu aşamada araştırmacı gerekli yerlerde öğrencilere sorular yönelterek sınıfta tartışma ortamı oluşturmuştur. Etkinlikler içerisinde yer alan sorulara gelindiğinde öğrenciler soruların altında boş bırakılan yerlere kendi düşüncelerini hiçbir etki altında kalmadan yazmışlardır. Yazma işlemi sonlandığında araştırmacı her soruyu (problem durumunu) sınıfa sesli bir şekilde okumuş ve öğrencilerden fikirlerini ifade etmelerini istemiştir. Bu aşamada öğrencilerin verdikleri cevaplara herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Öğrenciler kendi fikirlerini ifade ederken aynı zamanda aralarında tartışabilmeleri için de ortam yaratılmıştır. Sorulara verilen cevaplara karşılık olarak ders öğretmeni 'Arkadaşının fikrine katılıyor musunuz? Neden?' veya 'Bu fikre katılmıyorsanız sebebi nedir?' gibi sorularla öğrencilerin kendi aralarında tartışmalarına izin vermiştir. Böylece tüm sınıfın fikirlerini olumlu ve olumsuz taraflarıyla eleştirebilecekleri bir ortam sağlanmıştır. Bu süreç arkadaşlarının fikirlerinden etkilenen ve onları fikirleriyle etkileyen öğrencilerin kendi oluşturdukları mantık etrafında düşünceleri şekillenene kadar devam ettirilmiştir.

Etkinliklerde öğrenciler çözüm yolları için deney, gözlem veya tasarım yapma yoluna başvurmuştur. Daha sonra öğrenciler çözüm yolu için geliştirdiklerini birbirleriyle paylaşarak fikirlerini ifade etmiştir. Etkinliklerde verilen olası problem durumlarında var olan problemin çözümü için öğrencilerin sözel, görsel veya deneysel olarak beceri geliştirmeleri amaçlanmıştır. Öğrenciler etkinlikler boyunca çeşitli bilimsel süreçleri kullanmakta ve işe koşmakta, çeşitli akıl yürütme becerileri ile etkinliklerdeki problemlere çözüm yolları bulmakta ve sonuçta kavramları keşfedip anlamlı ve kalıcı bir şekilde öğrenmektedirler. Ders kitabındaki kavram ve konu sıralamasının yanında kazanımın sınırlılıkları da dikkate alınarak sürdürülen uygulama sürecinde diğer disiplinler ile ilişkili entegre kazanım, kavram ya da olguların ders sürecinde öğrencilere etkinlik ya da sözel olarak sunulmasıyla süreç tamamlanmıştır. Uygulama süreci deney ve kontrol gruplarında aynı hafta tamamlanmıştır. Yani hem deney hem de kontrol gruplarında çalışmanın uygulama süreci 12 hafta sürmüştür. Süreç sonrasında çalışma gruplarına (deney-kontrol) veri toplama araçlarının son testleri uygulanmıştır. Ayrıca deney grubu öğrencilerine son testlerin yanında gönüllülük esasıyla başarı bakımından heterojen olarak seçilmiş öğrencilerle de (6 kişi) yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilerek süreç tamamlanmıştır.

Tablo 11

Uygulama Süreci ve Kullanılan Etkinlikler

Haftalar	Uygulamalar	Süre (Ders Saati)
1. Hafta	Öğrenciler ile tanışma, uygulamalar hakkında öğrencilere bilgi ve yönergelerin verilmesi	1
	Bilimsel süreç becerisi testinin uygulanması (ön test)	1
	Akıl yürütme becerisi testinin uygulanması (ön test)	1
	Kavramsal anlama testinin uygulanması (ön test)	1
2. Hafta	Etkinlik 1 "Balonlara Neler Oluyor?"	3
	Soru çözümü	
3. Hafta	Etkinlik 2 "Doğayı Kurtaracak Enerji Kaynağı: Güneş"	3
	Yarışma: Güneş Enerjisini Kullanan Bir Tasarım Yapıyorum	1
4. Hafta	Soru çözümü-Ortak Okul Denemesi	
	Etkinlik 3 "Beyaz Işık Gerçekten Beyaz Mıdır? Gökyüzünde Rengârenk Bir Kuşak"	4
5. Hafta	Etkinlik 4 "Renkleri Keşfediyorum"	2
	Etkinlik 5 "Cisimler Nasıl Renkli Görünür?"	2
	"Klasik Newton çarkı ve Yeni nesil Newton çarkı yorumu"	2
6. Hafta	Ara Sınav Haftası	
7. Hafta	Etkinlik "Aynalar"	2
	Etkinlik "Camın Arkasındaki Hayalet: Görüntü mü, Cisim mi?"	2
8. Hafta	Soru çözümü-Ortak Okul Denemesi	
	Tümsek ve Çukur aynalarda görüntü incelemesi	2
9. Hafta	Soru çözümü	
	Etkinlik "Işığın Kırılması	2
	"Işığın Farklı Saydam Ortamlarda Kırılması"	2
10. Hafta	Soru çözümü	
	"Merceklerde Görüntü Oluşumunun İncelenmesi"	2
11. Hafta	Bilimsel süreç becerisi testinin uygulanması (son test)	1
	Akıl yürütme becerisi testinin uygulanması (son test)	1
	Kavramsal anlama testinin uygulanması (son test)	1
12. Hafta	Yarı yapılandırılmış görüşmeler	2

3.9. Verilerin Analizi

Bu bölümde araştırmanın nicel (Bilimsel Süreç Becerisi Testi, Akıl Yürütme Becerisi Testi, Kavramsal Anlama Testi) ve nitel boyutunda (Yarı Yapılandırılmış Görüşme) elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğine dair bilgilere yer verilmiştir.

3.9.1. Nicel Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel verileri; Bilimsel Süreç Becerisi Testi, Akıl Yürütme Becerisi Testi, Kavramsal Anlama Testi ile elde edilmiştir. Testlerden elde edilen veriler SPSS 23 paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Tüm analizler .05 anlamlılık düzeyinde yapılmıştır. Analizler öncesinde verilerin yapılacak analizlerin varsayımlarını karşılayıp karşılamadıklarını test etmek amacıyla öncelikle bağımlı değişkenlerin (Bilimsel Süreç Becerisi Testi, Akıl Yürütme Becerisi Testi, Kavramsal Anlama Testi) ön testleri ve son testleri, deney ve kontrol grupları için dağılımlarının normalliği; (i) çarpıklık ve basıklık değerlerinin incelenmesi, (ii) çarpıklık ve basıklık değerlerinin, standart hataya bölünmesi, (iii) uç değerlerin kontrolü ve (iv) örneklemde yer alan kişi sayılarından (N<50) dolayı Kolmogorov-Simirnov testi ile incelenmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının bağımlı değişkenlere (Bilimsel Süreç Becerisi Testi, Akıl Yürütme Becerisi Testi, Kavramsal Anlama Testi) yönelik ölçek sonuçlarının ön test - son test normallik analizleri yapılmıştır. Normallik dağılımı; (i) çarpıklık ve basıklık değerlerinin incelenmesi, (ii) çarpıklık ve basıklık değerlerinin, standart hataya bölünmesi, (iii) uç değerlerin kontrolü ve (iv) Kolmogorov-Smirnov/Shapiro Wilks değerlerine bakılmıştır. Örneklem sayısının az olduğu durumlarda normallik ile ilgili karar verilirken Skewness-Kurtosis değerlerinin yorumu dikkate alınmaktadır. Bu değerlerin +/- 1.50 arasında olması normal dağılım olduğunu göstermektedir (Tabachnick & Fidell, 2013). Bu nedenle araştırmada basıklık-çarpıklık değerleri +/-1.50 arasında değerlendirilip yorumlanmıştır. Bu yorumlama sonucu deney ve kontrol grubu ölçek puanlarına göre normallik dağılımı Tablo 12'dedir.

Tablo 12

Grupların Ölçek Puanları Normallik Dağılımı

Ölçek	Grup	Ölçüm	*Skewness	*Kurtosis	Dağılım
Bilimsel Süreç Becerisi Testi (BSB)	DG	ÖT	.860	.833	Normal
		ST	-1.097	-.133	Normal
	KG	ÖT	.044	-.612	Normal
		ST	-.697	-.067	Normal
Akıl Yürütme Becerisi Testi	DG	ÖT	.463	-.624	Normal
		ST	.415	-.132	Normal
	KG	ÖT	1.023	1.263	Normal
		ST	-.005	-.279	Normal
Kavramsal Anlama Testi	DG	ÖT	.247	-1.072	Normal
		ST	-.376	1.186	Normal
	KG	ÖT	.736	.585	Normal
		ST	.067	.315	Normal

*ÖT: Ön test, ST: Son test, DG: Deney grubu, KG: Kontrol grubu

Tablo 12'ye göre yapılan normallik analizleri sonucunda deney ve kontrol gruplarının bilimsel süreç becerisi testi, akıl yürütme becerisi testi ve kavramsal anlama testi ön ve son testlerinin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin söz konusu test puanlarındaki normallik dağılımına ilişkin ayrıntılı bilgiler (basıklık çarpıklık değerleri, q-q plot ve histogram grafikleri) Ek-15'te bulunmaktadır.

Bilimsel süreç becerileri testindeki her bir soruya verilen doğru cevaplar için "1" puan, yanlış ve boş cevaplar için "0" puan verilip puanlama yapılmıştır. Bu doğrultuda bilimsel süreç becerileri testi ön test ve son test uygulaması sonucunda elde edilen verilere ilişkin deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sorulara yönelik doğru ve yanlış cevapları frekans ve yüzdelik değerleri tablo halinde sunulmuştur. Ardından deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı bağımsız örneklemler t-testi ile incelenmiştir. Bu incelemeye yönelik bulgular tablo halinde sunulmuştur. Bu durum deneysel işlem öncesinde her iki grupta bulunan öğrencilerin durumları arasında fark olup olmadığını bir diğer ifade ile başlangıçta grupların bilimsel süreç becerisi düzeylerini karşılaştırmalı şekilde ortaya koymayı sağlayacaktır. Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin bilimsel süreç

becerileri ön test puanlarına göre gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (p=.030). Öğrencilerin ön test puanları arasında fark olması nedeniyle bilimsel süreç becerileri son test puanlarının analizinde covaryans (ANCOVA) analizi yapılmıştır. Bu analiz ile disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerisi test puanları açısında anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir.

Deneysel işlem öncesi ve sonrası çalışma grubuna (deney-kontrol) uygulanan ölçeklerin istatistiksel analizler çeşitlerine ilişkin bilgiler Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13

Deney ve Kontrol Grubuna Uygulanan Ölçeklerin İstatistiksel Analizleri

Ölçek	**Grup**	**İstatistiksel Analiz**		
		Ön test-Son test Karşılaştırması	**Deney-Kontrol Ön test Karşılaştırması**	**Deney-Kontrol Son test Karşılaştırması**
Bilimsel Süreç Becerisi Testi (BSB)	DG KG	Bağımlı Örneklem t-Testi	Bağımsız örneklem t testi (Independent Sample t-test)	Kovaryans Analizi (ANCOVA)
Akıl Yürütme Becerisi Testi	DG KG		Bağımsız örneklem t testi	Kovaryans Analizi (ANCOVA)
Kavramsal Anlama Testi	DG KG		Bağımsız örneklem t testi	Bağımsız örneklem t testi

Tablo 13'te görüldüğü üzere deneysel işlem öncesinde D-K öğrencileri BSB testi, akıl yürütme becerisi testi ve KAT ön test puan karşılaştırması Bağımsız Örneklem t Testi ile analiz edilmiştir. Bu analiz sonucuna göre, deneysel işlem sonrasında D-K öğrencileri bilimsel süreç becerisi testi ve akıl yürütme becerisi testi son test puan karşılaştırması Kovaryans analizi (ANCOVA) ile KAT son test puan karşılaştırması ise bağımsız örneklemler t testi ile analiz edilmiştir.

Akıl yürütme becerisi testindeki her bir soruya ilişkin disiplinlerarası bağlantı kurularak verilen tam doğru cevap için "3" puan, disiplinlerarası bağlantı kurulmadan verilen doğru cevap için "2" puan, yarım doğru cevap için "1" puan ve yanlış ve boş bırakılan durumlar için "0" puan verilerek (Abraham vd., 1992; Karakaya, 2022) puanlanmıştır. Akıl yürütme becerisi testi öğrenci cevaplarının soru soru frekans ve yüzdelikleri tablo halinde sunulmuştur. Ardından ise D-K öğrenci puanlarına bağımsız örneklem t-testi analizi yapılmıştır. Analiz sonucu öğrencilerin akıl yürütme becerisi ön test puanlarına göre gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (p=.015). Öğrencilerin ön test puanları arasında fark olması nedeniyle akıl yürütme becerisi son test puanlarının analizinde kovaryans (ANCOVA) analizi yapılmıştır. Bu analiz ile disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akıl yürütme becerisi test puanları açısında anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir. Deney grubunda bulunan öğrencilerin deneysel işlem öncesi ve sonrasındaki puanlarını karşılaştırma amacıyla Bağımlı Örneklem t-Testi (Paired Sample t-test) analizi yapılmıştır. Bu analiz ile disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akıl yürütme becerisi test puanları açısında anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir.

Kavramsal anlama testindeki (KAT) her bir soruya ilişkin disiplinlerarası bağlantı kurularak verilen tam doğru cevap için "3" puan, disiplinlerarası bağlantı kurulmadan verilen doğru cevap için "2" puan, yarım doğru cevap için "1" puan ve yanlış ve boş bırakılan durumlar için "0" puan verilerek (Abraham vd., 1992; Karakaya, 2022) puanlama yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 23 paket programı ile analiz edilmiştir. Kavramsal anlama testi ön test ve son test öğrenci cevaplarının soru soru frekans ve yüzdelikleri tablo halinde sunulmuştur. Ardından ise gruplar arasındaki farkı belirlemek için bağımsız örneklem t-testi analizi yapılmıştır. Deney grubunda bulunan öğrencilerin deneysel işlem öncesi ve sonrasındaki puanlarını karşılaştırma amacıyla Paired Sample t-testi analizi yapılmıştır. Bu analiz ile disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen katılımcıların öğrencilerin KAT puanları açısında anlamlı fark oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir.

Etki büyüklüğü, araştırmalarda etkisi araştırılan yöntemin ne kadar fark oluşturduğunu ortaya koymak için hesaplanmaktadır (Kılıç, 2014). Bu araştırma kapsamında gerçekleştirilen analizlerde etki büyüklüğü, Eta-kare, cohen's *d* ve r değerleri hesaplanarak verilmiştir. Eta-kare değeri yüz ile çarpılarak ölçülen yöntemin ilgili değişken üzerinde yüzde (%) olarak ne kadar etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Etki büyüklüğü değerleri yorumlanırken; *d* değerinin 0 (sıfır) olması durumu ortalamanın karşılaştırılan sabit değere eşit olduğunu

göstermektedir. Etki değeri d, 1'in üzerinde ise çok büyük; 1-.8 ise büyük; .8-.5 ise orta; .5-.2 ise küçük etki olarak değerlendirilir (Green & Salkind, 2005, s. 157; Morgan vd., 2004, s. 91). Cohen (1988)'e göre η2 = .01-.06 arasında ise "küçük", η2 =.06-.14 arasında ise "orta" ve η2 =.14 ve üzeri bir eta kare değeri ise "büyük" bir etki olarak ifade edilmektedir. Field (2009) 'r' değeri için ise r=.1 ise "küçük", r=.3 ise "orta" ve r=.5 ise "büyük" düzeyde fark olduğu ifade edilir.

Araştırmada bilimsel süreç becerisi ve akıl yürütme becerisi değişkenlerine yönelik başlangıçtaki bilimsel süreç becerisi ve akıl yürütme becerisi düzeyleri kontrol altına alınarak deneysel uygulama sonrası bilimsel süreç becerisi ve akıl yürütme becerisi düzeyleri arasındaki farklılık araştırılmıştır. Bu bağlamda Kovaryans Analizi (ANCOVA) yapılmıştır. Bu analizin yapılabilmesi için sağlanması gereken varsayımlar kapsamında;

a) Bağımsız değişken ile kovaryans değişkeni birbirinden bağımsız olmalıdır. Bu varsayımı kontrol etmek için ANCOVA analizi yapmadan önce bağımsız değişken ile kovaryans olarak alınacak değişken arasından Bağımsız örneklem t-testi yapılarak kovaryansa göre anlamlı farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

b) Bağımsız değişkenler arasındaki regresyon doğrusu benzer olmalıdır. Bu kapsamda Graphs kısmı Scatter/Dot ile nokta dağılım grafiğinden kontrol edilmiştir. Hem bilimsel süreç becerisi testi hem de akıl yürütme becerisi testinin analizinde bağımsız değişkenler arasındaki regresyon doğrusu benzerdir. Bağımlı değişken ile ortak değişken arasında doğrusal bir ilişki vardır.

c) Varyanslar homojen olmalıdır. Bu kapsamda Levene's test kontrol edilmiştir. Hem bilimsel süreç becerisi testi analizinde hem de akıl yürütme becerisi testi analizinde varyanslar homojendir.

3.9.2. Nitel Verilerin Analizi

Araştırmanın nitel verileri yarı yapılandırılmış görüşmelerle elde edilmiştir. Öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde gerçekleştirilen uygulama yöntemi ve sürecine yönelik görüşlerinin yanında bazı kavramlar ve ilişkili olduğu günlük yaşam olaylarını nasıl açıkladıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşmeler, betimsel analizle çözümlenmiştir. Görüşmelerin analizi konusunda farklı görüşlerin ve tartışmaların yer aldığını ifade eden Çepni (2007) içerik ve betimsel analizinin en çok kullanılan yöntemler olduğunu ifade etmektedir. Bunun yanında

görüşme analizinde toplanan verilerin hiçbir değişikliğe uğratılmadan direk alıntılar şeklinde okuyucuya sunulmasının da tercihlerden biri olduğunu belirtmektedir (Çepni, 2007). Bu tez araştırmasında sözü edilen tercihler doğrultusunda görüşmelerden elde edilen veriler tek tek transkript edilmiştir. Bunun ardından transkript edilen veriler iki alan uzmanı kişi tarafından incelenerek belirli gruplar altında toplanmıştır. Temalar ve alt temalar oluşturulmuştur. Araştırmanın geçerlik ve güvenirliğini artırma amacıyla görüşmelerden elde edilen verilerin betimsel analiz bulgularının sunulduğu tabloya ek olarak öğrenci ifadelerinden direk alıntılara yer verilmektedir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Nicel Verilere Yönelik Bulgular

Bu bölümde araştırma problemi çözümü ve disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretiminin etkililiğinin belirlenmesi için D-K grubu verileri analiz edilmiştir. Grupların ön test ve son test puanlarının normallik dağılımı incelemesi için normallik analizleri yapılmış ve basıklık çarpıklık değerleri dikkate alınarak yorumlanmıştır. Analiz sonucunda, her iki grubun BSB, akıl yürütme becerisi ve kavramsal anlama düzeyi puanları normal dağılım göstermektedir. D-K grubu öğrencileri normallik dağılım bilgileri ayrıntılı olarak Ek4'te bulunmaktadır.

4.1.1. BSB Testine İlişkin Bulgular

Bu bölümde BSB testine ilişkin öğrencilerin düzeylerine, deneysel işlem öncesi analizlere ve deneysel işlem sonrası analizlere yer verilmektedir.

4.1.1.1. D-K Öğrencileri BSB Testine İlişkin Betimsel İstatistik Bulguları

Araştırma kapsamında DG ve KG'da yer alan öğrencilerin BSB ön test ve son test puanlarına ilişkin betimsel istatistik bulguları Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14

DG ve KG Öğrencilerinin BSB Testine Ait İstatistiksel Bilgileri

Faktör	Grup	Ön Test			Son Test		
		N	$\bar{X}$	SS	N	$\bar{X}$	SS
BSB temel beceriler	**DG**	30	5.37	2.01	30	8.17	1.18
	KG	30	5.50	1.50	30	5.07	1.51
BSB üst düzey beceriler	**DG**	30	7.13	4.34	30	10.00	4.45
	KG	30	10.00	4.45	30	11.63	4.82
Bilimsel süreç becerileri testi (Toplam)	**DG**	30	12.50	5.19	30	24.07	3.51
	KG	30	15.50	5.22	30	17.37	5.91

Tablo 14'te BSB testi ve alt faktörlerine (temel beceriler ve üst düzey beceriler) ait betimsel istatistikler görülmektedir. Analiz sonuçları incelendiğinde deney grubunda bulunan

öğrencilerin temel becerileri $\bar{X}_{\text{ön test}}$ =5.37 ve $\bar{X}_{\text{son test}}$ = 8.17'dir. Deney grubunda bulunan öğrencilerin üst düzey becerileri $\bar{X}_{\text{ön test}}$ =7.13 ve $\bar{X}_{\text{son test}}$ =10.00 olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunun BSB puanları aritmetik ortalamaları $\bar{X}_{\text{ön test}}$ =12.50 ve $\bar{X}_{\text{son test}}$ =24.07'dir. Kontrol grubu öğrencilerinde temel beceriler; $\bar{X}_{\text{ön test}}$ =5.50 ve $\bar{X}_{\text{son test}}$ =5.07 olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin üst düzey becerileri ön testte $\bar{X}$=10.00 iken son testte $\bar{X}$=11.63'tür. Kontrol grubunun bilimsel süreç becerileri testinden aldıkları puanların aritmetik ortalamaları ön testte $\bar{X}$=15.50 iken son testte $\bar{X}$=17.37 olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin son test puan ortalamalarında hem temel becerilerde hem de üst düzey becerilerde artış tespit edilmiştir. KG öğrencilerinin ön test puanları ile son test puanlarının benzer olduğu görülürken, DG öğrencilerinin son test puanları ve ön test puanları arasındaki farkın oldukça fazla olduğu gözlemlenmektedir. Öğrencilerin BSB gelişiminde disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı öğretimin sadece sorgulamaya dayalı öğretimden daha etkili olduğu söylenebilir.

DG ve KG öğrencilerinin BSB ön test ve son test puanlarına yönelik Bağımsız Örneklemler t Testi bulguları Tablo 15'te yer almaktadır.

Tablo 15

BSB Testi ve Alt Faktörlerine Yönelik Gruplar Arası t Testi Bulguları

Faktör	Grup	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
BSB temel beceriler ön test	**DG**	30	5.37	2.01	58	.29	.77
	KG	30	5.50	1.50			
BSB üst düzey beceriler ön test	**DG**	30	7.13	4.35	58	2.53	.01*
	KG	30	10.00	4.45			
BSB temel beceriler son test	**DG**	30	8.17	1.18	58	1.36	.18
	KG	30	5.07	1.51			

*p<0.05

Tablo 15'e göre DG ve KG öğrencilerinin BSB temel becerileri hem ön test hem de son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Gruplarda yer alan öğrencilerin BSB temel becerileri açısından deney öncesinde ve deney sonrasında benzer düzeyde oldukları söylenebilir. DG ve KG öğrencilerinin BSB üst düzey becerileri ön test

puanları arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Bu nedenle BSB üst düzey becerileri son test puanlarına yönelik ANCOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 16'da yer almaktadır.

Tablo 16

BSB Üst Düzey Alt Becerisi Son Test Ancova Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P	Kısmi eta kare	r
Düzeltilmiş model	192.11	2	96.06	5.00	.010	.15	
$BSB_{üstön}$	152.10	1	152.10	7.92	.007	.12	
Grup	4.51	1	4.51	15.36	.630	.00	
Gruplar*$BSB_{üstön}$	85.31	1	85.31	4.73	.034	.22	
Hata	1094.87	57	19.21				
Toplam	8307.00	60					
Düzeltilmiş toplam	1286.98	59					

*p<0.05 (F=.09, p=.76)

Tablo 16'da DG-KG öğrencileri BSB testi alt faktörleri olan temel beceriler ve üst düzey beceriler ön test-son test puanları analiz sonucu görülmektedir. Analiz sonucunda; temel beceriler ön test puanları deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir farklılık göstermemektedir [t(58)= .29, p>.05]. Benzer şekilde BSB temel beceriler alt faktörü son test puanları deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir farklılık göstermemektedir [t(58)= 1.36, p>.05]. Temel beceriler açısından deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin benzer düzeylerde olduğu söylenebilir. BSB üst düzey alt faktörü ön test puanları DG ve KG öğrencileri arasında anlamlı bir farklılık vardır [t(58)= 2.53, p<.05]. Analiz incelendiğinde bu farkın kontrol grubu lehine olduğu görülmektedir. Bilimsel süreç becerileri üst düzey beceri alt faktörü son test puanları analizine yönelik ANCOVA sonuçları deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı fark olmadığı görülmektedir (F=15.36, p>.05).

4.1.1.2. DG ve KG Öğrencileri BSB Ön Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi alan deney grubu öğrencileri ile sadece sorgulamaya dayalı fen öğretimi alan kontrol

grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri düzeylerinin ön test puanlarına göre farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla Bağımsız Gruplar t Testi sonucu Tablo 17'de yer almaktadır.

Tablo 17

DG ve KG Öğrencileri BSB Ön Test Puanları için Bağımsız Gruplar t Testi Sonuçları

								Etki Değeri	
Grup	**N**	**X̄**	**S**	**sd**	**T**	**p**	**η2**	**r**	**Cohen's *d***
DG	30	12.50	5.19	58	2.23	.030	.08	.28	0.58
KG	30	15.50	5.22						

*p<0.05

Tablo 17'de görüldüğü gibi DG ve KG bulunan öğrencilerin, çalışma öncesinde BSB puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık yer almaktadır (p<0.05). Bu anlamlı farkın ortalama puanlar incelendiğinde kontrol grubu lehine olduğu görülmektedir ($\bar{X}_{kontrol}$=15.50>$\bar{X}_{deney}$=12.50). Farkın etki değeri incelendiğinde ise eta kare değerinin η2=.08 olduğu tespit edilmiştir. Bu değer orta düzey olarak ifade edilebilir. Bir diğer etki değeri olan r=.28 ve Cohen's *d* =.58 olarak tespit edilmiş olup bu değerler orta düzey olarak ifade edilebilir.

4.1.1.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası BSB Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında, 'Kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri puanı ünite sonrası anlamlı bir şekilde artmış mıdır?' alt problemi doğrultusunda bilimsel süreç becerileri testi puanlarına ait ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığına ilişkin veriler İlişkili Örneklemler t Testi (Paired Sample t Test) ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinin mevcut müfredata göre işlenmesinden önce ve sonra bilimsel süreç becerilerinin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin İlişkili Örneklemler t Testi sonuçlarına ilişkin istatistikler Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18

KG Öğrencilerinin BSB Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular

BSB (Kontrol)	N	X̄	S	sd	T	p	Etki Değerleri η2	r	Cohen's *d*
ÖT	30	15.50	5.22	29	-1.91	.07*	.11	.33	.35
ST	30	17.37	5.91						

*p>0.05

Tablo 18'e göre KG öğrencilerinin araştırma uygulaması sırasında bilimsel süreç becerilerine yönelik anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir [t (29) =-1.91, p>.05]. KG öğrencilerinin Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesi öncesi BSB testi puanlarının ortalaması (X̄=15.50) iken, Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinin sorgulama temelli işlenmesinden sonra (X̄=17.37)'ye yükseldiği görülmektedir. Bu bulguya göre fen dersinin sorgulamaya dayalı işlenmesinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini az da olsa artırdığını fakat anlamlı bir farklılık ortaya koymadığını göstermektedir.

4.1.1.4. Deney Grubu Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası BSB Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında belirlenen 'Deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri puanı disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretimiyle anlamlı bir şekilde artmış mıdır?' alt problemi doğrultusunda bilimsel süreç becerisi testi puanlarına ait ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin elde edilen veriler İlişkili Örneklemler t Testi (Paired Sample t Test) ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin deneysel uygulama öncesi ve sonrası BSB puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin İlişkili Örneklemler t Testi sonuçlarına ilişkin istatistikler Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19

Deney Grubu Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası BSB Testi Puanları Sonuçları

BSB (Deney)	N	X̄	S	sd	t	p	Etki Değerleri η2	r	Cohen's *d*
ÖT	30	12.50	5.19	29	-13.03	.00*	.85	.92	2.38
ST	30	24.07	3.51						

*p<0.05

Deney grubu öğrencilerinin araştırma uygulaması sırasında bilimsel süreç becerilerine yönelik anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [t (29) =-13.03, p<.05]. Deney grubu öğrencilerinin deneysel uygulama öncesi bilimsel süreç becerileri testi puanlarının ortalaması ($\bar{X}$=12.50) iken, disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretimi ile derslerin işlenmesinden sonra ($\bar{X}$=24.07)'ye yükseldiği görülmektedir. Bu bulgu, disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile derslerin işlenmesinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini yüksek düzeyde (r=.92) artırdığı ve %85.4'ünün disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretimi ile açıklandığı ifade edilebilir.

4.1.1.5. D-K Öğrencileri BSB Son Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında belirlenen 'Disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretimin kullanıldığı deney grubu öğrencileriyle mevcut fen bilimleri öğretim programının kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?' alt probleminin çözümü doğrultusunda deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden elde edilen veriler ANCOVA ile analiz edilmiştir. ANCOVA analizinin homojenlik varsayımı sağlanmıştır (F=3.892; p=.055). Uygulama sonrasında elde edilen verilere ilişkin betimsel istatistikler Tablo 20'de sunulmaktadır.

Tablo 20

BSB Testi Puanlarının Gruplara Göre Betimsel İstatistikleri

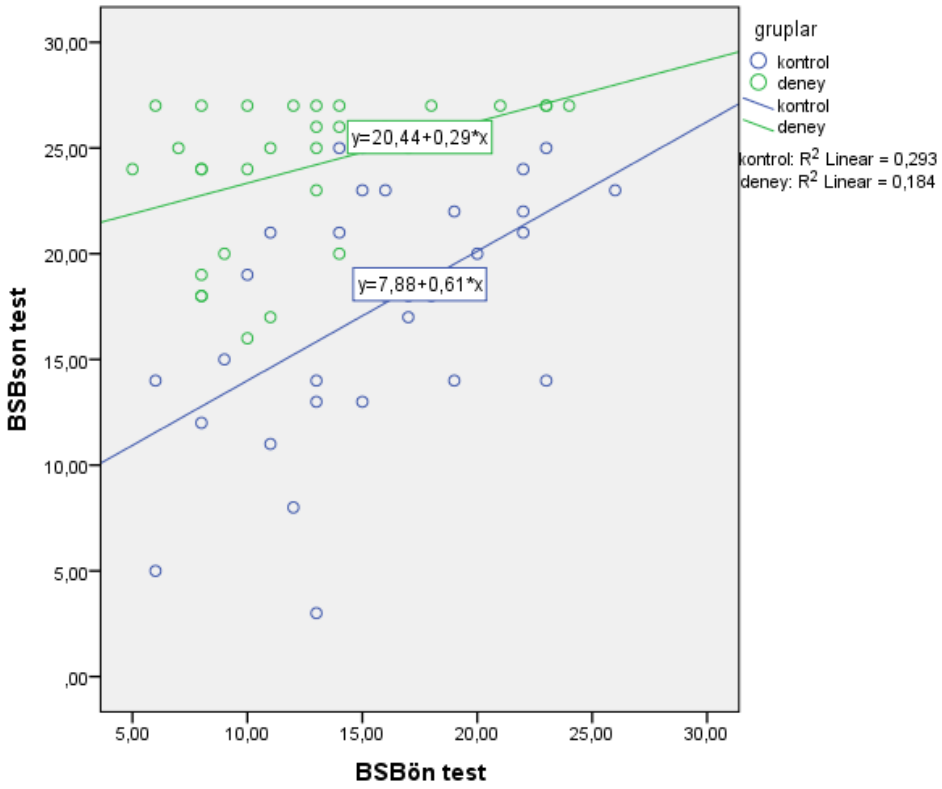
Grup (BSB)	N	Ortalama ($\bar{X}$)	Düzeltmiş Ortalama
DG	30	24.07	24.50
KG	30	17.37	16.45
Total	60	20.72	

Tablo 20'ye göre BSB puanları DG öğrencilerinin ($\bar{\mathbf{X}}$ =24.07); KG öğrencilerinin ($\bar{\mathbf{X}}$ =17.37) olarak hesaplanmıştır. Bu puanlara bakılarak DG öğrencilerinin BSB puanlarının KG öğrencilerinin puanlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. BSB testi düzeltilmiş ortalamaları, deney grubunun 24.50; kontrol grubunun 16.45'tir.

Disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile bilimsel süreç becerileri arasında r_{deney}=.43; $r_{kontrol}$=.54 ilişki bulunmuştur. Saçılma diyagramı, ilişkinin doğrusallığını göstermektedir. Disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile bilimsel süreç becerileri değişkenleri için saçılma diyagramı Şekil 7'de yer almaktadır.

Şekil 7

Disiplinlerarası Entegrasyona Dayalı Fen Öğretimi ile Bilimsel Süreç Becerileri Değişkenleri İçin Saçılma Diyagramı



DG ve KG öğrencileri BSB puanlarına yönelik ANCOVA sonuçları Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21

BSB Testi Ancova Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi eta kare	r
Düzeltilmiş model	1035.86	3	345.29	19.18	.00	.51	.71
$BSB_{ön}$	320.36	1	320.36	17.79	.00	.24	.49
Grup	276.57	1	15.36	15.36	.00	.22	.46
Hata	1008.32	56	18.01				
Toplam	27795.00	60					
Düzeltilmiş toplam	2044.18	59					

*p<0.05

Tablo 21'de analiz sonucunda DG ve KG öğrencilerinin BSB ön test puanları arasında anlamlı fark bulunduğu (F=17.79; p=.00<.05) görülmektedir. DG ve KG öğrencileri ön test puanları arasındaki anlamlı farklılık nedeniyle kovaryans analizi ile ön test puanları sabit tutulmuştur. DG ve KG öğrencilerinin BSB son test puanlarının modele anlamlı düzeyde katkı sağladığı görülmektedir (F=15.36; p=.00<.05). Bu analiz sonucuna göre, disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin BSB üzerinde anlamlı farklılık oluşturduğu söylenebilir. Bu farklılığın etki değeri, kısmi eta kare (η2=.22) ve (r=.46) olarak bulunmuş olup bu değerlerin yüksek düzeyde etkili olduğu söylenebilir.

4.1.2. Akıl Yürütme Becerisi Testine İlişkin Bulgular

Bu bölümde akıl yürütme becerisi testine ilişkin öğrenci düzeylerine, deneysel işlem öncesi analizlere ve deneysel işlem sonrası analizlere yer verilmektedir.

4.1.2.1. DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerisi Testi Puanlarına Ait Betimsel İstatistik Bulguları

Araştırma kapsamında DG ve KG öğrencilerinin akıl yürütme becerisi puanlarının betimsel istatistik bulguları Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22

DG ve KG Öğrencileri Akıl Yürütme Becerilerine Ait İstatistiksel Bilgiler

Faktör	Grup	Ön Test			Son Test		
		N	X̄	SS	N	X̄	SS
Akıl Yürütme Becerisi	**DG**	30	6.93	4.64	30	32.90	11.48
	KG	30	10.97	7.52	30	16.93	8.34

Tablo 22'de DG ve KG öğrencilerinin akıl yürütme becerileri puanlarına ait betimsel istatistikler yer almaktadır. Analiz sonuçları incelendiğinde, DG öğrencilerinin ön test puanlarının X̄=6.93, son test puanlarının X̄=32.90 olduğu görülmektedir. KG öğrencilerinin ise ön test puanlarının X̄=10.97, son test puanlarının X̄=16.93'tür. DG ve KG öğrencilerinin akıl yürütme becerisi puanlarının son testte arttığı görülmektedir. Her iki gruptaki artış incelendiğinde DG öğrencilerinin puanlarında ön teste göre beş kata yakın artışın yer alması dikkat çekmektedir.

Öğrenciler akıl yürütme becerisi testinden toplamda maksimum 63 puan alabilmektedirler. Test sorularının puanlamasında her soru maksimum 3 puandır. Öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar 0-21 aralığında ise temel düzey, 22-42 aralığında orta düzey

ve 43-63 aralığında ise üst düzey akıl yürütme becerisi olarak belirlenmiştir. Bu kategoriler üzerinden DG ve KG öğrencilerinin akıl yürütme becerileri açısından bulundukları düzeye ait istatistiksel bilgileri Tablo 23'te yer almaktadır.

Tablo 23

DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerileri Açısından Bulundukları Düzeye Ait İstatistiksel Bilgiler

	Grup		**Ön Test Puanları**		**Son Test Puanları**	
		Düzey	**f**	**%**	**f**	**%**
Akıl Yürütme Becerisi Testi	DG	Temel	30	100	4	13.30
		Orta	-	-	21	70.00
		Üst	-	-	5	16.70
	KG	Temel	28	93.30	20	66.70
		Orta	2	6.70	10	33.30
		Üst	-	-	-	-

Tablo 23 incelendiğinde DG öğrencilerinin tamamı akıl yürütme becerisi ön test puanlarına göre temel düzeydedir. DG akıl yürütme becerisi son test puanları incelendiğinde öğrencilerin %13.30'ü temel düzeyde iken %70'i orta düzeyde %16.70'i ise üst düzeydedir. Bu analiz sonucu incelendiğinde DG öğrencilerinin uygulama sonrasında orta düzeyde daha fazla yığılma göstermesine rağmen üst düzeyde öğrencilerin de yer aldığı görülmektedir. DG öğrencilerinin ön testten alınan puanlarına yönelik düzeyleri göz önüne alındığında orta ve üst düzeyde hiç öğrenci bulunmadığı dikkat çekmektedir. Buradan yola çıkılarak fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı öğretim kullanımının öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin gelişiminde olumlu etkisinin olduğu söylenebilir. KG öğrencilerinin ise %93.30 gibi büyük bir kısmının temel düzeyde, %6.7'sinin orta düzeyde olduğu görülmektedir. Son testte ise bu dağılım %66.70 temel düzey, %33.30 orta düzey olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.1.2.2. DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerisi Ön Test Puanlarına Ait Bulgular

Araştırma kapsamında fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı öğretim uygulanan DG öğrencileriyle sadece sorgulamaya dayalı fen öğretimi alan KG öğrencilerinin akıl yürütme beceri düzeylerinin ön test puanlarına göre farklılık gösterip göstermediğine yönelik bağımsız gruplar t testi sonucu Tablo 24'tedir.

Tablo 24

DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerisi Ön Test Puanlarına Ait Bulgular

							Etki Değerleri	
Grup	**N**	**X̄**	**S**	**sd**	**t**	**p**	**η2**	**r**	**Cohen's *d***
DG	30	6.93	4.64	58	2.50	.02*	.10	.31	0.65
KG	30	10.97	7.52						

*p<0.05

Tablo 24'te DG ve KG öğrencilerinin, akıl yürütme becerisi ön test puanları arasında anlamlı farklılık yer almaktadır (p<0.05). Grupların ortalama puanları incelendiğinde sözü edilen anlamlı farkın KG lehine olduğu görülmektedir ($\bar{X}_{kontrol}$=10.97>$\bar{X}_{deney}$=6.93). Farkın etki değeri ise eta kare değeri η2=.10, r=.31 ve Cohen's *d* =.65 olarak tespit edilmiştir. Bu etki değerleri orta düzey olarak yorumlanabilir.

4.1.2.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası Akıl Yürütme Becerisi Testi Bulguları

Araştırma kapsamında, 'KG öğrencilerinin akıl yürütme becerisi testi puanı ünite sonrası anlamlı bir şekilde artmış mıdır?' alt problemi doğrultusunda akıl yürütme becerisi testi puanlarına ait ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığına yönelik veriler İlişkili Örneklemler t Testi (Paired Sample t Test) ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinin sorgulama temelli öğretiminden önce ve sonra akıl yürütme becerilerinin anlamlı farklılık gösterip göstermediğine yönelik analiz sonuçları Tablo 25'tedir.

Tablo 25

KG Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası Akıl Yürütme Becerisi Testi Analiz Sonuçları

							Etki Değerleri	
RA (Kontrol)	**N**	**X̄**	**S**	**sd**	**t**	**p**	**η2**	**r**	**Cohen's *d***
ÖT	30	10.37	7.52	29	-3.45	.00*	.29	.54	.63
ST	30	16.93	8.34						

*p<0.05

KG öğrencilerinin araştırma uygulaması sırasında akıl yürütme becerilerine yönelik anlamlı farklılık bulunmuştur [t(29)=-3.45, p<.05]. KG öğrencilerinin Işığın Madde ile

Etkileşimi ünitesi öncesinde akıl yürütme becerisi testi puanlarının ortalaması ($\bar{X}$=10.37) iken, Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinin sorgulamaya dayalı öğretiminden sonra ($\bar{X}$=16.93)'ye yükseldiği görülmektedir. Bu bulguya göre sorgulamaya dayalı fen öğretimi öğrencilerin akıl yürütme becerilerinde artışa sebep olmuş ve puanlar arasında anlamlı farklılık ortaya koymuştur.

4.1.2.4. DG Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası Akıl Yürütme Becerisi Testine İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında belirlenen 'Deney grubu öğrencilerinin akıl yürütme becerisi puanı disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimiyle anlamlı bir şekilde artmış mıdır?' alt problemi doğrultusunda deney grubu öğrencilerinin akıl yürütme becerisi testi puanlarına ait ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin elde edilen veriler Paired Sample t Test ile çözümlenmiştir. Öğrencilerin deneysel uygulama öncesi ve sonrası akıl yürütme becerilerinin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin İlişkili Örneklemler t Testi sonuçlarına ilişkin istatistikler Tablo 26'da sunulmuştur.

Tablo 26

DG Deney Öncesi-Sonrası Akıl Yürütme Becerisi Testi t Test Sonuçları

							Etki Değerleri	
RA (Deney)	**N**	**$\bar{X}$**	**S**	**sd**	**t**	**p**	**η2**	**r**	**Cohen's *d***
ÖT	30	6.93	4.64	29	-12.82	.00*	.85	.92	2.34
ST	30	32.90	11.48						

*p<0.05

Tablo 26'ya göre DG öğrencilerinin araştırma uygulaması sırasında akıl yürütme becerisine yönelik anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [t (29) =-13.03, p<.05]. DG öğrencilerinin deneysel uygulama öncesi akıl yürütme becerisi testi puanlarının ortalaması ($\bar{X}$=6.93) iken, disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimiyle derslerin işlenmesinden sonra ($\bar{X}$=32.90)'ye yükseldiği görülmektedir. Bu bulgu, disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimiyle derslerin işlenmesinin öğrencilerin akıl yürütme becerilerini yüksek düzeyde (r=.92) artırdığı ve % 85.0'inin disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile açıklandığı ifade edilebilir.

4.1.2.5. DG ve KG Öğrencilerinin Akıl Yürütme Becerisi Son Test Bulguları

Araştırma kapsamında belirlenen "Disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimin kullanıldığı deney grubu öğrencileriyle mevcut fen bilimleri öğretim programının kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerinin akıl yürütme becerisi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?" alt probleminin çözümü doğrultusunda deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden elde edilen veriler ANCOVA ile analiz edilmiştir. ANCOVA analizinin homojenlik varsayımı sağlanmıştır (F=2.28; p=.14). Uygulama sonrasında son testlerden elde edilen verilere ilişkin betimsel istatistikler Tablo 27'de sunulmaktadır.

Tablo 27

Akıl Yürütme Becerisi ANCOVA Betimsel Bulgular

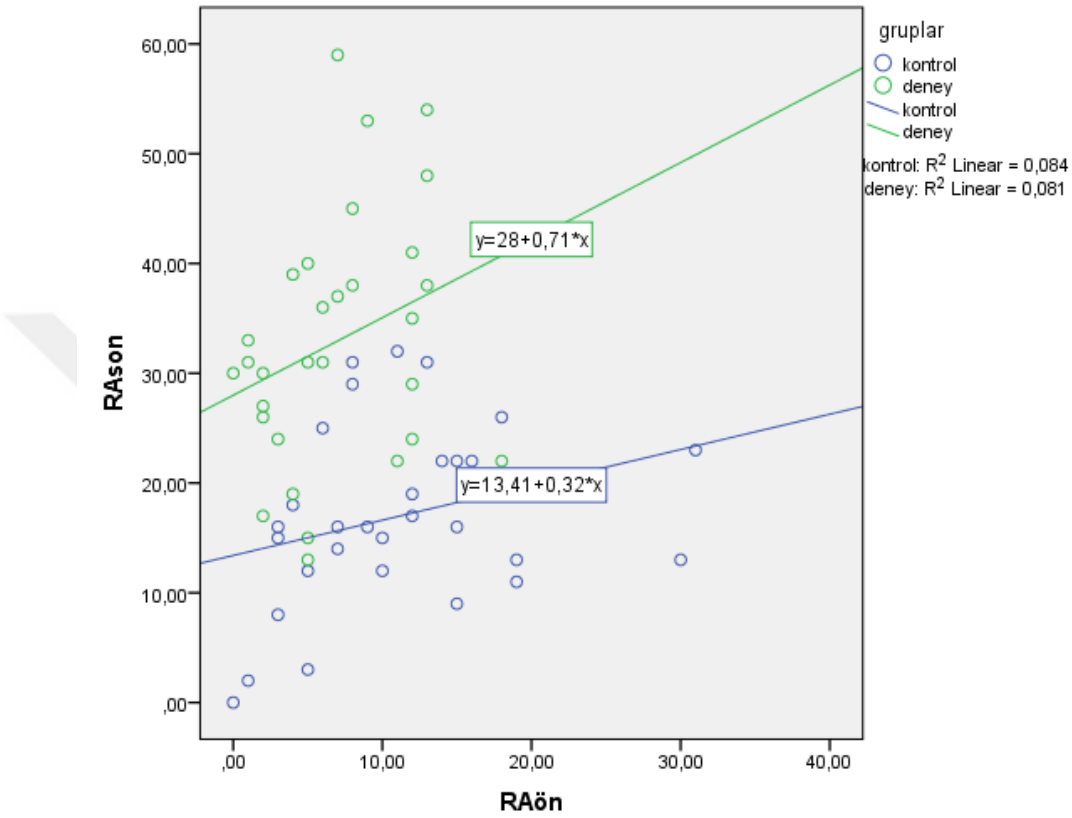
Grup (RA)	**N**	**X̄**	**Düzeltmiş Ortalama**
DG	30	32.90	34.33
KG	30	16.93	16.29

Tablo 27'ye göre bilimsel süreç becerisi testi ortalama puanları deney grubu öğrencileri için ($\bar{X}$=32.90); kontrol grubu öğrencileri için ($\bar{X}$=16.93) olarak hesaplanmıştır. Bu puanlara bakılarak bir farkın olduğu ve DG öğrencilerinin bilimsel süreç becerisi puanlarının yüksek olduğu düşünülmektedir. Bilimsel süreç becerisi testi düzeltilmiş ortalama puanları DG öğrencileri için 34.33; KG öğrencileri için ise 16.29'dir.

Disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretimi ile akıl yürütme becerisi arasında rdeney=.29; rkontrol=.29 ilişki olduğu ve bu durum saçılma diyagramına bakıldığında doğrusaldır. Disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile akıl yürütme becerisi değişkenleri için saçılma diyagramı Şekil 8'de yer almaktadır.

Şekil 8

Disiplinlerarası Entegrasyon Temelli Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi ile Akıl Yürütme Becerisi Değişkenleri İçin Saçılma Diyagramı



ANCOVA analizi sonuçları Tablo 28'de yer almaktadır.

Tablo 28

Akıl Yürütme Becerisi Testi ANCOVA Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi eta kare	r
Düzeltilmiş model	4305.32	3	1435.11	15.00	.00	.45	.67
$RA_{ön}$	477.95	1	477.95	4.99	.03	.08	.29
Grup	981.72	1	981.72	10.26	.00	.16	.39
Hata	5359.27	56	95.70				
Toplam	46915.00	60					
Düzeltilmiş toplam	9664.58	59					

Analiz sonucunda DG ve KG öğrencilerinin akıl yürütme becerisi ön test puanlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği (F=4.99; p=.03<.05) görülmektedir. DG ve KG öğrencilerinin ön test puanları arasındaki farklılık nedeniyle ön test puanları sabit tutulup

kovaryans analizi yapılmıştır. DG ve KG öğrencilerinin akıl yürütme becerisi testi son test puanlarının modele anlamlı düzeyde katkı sağladığı görülmektedir (F=10.26; p=.00<.05). Bu analiz sonucuna göre disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akıl yürütme becerisi üzerinde anlamlı bir farklılığa neden olduğu söylenebilir. Etki değerleri incelendiğinde bu farklılığın kısmi eta kare (η2=.16) yüksek düzeyde ve r=.39 orta düzeyde etkili olduğu söylenebilir.

4.1.3. Kavramsal Anlama Testine İlişkin Bulgular

Bu bölümde kavramsal anlama testine ilişkin öğrencilerin düzeyleri, deneysel işlem öncesi analizler ve deneysel işlem sonrası analizlere yer verilmektedir.

4.1.3.1. DG ve KG Öğrencilerinin KAT Ön Test-Son Test Puanları Betimsel İstatistik Bulguları

DG ve KG öğrencilerinin Kavramsal Anlama Testi (KAT) ön test ve son test puanlarına ilişkin betimsel istatistik bulguları Tablo 29'da yer almaktadır.

Tablo 29

DG ve KG Öğrencilerinin KA Düzeyi İstatistiksel Bilgileri

	Grup	**Ön Test**			**Son Test**		
		N	**X̄**	**SS**	**N**	**X̄**	**SS**
Kavramsal Anlama Düzeyi	**DG**	30	15.07	6.89	30	36.87	10.82
	KG	30	15.50	5.81	30	21.60	8.90

Tablo 29'da DG ve KG öğrencilerinin KAT ön test ve son test puanlarına yönelik istatistiksel analiz sonuçları yer almaktadır. DG öğrencilerinin KA düzeyi ön test puanı aritmetik ortalamaları X̄=15.07, son test puanı aritmetik ortalamaları ise X̄=36.87'dir. Kontrol grubu öğrencilerinin KA düzeyi ön test puanı aritmetik ortalamaları X̄=15.50, son test puanı aritmetik ortalamaları ise X̄=21.60'tir.

Öğrenciler kavramsal anlama testinden toplamda maksimum 54 puan alabilmektedirler. Test sorularının puanlamasında her soru maksimum 3 puandır. Öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar 0-19 aralığında temel düzey, 20-38 aralığı orta düzey ve 39-57 aralığı ise üst düzey kavramsal anlama olarak belirlenmiştir. Bu kategoriler üzerinden DG ve KG öğrencilerinin KA düzeylerine ait istatistiksel bilgileri Tablo 30'da yer almaktadır.

Tablo 30

DG ve KG Öğrencilerinin KA Açısından Bulundukları Düzeye Ait İstatistiksel Bilgileri

	Grup		Ön Test Puanları		Son Test Puanları	
		Düzey	**f**	**%**	**f**	**%**
Kavramsal Anlama Testi	DG	Temel	20	66.70	1	3.30
		Orta	10	33.30	14	46.70
		Üst	-	-	15	50.00
	KG	Temel	22	73.30	12	40.00
		Orta	8	26.70	17	56.70
		Üst	-	-	1	3.30

Tablo 30'da DG ve KG öğrencilerinin KA açısından bulundukları düzeyler yer almaktadır. DG öğrencileri deneysel uygulama öncesinde %66.7'si temel düzeyde iken %33.3'ü orta düzeydedir. Uygulama sonrasında ise deney grubu öğrencilerinin %3.3'ü temel düzeyde iken %46.7'si orta düzey, %50'si üst düzey kavramsal anlamaya sahiptir. Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi uygulamasının öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu söylenebilir. KG öğrencilerinin KA ön test puanlarının analizinde %73.3'ü temel düzeyde iken %26.7'si orta düzeydedir. Son test puanlarının analizinde ise %40'ı temel düzeyde iken %56.7'sinin orta düzeyde olduğu görülmektedir. Sadece bir öğrencinin ise kavramsal anlama düzeyi son testte üst düzeyde yer almaktadır.

4.1.3.2. DG ve KG Öğrencilerinin KAT Ön Test Sonuçlarına İlişkin Bulguları

Araştırma kapsamında disiplinlerarası entegrasyon temellinde hazırlanan sorgulamaya dayalı fen öğretimi alan DG öğrencileri ile sadece sorgulamaya dayalı fen öğretimi alan KG öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin ön test puanlarına göre farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla bağımsız gruplar t testi sonucu Tablo 31'de yer almaktadır.

Tablo 31

DG ve KG Öğrencilerinin KAT Ön Test Puanları için Bağımsız Gruplar t Testi Sonuçları

								Etki Değeri	
Grup	**N**	**X̄**	**S**	**sd**	**t**	**p**	**η2**	**r**	**Cohen's *d***
DG	30	15.07	6.89	58	-.26	.79	.00	.03	0.07
KG	30	15.50	5.81						

*p<0.05

Tablo 31'de görüldüğü gibi DG ve KG öğrencilerinin, çalışma öncesinde kavramsal anlama düzeyi puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık yoktur (p>0.05). Bu verilere göre, fen bilimleri dersinde 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinde öğrencilerin deneysel çalışma öncesinde kavramsal anlama düzeylerinin (kontrol grubunda yer alan öğrenciler $\bar{X}$=15.50, deney grubunda yer alan öğrenciler $\bar{X}$=15.07) benzer olduğu söylenebilir. Deneysel çalışma öncesinde öğrencilerin KA düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık göstermediği (t=-.26; p=.79) görülmektedir. Bu analiz sonucunda DG ve KG öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmaması her iki grupta yer alan öğrencilerin denk gruplar olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu durum uygulanan öğretim yaklaşımlarının etkililiğinin belirlenmesi amacına uygun bulunmaktadır.

4.1.3.3. KG Öğrencilerinin Deney Öncesi ve Sonrası Kavramsal Anlama Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında, 'Kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlama testi puanı ünite sonrası anlamlı bir şekilde artmış mıdır?' alt problemi doğrultusunda kavramsal anlama testi puanlarına ait ön test-son test puanları arasında fark olup olmadığına ilişkin veriler İlişkili Örneklemler t Testi ile çözümlenmiştir. Öğrencilerin Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinin sadece sorgulamaya dayalı işlenmesinden önce ve sonra kavramsal anlama düzeylerinin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin İlişkili Örneklemler t Testi sonuçlarına ilişkin istatistikler Tablo 32'de sunulmuştur.

Tablo 32

KG Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası KAT Puanlarının İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları

								Etki Değerleri	
KA (Kontrol)	**N**	**$\bar{X}$**	**S**	**sd**	**t**	**p**	**η2**	**r**	**Cohen's *d***
ÖT	30	15.50	5.81	29	-5.02	.00	.51	.38	.81
ST	30	21.60	8.90						

Tablo 32'ye göre KG öğrencilerinin araştırma uygulaması sırasında kavramsal anlama düzeylerine yönelik anlamlı düzeyde fark bulunmuştur [t (29) =-5.02, p<.05]. Öğrencilerin Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesi öncesi kavramsal anlama testi puanlarının ortalaması ($\bar{X}$=15.50) iken, Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinin sorgulamaya dayalı öğretiminden sonra ($\bar{X}$=21.60)'a yükseldiği görülmektedir. Bu bulguya göre fen dersinin sorgulamaya temelli

öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini anlamlı bir farklılık oluşturacak şekilde artırdığını göstermektedir.

4.1.3.4. DG Öğrencilerinin Deney Öncesi-Sonrası Kavramsal Anlama Testi Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında belirlenen 'Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı öğretimin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?' alt problemi doğrultusunda DG öğrencilerinin kavramsal anlama testi puanlarına ait ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin elde edilen veriler İlişkili (Bağımlı) Örneklemler t Testi (Paired Sample t Test) ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin deneysel uygulama öncesi ve sonrası kavramsal anlama düzeylerinin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin analiz sonuçları Tablo 33'te sunulmuştur.

Tablo 33

DG Öğrencilerinin Deney Öncesi- Sonrası KAT Puanlarının İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları

								Etki Değerleri	
KA (Deney)	**N**	**X̄**	**S**	**sd**	**t**	**p**	**η2**	**r**	**Cohen's *d***
ÖT	30	15.07	6.89	29	-9.64	.00	.76	.77	2.40
ST	30	36.87	10.82						

Tablo 33'e göre DG öğrencilerinin araştırma uygulaması sırasında kavramsal anlama düzey puanlarının anlamlı farklılaştığı bulunmuştur [t (29) =-9.64, p<.05]. Öğrencilerin deneysel uygulama öncesi kavramsal anlama testi puanlarının ortalaması (X̄=15.07) iken, disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile derslerin işlenmesinden sonra (X̄=36.87)'ye yükseldiği görülmektedir. Bu bulgu, disiplinlerarası entegrasyon temellinde hazırlanan sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile derslerin işlenmesinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini yüksek düzeyde (r=.76) artırdığı ve % 76'sının disiplinlerarası entegrasyon temellinde hazırlanan sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile açıklandığı ifade edilebilir.

4.1.3.5. Gruplardaki Öğrencilerin Kavramsal Anlama Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında belirlenen 'Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı öğretimin kullanıldığı deney grubuyla sadece sorgulamaya dayalı öğretimin uygulandığı kontrol grubunun kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?' alt problemini çözümü kapsamında, gruplardaki öğrencilerin son test puanlarına göre farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla bağımsız gruplar t testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen verilere ilişkin istatistikler Tablo 34'te yer almaktadır.

Tablo 34

Gruplardaki Öğrencilerin KAT Son Test Puanları Bağımsız Gruplar t-Testi Bulguları

								Etki Değerleri	
Grup	**N**	**X̄**	**S**	**sd**	**t**	**p**	**η2**	**r**	**Cohen's *d***
DG	30	36.87	10.82	58	5.97	.00	.38	.61	1.54
KG	30	21.60	8.90						

*p<0.05

Öğrencilerin kavramsal anlama puanlarının DG ve KG'na göre t-testi sonuçları Tablo 34'te gösterilmiştir. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon kullanılıp kullanılmamasına göre istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir t (58) = 5.97, p<.05. Bu bulgu, disiplinlerarası entegrasyon temellinde hazırlanan sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile derslerin işlenmesinin grupların kavramsal anlama düzeyleriyle anlamlı şekilde ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu ilişkinin etki değeri η2=.38 ve r=.61 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler yüksek düzey olarak yorumlanabilir.

4.2. Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Entegrasyona Yönelik Etkinliklerin Kullanımı Hakkında Öğrenci Görüşlerine Yönelik Bulgular

Bu bölümde 7. sınıf 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinin öğretiminde disiplinlerarası entegrasyona yönelik fen öğretimi uygulamasının kullanıldığı deney grubu öğrencilerinden seçilen altı kişi ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen sonuçların frekans ve yüzde (%) değerlerine yer verilmiştir. Görüşmelerden elde edilen bulgular betimsel analiz ile incelenmiş ve tabloların altına öğrenci ifadelerinden örnekler verilerek sunulmuştur.

Yarı yapılandırılmış görüşmenin ilk sorusu 'Fen Bilimleri dersi ‘Işığın Madde ile Etkileşimi’ ünitesi işlenirken yapılan etkinlikler hakkında neler düşünüyorsunuz? En çok neler dikkatinizi çekti?' şeklindedir. Deney grubu öğrencileri içerisinden görüşme yapılan bireylerin bu soruya verdikleri cevapların analiz sonuçları Tablo 35'te görüldüğü gibidir.

Tablo 35

'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesi İşlenirken Yapılan Etkinlikler Hakkında Neler Düşünüyorsunuz? En Çok Neler Dikkatinizi Çekti? Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekansı ve Yüzde Değerleri

Tema	**Kategori**	**Kodlar**	**f***	**%***
Duygu ve Düşünceler	Olumlu	Dikkat/İlgi çekici	4	10
		İyi/ Güzel (olumlu tutum)	4	10
		Daha iyi anladım	2	5
		Uygulama daha iyi anlamamızı sağladı	1	2.5
		Laboratuvar malzemeleri dikkatimi çekti	1	2.5
		Faydalı oldu	1	2.5
		Gözlemleme yapmak güzeldi	1	2.5
		Eğlenceliydi	1	2.5
		Eğiticiydi	1	2.5
		Etkiliydi	1	2.5
	Olumsuz	Dikkatimi çeken pek bir şey yoktu	1	2.5
		Düşüncem yok	1	2.5
Dikkat Çeken Etkinlikler	Işığın kırılması	Beyaz ışık gerçekten beyaz mıdır? Gökyüzünde rengarenk bir kuşak	4	10
	Işığın soğurulması	Renkleri keşfediyorum: Black box-Işık renkleri	4	10
		Balonlara neler oluyor?	2	5
		Renkleri keşfediyorum: Boya renkleri	2	5
		Renkleri keşfediyorum: Renkli daireler	2	5

Aynalar	Camın arkasındaki hayalet: Görüntü mü, cisim mi?	2	5
Işığın Kırılması ve Mercekler	Işığın kırılması	4	10
	Mercekler	1	2.5

f *: Öğrenci görüşlerinin sıklık frekansıdır. Bir öğrenci aynı soruya ilişkin birden fazla cevap vermiş olabilmektedir.

%*: Öğrenci görüşlerinin sıklık yüzdesidir. Bu durum diğer görüş formu tablolarının tamamı için geçerlidir.

Tablo 35 incelendiğinde öğrencilerin uygulama hakkındaki görüşleri 'duygu/düşünceler' teması altında toplanırken ders içerisindeki etkinliklerden en çok dikkatlerini çekenler ise 'dikkat çeken etkinlikler' teması altında toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda deney grubu öğrencilerinin duygu ve düşüncelerinin %47.5 sıklıkla olumlu olduğu %5 sıklıkla olumsuz olduğu görülmektedir. Düşüncelerinde olumlu ifadelere yer veren öğrencilerin %10 sıklıkla ders uygulamasını dikkat/ilgi çekici %10 sıklıkla ise iyi/güzel gibi olumlu tutum içeren ifadelerle açıkladıkları görülmektedir. Yapılan görüşmelerde D18 kodlu öğrencinin konu hakkındaki düşüncelerini

> *'En çok balon deneyi benim dikkatimi çekmişti. Çünkü renklerin bu kadar etkili, detaylı olabileceğini düşünmüyordum. Ben sadece renklerden ibaret olduğunu düşünüyordum. Siyahın daha çok soğurduğunu, beyazın daha fazla yansıttığını falan ben bu etkinlikle öğrendim. Siyah balon 8 saniye gibi bir sürede patladı, kırmızı balon ise 8 dakikadan uzun sürede patladı.'*

şeklinde ifade ettiği görülmektedir. Öğrenci Balonlara neler oluyor? deneyinin renklerin ne kadar etkili olduğunu deneyimleyerek fark etmesine vurgu yapmaktadır. D22 kodlu öğrenci ise uygulama süreci etkinlikleri ile ilgili düşüncesini

> *'Öğretmenim ilk başta ünitenin başında ne yaptığımızı anlayamamıştım ondan sonra dersteki uygulamaların, daha çok anlamamız için yapıldığını anladım. Faydalı oldu benim için yoksa çok fazla bir ihtimal, önemsemeyecektim ama o etkinlikler sayesinde daha iyi anladım konuyu. Işığın kırılması, ışığın yansıması işte mesela renkli şeylerin nasıl göründüğü gibi. Yuvarlak şeyler (uv baskılı ışık ve boya ana renklerini içeren renk daireleri) vardı onlardan, uygulamalı olarak renklerin birleştiği işte hangi rengi yaptığını görmüştük, renkleri. Işıkla boyanın*

farkı birleşik şekilde ana renklerinin ara renklerinin farklı olduğunu anladım. Şaşırmıştım ilk başta bilmiyorum sanmıştım sonra anladım. Öyle farklı ana renkleri olduğunu, ana ve ara renkleri arasındaki ilişkiyi.'

şeklinde cevap verdiği görülmektedir. Bu ifadeler incelendiğinde öğrencilerin ışık renkleri ve boya renkleri, ışığın kırılması ve ışığın soğurulması konularındaki etkinliklerin dikkatlerini çektiği yönünde görüş bildirdikleri görülmektedir. Sözü edilen konulardaki etkinlikler %45 sıklıkla öğrencilerin dikkatini çektiği görülmektedir.

Öğrencilerin verdikleri cevaplardan elde edilen bulguların kelime bulutu şeklinde sunumu Şekil 9/10'da yer almaktadır.

Şekil 9

Öğrencilerin Duygu ve Düşünceleri



Şekil 10

Uygulama Sürecinde Öğrencilerin Dikkatini Çeken Etkinlikler



Görüşme sorularının ikinci sorusu olan 'Fen derslerinde işlediğiniz diğer üniteler ile ‘Işığın Madde ile Etkileşimi’ ünitesinin işlenişi arasında ne gibi farklılıklar gözlemlediniz?' sorusuna öğrenci cevaplarına yönelik bulgular Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36

Fen Derslerinde İşlediğiniz Diğer Ünitelerle ‘Işığın Madde ile Etkileşimi’ Ünitesinin İşlenişi Arasında Ne Gibi Farklılıklar Gözlemlediniz? Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema/Kategori	**Kodlar**	**f***	**%***
Etkinlikler açısından farklar	Etkinlik yapılması	5	21.73
	Deney yapılması	3	13.04
	Dersi sevdirmesi	2	8.70
	Gözlemleme imkanı sunması	1	4.35
	Faydalı olması	1	4.35
	Güzel	1	4.35
	Dikkat çekici olması	1	4.35
	Eğlenceli olması	1	4.35
	Pekiştirici olması	1	4.35
Kavramsal anlama açısından farklar	Daha iyi anlamayı sağlaması	5	21.73
	Uygulamalı olarak konuyu daha iyi öğrenmeyi sağlaması	2	8.70

Tablo 36 incelendiğinde öğrencilerin disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretimi kullanılarak işlenen 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinin diğer fen ünitelerinin işlenişine göre oluşturduğu farklara ilişkin görüşleri 'etkinlikler açısından farklar' ve 'kavramsal anlama açısından farklar' olarak iki farklı temada değerlendirilmiştir. Uygulamalar sonrasında öğrencilerin farkları ilişkin belirttikleri görüşlerin söz konusu temalardan %69.57 sıklıkla en çok etkinlikler açısından farklara işaret ettiği anlaşılmıştır. Öğrencilerin derslerde etkinlik ve deney yapılması noktasına dikkat çektikleri, kavramsal anlama açısından farklar noktasında da etkinlik ve deneylerin daha iyi anlamayı sağlaması üzerine vurgu yaptıkları görülmektedir. Yapılan görüşmelerde D24 kodlu öğrenci konu hakkında görüşünü *'Ben gerçekten beşinci üniteyi daha iyi anladığımı düşünüyorum bu arada. Diğer ünitelere göre sevdim üniteyi mesela. Etkinlikler dersi sevmemi sağladı. Öyle*

düşünüyorum.' şeklinde ifade etmektedir. D25 kodlu öğrenci ise uygulama hakkındaki görüşü noktasında

> *'Diğer ünitelerde normalde bir konu anlatımı izlerdik. Sonrasında hoca soru çözdürür, en sonunda yazı yazar konuları bu şekilde geçe geçe üniteyi bitirirdik ama bu uygulama boyunca etkinlik sayesinde deney yapma şansımız da oldu ve böylece birçok şeyi daha rahat gözlemleyebildik. Bence daha faydalı oldu.'*

ifadelerini kullandığı görülmüştür.

Görüşmelerin üçüncü sorusu olan 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesi işlenirken yaptığınız etkinliklerden en çok hoşunuza giden etkinlik/etkinlikler hangileriydi? Bu etkinlik/etkinliklerin hoşunuza gitmesinin nedeni nedir?' sorusuna öğrenci cevaplarına yönelik bulgular Tablo 37'de sunulmaktadır.

Tablo 37

'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesi İşlenirken Yaptığınız Etkinliklerden En Çok Hoşunuza Giden Etkinlik/Etkinlikler Hangileriydi? Bu Etkinlik/Etkinliklerin Hoşunuza Gitmesinin Nedeni Nedir?' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema/ Kategori	Kodlar	f*	%*
Etkinlikler	Renkleri keşfediyorum	5	14.29
	Beyaz ışık gerçekten beyaz mıdır? Gökyüzünde rengarenk bir kuşak	2	5.71
	Balonlara neler oluyor?	2	5.71
	Camın arkasındaki hayalet: Görüntü mü, cisim mi?	1	2.86
	Aynalar	1	2.86
	Mercekler	1	2.86
	Işığın Kırılması: Araba analojisi ve balık tutma etkinliği	1	2.86
Nedeni	Konuyu daha kolay anlama	5	14.29
	Hoşa gitme/eğlenceli olma	4	11.43
	İlgimi çektiği için kalıcı öğrenmeyi sağlama	4	11.43
	Gözlemleme imkanı vermesi	3	8.56

Uygulamalı olarak öğrenme	2	5.71
Güzel geçmesi	2	5.71
Daha hızlı öğrenmeyi sağlama	1	2.86
Konuyu öğrenmeyi sağlama	1	2.86

Tablo 37'de uygulama sürecinde öğrencilerin en çok hoşuna giden etkinlik ve nedenleri ile ilgili düşünceleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Belirtilen görüşler incelendiğinde ünite boyunca 'renkleri keşfediyorum' etkinlik yaprağı ve içindeki etkinlikler/deneyler %14.29 sıklıkla öğrencilerin en çok hoşuna giden etkinliktir. Bununla birlikte 'beyaz ışık gerçekten beyaz mıdır? Gökyüzünde rengarenk bir kuşak' ve 'balonlara neler oluyor?' etkinliklerinin her ikisi de öğrenciler tarafından %5.71 sıklıkla ifade edilen etkinliklerdir. Öğrencilerin etkinliklerin hoşuna gitmesinin nedenlerine yönelik görüşleri incelendiğinde %14.29 sıklıkla 'konuyu daha kolay anlama', %11.43 sıklıkla 'hoşa gitme/eğlenceli olma' ve %11.43 sıklıkla 'ilgimi çektiği için kalıcı öğrenmeyi sağlama' yönünde ortaya atılan görüşlerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Görüşmelerde D28 kodlu öğrenci konu ile ilgili görüşünü

> *'En çok hoşuma giden etkinlik o şeydi. Eee ince şey, ince kenarlı mercek ve kalın kenarlı mercek ışık tutarak kırılmasını baktığımızdı. Tepegözle yaptığımız etkinliğimiz de hoşumuza gitti. Işığın renklere ayrılmasına gözlemlediğimiz (baktığımız) etkinlikti. Bu olayı doğada gökkuşağı olarak gözlemliyoruz. Mumun ateşinin camın arkasında yanmayan bir mumun alevi gibi görmüştük camın arkasından baktığımızda. Aynada görüntünün oluşumuyla ilgili. Daha aklıma gelmiyor. Şeyy renklerle yapmıştık. Renklerle bize hafif saydam şeyler vermiştiniz, yuvarlaklar. Onları karıştırarak renkleri görmüştük, gene bir form gibi bir şey doldurmuştuk. Yani form değil, burada bahsetmeye çalıştığım. Yaptığımız etkinlikler hani formlar. Mesela kutunun içerisinde ışıkla çalıştık ya da bardaklar da boyalarla renkleri öğrendik. O dairelerle de renkleri öğrendik.'*

şeklinde ifade etmektedir. Bir diğer öğrenci olan D21, konu ile ilgili görüşünü '*Daha kolay anladım konuyu. Daha kolay, anlaşılır hale getirdi. Yani daha çabuk öğrenmemi sağlamış bence. Sıkılmadım çok ilgimi çekti ondan dolayı öğrendiklerim kalıcı oldu.'* şeklinde görüşünü belirtmiştir. D25 kodlu öğrenci ise

'Balonları patlatmaya çalıştığınız bir tane etkinlik vardı. Bahçeye çıkmıştık. Yani patlaması vesaire hem eğlenme şansımız olmuştu. Arkadaşlarla güzel geçmişti. Işığın soğurulması renklere göre kırmızı balon vardı, siyah balon vardı, beyaz balonlar vardı. Renklerine göre en çok hangisi daha hızlı patlıyor ona bakıyorduk büyüteçle. Evet, böylece çok daha net bir şekilde koyu renklerin daha iyi soğurduğunu, açık renklerinde tam sormadığını daha iyi anlamış oldum.'

şeklinde görüş bildirmiştir.

Öğrencilerin ilgili soruya verdikleri cevapların analizi sonucunda uygulama sürecinde en çok hoşuna giden etkinlikler ve hoşlarına gitme nedenlerinin kelime bulutu ile sunumu şekil de yer almaktadır.

Şekil 11.

Öğrencilerin Uygulama Sürecinde En Çok Hoşuna Giden Etkinlikler



Şekil 12

Uygulama Sürecinde Etkinliklerin Öğrencilerin Hoşlarına Gitme Nedenleri



Görüşmelerin bir diğer sorusu 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesini öğrenirken yaptığınız etkinlik ve çalışmaların size ne gibi faydaları olduğunu düşünüyorsunuz?' şeklindedir. Öğrencilerin ilgili soruya cevaplarının bulguları Tablo 38'de görülmektedir.

Tablo 38

'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesini Öğrenirken Yaptığınız Etkinlik ve Çalışmaların Size Ne Gibi Faydaları Olduğunu Düşünüyorsunuz?' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema/ Kategori	**Kodlar**	**f***	**%***
Kavramsal anlamaya/Gelişime yönelik faydalar	Daha iyi anlamayı sağlama	6	37.50
	Kalıcılık sağlama	3	18.75
	Hafızayı tazeleme/tekrar imkanı vermesi	1	6.25
	Örneklerin pekiştirmeyi sağlaması	2	12.50
Yöntemsel/İşlenişe yönelik faydalar	Daha çok soru soru sormaya sebep olması	1	6.25
Tutum düşünceleri	Güzel bir etkisi olduğu görüşü	2	12.50
	Dersi sevmeyi sağlama	1	6.25

Tablo 38 incelendiğinde öğrencilerin uygulamalar sürecinde yapılan çalışmaların sağladığı faydalara ilişkin görüşleri; kavramsal anlamaya/gelişime yönelik faydalar, yöntemsel/işlenişe yönelik faydalar ve tutum düşünceleri olarak üç farklı temada değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bu temalardan kavramsal anlamaya/gelişime yönelik faydaları %62.5 sıklıkla büyük bir oranda ifade ettikleri görülmektedir. Bu temada en sık rastlanan ifade % 37.50 sıklıkla daha iyi anlamayı sağlama yönünde olduğu, % 18.75 sıklıkla kalıcılık sağlama ifadelerinin yer aldığı görülmüştür. Yapılan görüşmelerde D25 kodlu öğrenci

> *'Dediğim gibi üniteyi daha iyi anlamama yardımcı oldu. Yani belki bu etkinlikler olmasa bu kadar dersi ve konuyu sevmeyecektim. Bu kadar iyi anlayacaktım.' şeklinde görüşünü ifade etmektedir. D18 kodlu öğrenci ise uygulama sürecindeki etkinlik ve çalışmaların faydalarını 'Aklıma daha*

çok yatmasını sağladı. Öyle hemen işlenip geçmediği için de daha iyi örneklerle pekiştirdiğimiz için daha iyi aklımda kaldığını düşünüyorum.'

şeklinde görüşünü belirtmektedir.

Yarı yapılandırılmış görüşmenin bir diğer sorusuna 'Yapılan uygulamada/çalışmada değişiklik yapmak isteseniz, neleri devam ettirir, neleri değiştirirdiniz? Nedenini açıklar mısınız?' deney grubu öğrenci cevaplarına yönelik analiz sonuçları Tablo 39'da yer almaktadır.

Tablo 39

'Yapılan Uygulamada/Çalışmada Değişiklik Yapmak İsteseniz, Neleri Devam Ettirir, Neleri Değiştirirdiniz? Nedenini Açıklar Mısınız?' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema/Kategori	**Kodlar**	**f***	**%***
Değişiklik yapmak istemezdim	Etkinlikler yaparak öğrenmeyi devam ettirme	5	38.46
	Ön test ve son test uygulamasının her ünitede olması ve gelişimi görme isteği	2	15.39
	Daha fazla deney yapma	2	15.39
Değişiklik yapmak isterdim	Dersleri laboratuvarda işleme	1	7.69
	Konuları yüzeysellikten alıp detaylandırma	1	7.69
	Daha kısa metin içeren sorulara yer verme	1	7.69
	Her deneyin/etkinliğin bireysel yapılması	1	7.69

Tablo 39'da öğrencilere uygulamada değişiklik yapabilme şansı tanınsaydı neleri değiştirip değiştirmeyeceklerini sebepleriyle belirtmeleri istenmiştir. Söz konusu soruya öğrencilerin %53.85 sıklıkla 'değişiklik yapmak istemezdim', %46.15 sıklıkla 'değişiklik yapmak isterdim' yanıtını verdiği görülmektedir. Yapılan etkinlik ve uygulamaları değiştirmek istemeyen öğrencilerin %38.46 sıklıkla etkinlikleri devam ettirmek istediği ve %15.39 sıklıkla şaşırtıcı bir şekilde ön test ve son test uygulamasını devam ettirmek istediği ve bu şekilde ünite boyunca gelişimleri görmek istedikleri tespit edilmiştir. Değişiklik yapmak isteyen öğrencilerin ise %15.39 sıklıkla daha fazla deney yapılması yönünde görüş bildirdiği görülmektedir. Bunun yanında öğrencilerin her biri %7.69 sıklıkla dersleri laboratuvarda işleme, konuları yüzeysellikten alıp daha derin olarak verme, daha kısa açıklama ve metinler içeren sorular ve etkinliklere yer verme ve her deneyi bireysel olarak yapacak şekilde ders işleme görüşündedirler. Bu kapsamda D21 kodlu öğrenci konu hakkındaki düşüncesini *'Şey*

yapardım. Deney, yani laboratuvarda daha fazla gösteririm. Bir de konuları bir tık daha yüzeysellikten alırdım, konularımız çok yüzeysel ya hani, bir tık daha detaylı yapabilirdim sizin gibi.' şeklinde ifade etmektedir. D24 kodlu öğrenci ise bu konudaki düşüncesini *'Bir şey değiştirmek istemezdim sadece. Hani mesela ünitenin başında bir test yaptınız sonunda bir test yaptınız ya o kesinlikle devam ettirebilecek bir şey. Yani senin nasıl bir gelişim gösterdiğini ortaya koyuyor. Etkinliklerde değiştirmek istediğim bir nokta yoktu.*' şeklinde düşüncesini ifade etmekte ve bireysel gelişime dikkat etmektedir. D18 kodlu öğrenci bu konudaki düşüncesini,

> *'Kağıtlardaki sorularda (etkinliklerde yer alan sorular) değerlendirmeye giriyor mu? Onları biraz daha eğlenceli yapardım. Çünkü okurken biraz böyle hani of yine kağıtlar 'falan oluyordu bende. Oradaki paragraflar biraz daha uzundu. Anlamadığım bazı sorular vardı. Onları daha anlaşılır hale getirirdim ve biraz daha paragrafları kısaltırdım. Çok bir şey değiştirmezdim ama tek bir kişiye bağlı olsaydı grup grup olmasaydı tabii ki daha fazla vakit kaybı olurdu, daha fazla malzeme gerekirdi ama o şekilde daha eğlenceli olurdu. Herkesin kendisinin tek başına yapmasını istiyordum.'*

şeklinde ortaya koymaktadır.

Görüşme sorularının bir diğeri 'Fen bilimleri derslerinin bu şekilde işlenişi derse yönelik görüş, duygu ve düşüncelerinizi değiştirdi mi? Neden? (Duygular açısından hoşlanma/hoşlanmama, ilginizin artması/ilginizin azalması vb.)' şeklindedir. Öğrenci cevaplarının analiz sonucu Tablo 40'ta verilmiştir.

Tablo 40

'Fen Bilimleri Derslerinin Bu Şekilde İşlenişi Derse Yönelik Görüş, Duygu ve Düşüncelerinizi Değiştirdi Mi? Neden? (Duygular Açısından Hoşlanma/Hoşlanmama, İlginizin Artması/İlginizin Azalması vb.)' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema/Kategori	**Kodlar**	**f***	**%***
Değişmedi Olumlu	Eğlenceli	2	13.33
	Zevkli/eğlenceli	5	33.33
	Deneyler yapmanın dersi sevmeyi sağlaması	2	13.33
	Akılda kalıcı/deneyimin anı oluşturması	2	13.33

Değişti	Olumlu	Derse ilgiyi artırma	2	13.33
		Ders dışında ekstra çalışmaya gerek olmadan öğrenme	1	6.67
		Daha iyi anladığı için mutlu olma	1	6.67

Tablo 40 incelendiğinde disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretimi uygulamasının öğrencilerin derse yönelik görüş, duygu ve düşüncelerinde çoğunlukla değişime neden olduğu tespit edilmiştir. Değişim olmadığını ifade eden öğrencilerin de açıklamalarında %13.33 sıklıkla dersi eğlenceli bulduklarını ifade ettikleri görülmektedir. Değişim olduğunu ifade eden öğrenciler %33.33 sıklıkla dersi zevkli/eğlenceli bulduklarını, %13.33 sıklıkla deneyler yapmalarının dersi sevmelerini sağladığını, %13.33 sıklıkla deneyimin anı oluşturduğunu dersi akılda kalıcı hale getirdiğini, %13.33 sıklıkla derse ilgilerinin artırmasıyla açıklamaktadırlar. Öğrencilerden D24 derse yönelik yaşadığı değişimi '*Evet. Yani fen dersini çok sevdiğim söylenemezdi zaten ama hani deneyler yapmak daha çok sevmeme neden oldu.*' şeklinde ifade etmektedir. D18 ise derse yönelik yaşadığı değişimi

> *'Biraz daha eğlenceli oldu. Nasıl desem? Normalde dersi işleyince biz video izliyoruz, video ile alakalı şeyler yapıyoruz işte. Ama biraz sıkıcı oluyor bu açıkçası. Tabi ki her ders böyle normal işleniyor ama etkinliklerle yapmak daha eğlenceli oluyor. Daha pekiştirici oluyor. Çünkü eğer orada komik bir şey olduysa eğlenceli ise etkinlik daha çok akılda kalıyor, bir anı oluşuyor aynı zamanda.'*

ifadesi ile açıklamıştır. D22 kodlu öğrenci ise derse yönelik duygularındaki değişimi '*Duygularım hocam, konuyu daha iyi anladığım için daha mutlu oldum. Önceki konularda ekstra bir çalışma yapıyordum. Evde anlayamadığım için bunda aslında hiç çalışma yapmama gerek kalmadı. Derste yaptığım için bu çalışmaları.*' cümleleriyle belirtmektedir.

Bir diğer görüşme sorusu 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinde derslerin işlenme şeklinin ünitede öğrendiğiniz fen konularıyla günlük yaşam arasında ilişki kurmanıza yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz? Nasıl? Bir örnekle açıklar mısınız? şeklindedir. Öğrencilerin ilgili soruya verdikleri cevapların analiz sonuçları Tablo 41'de yer almaktadır.

Tablo 41

Soruya Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema/ Kategori	Kodlar	f*	%*
Evet	Yaşam içindeki olgu/olayların derste bilimsel açıklama ve deneyinin yapılması yoluyla	4	22.22
	Etkinliklerin yaşam içindeki olgu/olayları irdelemesi yoluyla	4	22.22
	Ders kitabında verilen örnekleri yapılan deneylerle gerçek hayatta deneyimleme yoluyla	4	22.22
	Somutlaştırıp deneyimleme yoluyla	4	22.22
	Derslerde yapılan sorgulamalar (sorular) ile	2	11.12

Tablo 41 incelendiğinde 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinin disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretiminin ünitedeki fen konuları ile günlük yaşam arasında öğrencilerin ilişki kurmalarında olumlu etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu soruya evet cevabının alındığı toplam 18 ifade yer almaktadır. D22 kodlu öğrenci fen konuları ile günlük yaşam arasında bağ kurma bakımından düşüncelerini *'Evet oldu. Gökkuşağı görüyordum hocam mesela eskiden nasıl oluştuğunu bilmiyordum. Sonra derste yaptığımız bu etkinliklerle nasıl oluştuğunu öğrendim.'* şeklinde ifade etmiştir. D21 kodlu öğrenci bu konudaki düşüncesini

> *'Evet, işte o ısınma konularında mesela işte videolarla falan gösteriyor hocalar ama hani insanın kafasında çok yer kaplamıyor, daha soyutmuş gibi geliyor. Ama işte balonlarla yapmıştık onda daha fazla böyle gözümle görünce ve kendi elimle yapınca daha iyi kavradım. Siyah balon sekiz saniyede patlarken kırmızı balon sekiz dakikada anca patladı.'*

şeklinde ortaya koymaktadır.

Görüşmelerin son sorusu 'Fen Bilimleri dersinin ‘Işığın Madde ile Etkileşimi’ ünitesinde derslerin bu şekilde işlenmesi sürecinde eksik gördüğünüz yönler-yaşadığınız sorun ve zorluklar var mıydı? Varsa neler olduğunu açıklar mısınız?' şeklindedir. Öğrenci cevaplarının analiz sonuçları Tablo 42’de yer almaktadır.

Tablo 42

'Fen Bilimleri Dersinin 'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesinde Derslerin Bu Şekilde İşlenmesi Sürecinde Eksik Gördüğünüz Yönler-Yaşadığınız Sorun ve Zorluklar Var Mıydı? Varsa Neler Olduğunu Açıklar Mısınız?' Sorusuna Ait Öğrenci Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema/ Kategori	**Kodlar**	**f***	**%***
Hayır	Neden belirtilmemiş	3	42.86
Evet	Etkinliklerin gerçekten isteyen kişilerle yapılması	2	28.57
	Sınıfların kalabalık olması bireysel yapmayı engelliyor	2	28.57

Bu soru ile öğrencilerin uygulama sürecinde eksik gördükleri yönlerin, yaşadıkları sorun ve zorlukların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Tablo 42 incelendiğinde öğrenci görüşlerinin %42.86 sıklıkla süreçte eksik görülen herhangi bir şeyin olmadığı, %57.14 sıklıkla sorun ve zorlukla karşılaştıklarını ifade ettikleri görülmektedir. Fakat bu durumun nedeni incelendiğinde öğrencilerin uygulama sürecinde yapılan etkinlik ya da deneylerin yapımında diğer arkadaşları arasından düzeni bozanları zorluk-problem olarak nitelediği tespit edilmiştir. Öğrenciler etkinlikleri yapmak istemeyen birkaç kişiyi eleştirmekte, sınıfın daha az kişiden oluşmasını ve tüm deneyleri bireysel gerçekleştirmek istediklerini vurgulamaktadır. D28 bu konudaki görüşünü '*Yaşadığımmm, bu etkinlikler dersi gerçekten öğrenmek isteyen öğrenciler için yapılmalı bence. Çünkü, birkaç kişi yüzünden bütün herkesin dikkati dağılıyor ve etkinlikten herhangi bir yarar sağlanamıyor. Bu yüzden belirli gruplara ayrılması daha iyi olur.'* şeklinde ifade ederken, D21 görüşünü '*Fazla kalabalık ya sınıflar ondan dolayı pek hani sağlıklı ve detaylı tek başıma yapamadım yani deneyleri onlar oldu. Onun dışında çok bir şeyim yok ya.'* şeklinde belirtmektedir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

7. sınıf öğrencilerinin katılımıyla gerçekleştirilen fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesi boyunca kullanımını konu alan bu tez çalışmasında elde edilen nicel ve nitel veriler bir önceki bölümde ayrıntılı şekilde değerlendirilmiştir. Bu bölümde, araştırma bulgularından elde edilen sonuçlar bütünleştirilip sunulmuş ve ilgili alan yazın çerçevesinde tartışılmıştır. Ardından araştırmada elde edilen bulgulara yönelik sonuçlar ve önerilere yer verilmiştir.

5.1. Tartışma

5.1.1. BSB Testi Bulgularına İlişkin Tartışma

Çalışmada fen bilimleri dersi 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesi kapsamında gerçekleştirilen disiplinlerarası entegrasyona dayalı uygulamaların yedinci sınıf öğrencilerinin BSB üzerine etkisi, 'Bilimsel Süreç Becerileri Testi' ile değerlendirilmiştir (Aydoğdu vd., 2012). Testin genelinden elde edilen puanlar incelendiğinde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının 7.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği görülmektedir. Deneysel işlem öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön ve son test puanlarına yapılan normallik analizleri sonucunda iki grubun puan dağılımının da normal olduğu görülmüştür. Normal dağılım gösteren grupların ön testleri bağımsız örneklemler t testi ile analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda gruplar arasında anlamlı fark olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu farkın kontrol grubu lehine olduğu tespit edilmiştir. Grupların ön test puanları arasında fark olduğu için son test puanlarının karşılaştırılmasında ön testler kovaryans olarak atanarak ANCOVA analizi yapılmıştır. Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin deneysel işlem sonrasında bilimsel süreç becerileri puan değişimlerinin nasıl olduğuna yönelik yapılan analiz sonucunda, gruplar arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p<.05$). Bu durum fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyona yönelik öğretim uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde etkili olduğu ifade edilebilir. Ayrıca kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında yapılan incelemede anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin deneysel işlem öncesi ve deneysel işlem sonrası değişimin incelenmesi sonucunda anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, fen bilimleri dersinde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine önemli bir etkisinin olduğu etki değerleri göz önüne alındığında söylenebilir.

Bu kapsamda alan yazında yer alan araştırmalar incelendiğinde disiplinlerarası entegrasyona yönelik çok fazla çalışma yer almasa da disiplinlerarası entegrasyonun uygulama modeli olan STEM, STEAM, mühendislik tasarım temelli uygulamalar vb. üzerine çalışmaların daha fazla yer aldığı görülmektedir. Sözü edilen bu çalışmalar temelinde disiplinlerarası entegrasyonu içermekte ve bu kapsamda kabul edilmektedirler (Moore vd., 2014). Bu kapsamda alan yazında bazı araştırmaların benzer sonuçlara sahip olup bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde etkisinin olduğu (Açışlı, 2016; Bahşi & Fırat, 2020; Cotabish vd., 2013; Çimentepe, 2019; Duygu, 2018; Gökbayrak & Karışan, 2017; İzgi & Kalaycı, 2020; Kaya & Yılmaz, 2016; Kavak, 2019; Lestari vd., 2018; Mousoulides, 2013; Robinson vd., 2014; Akdağ & Güneş, 2021; Yamak vd., 2014), bazı çalışmaların ise bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisinin olmadığına (Choi & Hong, 2013; Doğan, 2019; Tabaru, 2017) dair sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Benzer şekilde Yamak vd. (2014) 5. sınıfa giden öğrencilerle gerçekleştirdiği araştırmasında disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemiştir. Sonuç olarak, disiplinlerarası entegrasyonun öğrencilerin BSB puanlarında pozitif yönde etkili olup artışa neden olmuştur. Açışlı (2016) çalışmasında benzer şekilde disiplinlerarası entegrasyona dayalı fen öğretimi uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini ifade etmektedir. Çimentepe (2019) ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği fen eğitiminde disiplinlerarası entegrasyona yönelik etkinlik uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç beceri puanlarında deney grubu yönünde anlamlı düzeyde fark tespit ettiklerini belirtmektedir. Benzer şekilde Kavak (2019) araştırmasında ortaokul öğrencileriyle disiplinlerarası entegrasyon içeren STEM uygulamalarının deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç ve problem çözme becerilerinin diğer gruptan daha fazla gelişim gösterdiğini ifade etmektedir. Bahşi ve Fırat (2020) disiplinlerarası entegrasyon içeren fen öğretim etkinlikleri ile uygulama sonrasında 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin geliştiğini tespit etmiştir.

Mousoulides (2013) araştırmasında disiplinlerarası entegrasyona dayalı uygulamaların öğrencilerin değişkenleri belirleme, deney tasarlama gibi becerilerini kullanma fırsatı sunduğunu vurgulamaktadır. Bu araştırma ile benzer sonuçlara sahip bir çalışma gerçekleştiren Cotabish vd. (2013), bir yıl boyunca disiplinlerarası entegrasyon içeren fen eğitimi alan öğrencilerin bilimsel süreç becerileri puanlarında artış gözlemlemiştir. Robinson vd. (2014) üstün yetenekli ilköğretim öğrencileriyle gerçekleştirdiği araştırmada gruplar arasında anlamlı düzeyde fark olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde bazı araştırmalar sınıf ortamında olmasa da okul dışı ortamlarda gerçekleştirilen disiplinlerarası uygulamaların

öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkı sağladığını ifade etmektedir (Avan vd., 2019; Şimşek & Hamzaoğlu, 2020). Duygu (2018) öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının bilimsel süreç becerilerini artırdığını belirtmektedir. Gökbayrak ve Karışan (2017) disiplinlerarası entegrasyona yönelik düzenlenmiş etkinlikler ile fen öğretmen adayları ile araştırmayı yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda fen öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinde artış olduğunu, gelişim kaydedildiğini ifade etmektedirler. Sözü edilen tüm çalışmaların bu araştırma ile benzer sonuçlara sahip olduğu görülmektedir.

Bu araştırmadaki bulgulardan farklı olarak Doğan (2019) çalışmasında, disiplinlerarası entegrasyon içeren etkinlik uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerini geliştirmede etkili olmadığına vurgu yapmaktadır. Benzer şekilde bu tez çalışmasından elde edilen sonuçtan farklı olarak Choi ve Hong (2013) ilkokul öğrencileri ile gerçekleştirdiği disiplinlerarası entegrasyona yönelik öğretimin öğrencilerin duyuşsal alanlarının geliştiği, bilimsel bilgilerinin arttığı ve bilimsel süreç becerilerinin ise önemli ölçüde artırmadığı sonucunu bildirmektedir. Tabaru (2017) 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği araştırmasında uygulama sonucunda öğrencilerin temel süreç becerileri arasında anlamlı farklılık olmadığını belirtmekte gruplardaki öğrencilerin temel süreç becerileri açısından denk olduğuna vurgu yapmaktadır.

Sonuç olarak alanyazında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin disiplinlerarası entegrasyonun kullanıldığı fen öğretim uygulamalarına göre değişeceğini söyleyen çalışmalar hem de disiplinlerarası entegrasyonun kullanıldığı fen öğretim uygulamalarından bağımsız olduğunu ifade eden çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmada öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon uygulaması ile arttığı görülmektedir. Bilimsel süreç becerileri sonradan kazanılabilen ve geliştirilebilir beceriler arasında yer almaktadır. Derslerde gerçekleştirilen deney ve etkinliklerin içerisinde adım adım tüm bilimsel süreç becerilerinin kullanılması ve birebir yaparak yaşayarak deneyim oluşturulmasının etkili olabileceği düşünülmektedir. Araştırmada gerçekleştirilen uygulama sürecine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmelerde yer alan öğrenci ifadeleri de bu düşünceyi destekler niteliktedir. Öğrenciler deney yapma, etkinlik yapma noktasındaki memnuniyetlerini, yaparak öğrenmelerinin daha etkili olduğunu, birebir deneyip görmenin kalıcılığına vurgu yapmaktadırlar. Tüm bu süreçlerde öğrencilerin en çok kullandığı beceri grubu ise bilimsel süreç becerileri olarak karşımıza çıkmaktadır. Gözlem başta olmak üzere, tahmin etme, deneysel süreç boyunca veri toplama, verileri analiz etme, değerlendirme, sonuç çıkarma, yorumlama vb. gibi birçok beceriyi kullanmaktadırlar. Fen öğretimi günümüzde bilgi birikimi

aktarmanın ötesine geçmiştir. Öğrencileri araştıran, sorgulayan, inceleyen, akıl yürüten, gerçek hayat içinde karşılaştığı karmaşık problemlere çözüm üretebilen ve bu çözümü üretirken bilimsel metotları kullanabilen bireyler olarak yetiştirmeyi hedeflemektedir. 21. yüzyılın bireylerinden beklenen artık ezbere bilgi ya da bilmek değil bildiğini uygulayabilme ve bütünleştirebilmedir. Bu kapsamda en önemli ve temel becerilerden bir tanesi de bilimsel süreç becerileridir. Bu nedenle bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması fen eğitiminin temel ve önemli amaçlarından bir tanesi olmasının (MEB, 2013; MEB, 2018) yanında öğrencilerin merak duygusunu geliştirme, bilim insanı gibi düşünme ve çalışma prensibini öğretme, bilginin üretilme yollarının yanında bilgiye ulaşma, çevresindeki olaylara farklı bir bakış açısı geliştirme ve problem çözebilme becerisini edinme (Baydere & Çakır, 2019) noktasında kazandırılması daha önemlidir (Sholahuddin vd., 2020). Disiplinlerarası entegrasyonda da temel amaç bireyin çevresine bakmasının yanında bakarken aslında görebilmesi, merak etmesi ve yaşamını kolaylaştırma adına üretme yeteneğinin kazandırılmasıdır (Hallinen, 2019). Disiplinlerarası entegrasyona dayalı etkinlikler ile yapılacak fen öğretiminin öğrencilerde problem çözme, analiz edebilme, bilimsel sorgulama (Çorlu vd., 2014; Öner & Özdem Yılmaz, 2019) ve bilimsel süreç becerilerinin (Mousoulides, 2013; Cotabish vd., 2013; Robinson vd., 2014) gelişmesini sağladığı ulusal ve uluslararası araştırmalarda ortaya konulmaktadır. Bilimsel süreç becerilerini kazanan öğrenciler okulda öğrendikleri bilgileri gerçek yaşama aktarabilmekte, gerçek yaşam problemlerinde derste öğrendikleriyle ilişkilendirme yaparak hipotezlerini kurup gerçek deneyimler gerçekleştirebilmektedir.

5.1.2. Akıl Yürütme Becerisi Testi Bulgularına İlişkin Tartışma

Araştırmanın bir diğer değişkeni akıl yürütme becerisidir. Bu kapsamda fen bilimleri dersi 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesi kapsamında gerçekleştirilen disiplinlerarası entegrasyona dayalı öğretim uygulamaların 7. sınıf öğrencilerinin akıl yürütme becerileri, araştırmacı tarafından geliştirilen 'Akıl Yürütme Becerisi Testi' ile değerlendirilmiştir. Testin genelinden elde edilen puanlar incelendiğinde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının 7.sınıf öğrencilerinin akıl yürütme becerilerini geliştirdiği görülmektedir. Deneysel işlem öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası puanlarına yapılan normallik analizleri sonucunda iki grubun puan dağılımının da normal olduğu görülmüştür. Normal dağılım gösteren grupların ön testlerinin analizinde bağımsız örneklemler t testi kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda gruplar arasında anlamlı fark olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu farkın kontrol grubu lehine olduğu tespit edilmiştir. Grupların ön test puanları arasında fark olduğu için son test puanlarının karşılaştırılmasında ön testler kovaryans olarak atanarak ANCOVA analizi yapılmıştır. Her iki gruptaki öğrencilerin

uygulama sonrasında akıl yürütme becerisi puan değişimlerinin nasıl olduğuna yönelik yapılan analiz sonucunda, gruplar arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<.05$). Bu durum fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyona yönelik öğretim uygulamalarının öğrencilerin akıl yürütme becerisi üzerinde etkili olduğu ifade edilebilir. Woolley vd. (2018) disiplinlerarası konularda (STEM konularında) yaygın olarak kullanılan spesifik bilimsel süreç ve akıl yürütme becerileri (SPARS) tanımlamış ve lisans öğrencilerinin STEM ile ilgili SPARS'ı uygulamaya çalışırken kullandıkları yaygın yanlış stratejileri belirlemiştir. Bir bütün olarak geliştirilmiş disiplinlerarası eğitime yönelik örtük yaklaşımlar, belirli bilimsel akıl yürütme becerileri hakkında açık talimatlarla birleştiğinde, disiplinlerarası entegre eğitimi içeren sınıflarda performansın artmasına, yeteneklere olan güvenin artmasına ve disiplinlerarası entegre derecelerinde sürekliliğe yol açabilmektedir. Bu araştırma ile benzer şekilde Özdeniz vd. (2023) disiplinlerarası yaklaşımı benimseyen uygulamanın öğrencilerin bilimsel akıl yürütme ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Uygulamalı öğrenme ortamının öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin gelişimine destek olduğu söylenebilir. Bilimsel Süreç Becerileri testinden elde edilen bulgulara göre, uygulama bilimsel süreç becerilerinin gelişimine destek olmuştur. Ancak bu araştırmada bilimsel akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesi için daha uzun süreli çalışmalar yapılması önerilmektedir. Lazonder vd. (2021) 7-10 yaş arası öğrenciler ile üç yıllık boylamsal gerçekleştirdiği araştırmada bilimsel akıl yürütme becerilerinin ilkokul yıllarında nasıl gelişim gösterdiğini ortaya koymaya çalışmaktadır. Başlangıçta düşük düzeyde akıl yürütme becerisine sahip öğrencilerin düzeylerinin zaman içerisinde yavaş da olsa artış gösterdiği tespit edilirken, başlangıçta yüksek düzeyde akıl yürütme becerisine sahip öğrencilerin düzeylerinde zaman içinde gelişim görülmediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Veale vd. (2020) deneysel becerilerin ve bilimsel akıl yürütmenin geliştirilmesine öncelik verdikleri kimya laboratuvarı dersinde öğrencilerin akıl yürütme becerilerini dört yıl boyunca performans değerlendirmesine tabi tutmuşlardır. Araştırma sonucunda dönem ilerledikçe öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin de daha iyi duruma geldiği, geliştiği ve gerçek zamanlı bir geri bildirim sağlandığı ifade edilmektedir. Karpudewan ve Roth (2018) çalışmasında akıl yürütmenin farklı bir boyutuna odaklanarak argümantasyon bağlamında incelemiştir. 6. sınıf öğrencilerine fen bilimleri programına dayalı canlılar ile ilgili konularda 5 haftalık uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamalarda gündelik olaylar ile ilgili senaryolar verilerek öğretim gerçekleştirilmiştir. Senaryolar üzerinden öğrencilerin argümanları incelenerek akıl yürütme becerileri değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda farklı akıl yürütme düzeylerini kullanan

öğrencilerin sayısında artış olduğu aynı zamanda kanıta dayalı akıl yürütme kullanımının da arttığı tespit edilmiştir.

García-Martínez vd. (2021) üstün zekalı olarak tanılanan öğrencilere yönelik müdahale çalışmalarını incelemiş ve uygun yöntemlerle yapılan çalışmaların olumlu sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada disiplinlerarası entegrasyon içeren fen modülü uygulaması sonunda öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerisi testi puanlarında artış olduğu, bu durumun diğer çalışmalar ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Van der Graaf vd. (2019) çalışmada, kısa süreli çocuk temelli doğrudan öğretimin bilimsel akıl yürütme üzerindeki etkilerini ve disiplinlerarası entegrasyon tabanlı bir ders uygulamasının bilimsel düşünme üzerindeki etkilerine, öğretmenin sözlü desteğinin etkisini araştırmaktadır. Sonuçlar, hem bilimsel akıl yürütme üzerine doğrudan öğretimin hem de disiplinlerarası sorgulama ile öğrenimin uygulanma süreci boyunca devam eden sözlü desteğin, derslerin etkinliğini artırdığını ve beklendiği gibi, bütünleşik durumun en büyük genel öğrenme kazanımlarına yol açtığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Cabello vd. (2021) araştırmasında ilköğretim öğrencilerinin bilimsel bir olay olan depremler konusundaki çizim ve yorumları üzerinden akıl yürütme becerilerini ortaya koymaya çalışmıştır. Bu araştırma sonucunda öğrencilerin ileri düzeyde akıl yürütmeye sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin akıl yürütme becerilerini tanılama üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada Schlatter vd. (2021) ilkokul öğrencilerinin akıl yürütme becerilerinin, uygulama boyutunda en yüksek düzeyde, verileri analiz etme ve sonuç çıkarma alt boyutunda en düşük düzeyde, hipotez oluşturma ve çıkarım yapma boyutunda ise orta düzeyde olduğunu tespit etmiştir. Engelmann vd. (2016) ise bilimsel akıl yürütme üzerine meta analiz çalışması gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda değerlendirilen çalışmaların etki boyutunun orta düzeyde olduğunu ortaya koymuştur. Akıl yürütme becerisi kapsamında gerçekleştirilen araştırmaların küçük yaş grubunda değişkenlerin kontrolüne, büyük yaş grubunda ise tartışma noktasına odaklanıldığı görülmektedir. Benzer şekilde Lazonder ve Janssen (2021) 7-10 yaş arası çocuklarla gerçekleştirdiği çalışmada, okuduğunu anlamanın bilimsel akıl yürütme üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Daha büyük çocukların küçük olanlardan daha iyi akıl yürütme becerisine sahip olmasını bekleyen ve bu yönde hipotez kuran araştırmacılar sonuçların beklenen gibi olmadığını tespit etmiştir. Bulgular, bilimsel akıl yürütme becerisinin 7 ile 10 yaş arasında orta derecede gelişim göstermesi şeklinde yorumlanmıştır.

Ibrahim vd. (2016) ise bilimsel akıl yürütmenin konu bağlamına bağlı olup olmadığını belirlemeye çalıştığı araştırmada, öğrencilerin çoğunluğunun konu bağlamlı olmayan görevlerde daha iyi bilimsel akıl yürütmeye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacılar

bilimsel akıl yürütmeyi, herhangi bir bilimsel disiplin için çok önemli olarak nitelerken, her zaman açık olarak görülemeyeceği örtük olarak bulunduğunu ve tespit edilmesinin sözlü ya da yazılı olarak gözlemlenebileceğini ileri sürmektedirler. Mayer vd. (2014) araştırmasında ilkokul çağındaki öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin okuduğunu anlama, zeka, problem çözme ve uzamsal beceriler ile oldukça ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Luo vd. (2020) araştırmasında bilimsel akıl yürütme becerisi için kanıt kullanma becerisini temele almıştır. Bilimsel akıl yürütmenin doğasının, bilimin doğası (fen müfredatında kilit bir unsurdur) ile yakından ilişkili olduğundan, öğrencilerde bilimsel akıl yürütmenin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi, bilimsel bilginin üretilmesi ve test edilmesi ve gerçek bilim adamlarının çalışma prensipleri bilimin işleyiş süreçlerine derinlemesine yerleştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Johan vd. (2020) Malcolm'un KWL düşünme stratejine dayalı öğretim ile 7. sınıf öğrencilerinin akıl yürütme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma sonucunda deney grubu öğrencilerinin 50-100 puan aralığındaki testte akıl yürütme becerileri puan ortalaması 76.72 olarak tespit edilmiştir. Yulianti vd. (2020) ise rehberli sorgulama yaklaşımının sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel akıl yürütme becerilerini geliştirmede fark oluşturduğunu ve bu farkın yüksek etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bilimsel akıl yürütmenin yalnızca araştırmacılar için değil, ağırlıklı olarak öğrenciler için önemli olduğuna vurgu yapmaktadır. Akıl yürütme kavramının altında yatan mekanizma, bilimsel teorilerin gelişimini anlamak amacıyla kullanılmaktadır. Akıl yürütmeyi ortaya koymak için, bilimi öğrenmek yalnızca içerik bilgisine (alana özgü kavramlarla ilgili) değil, daha da önemlisi prosedürel bilginin (bilimi kurmaya yönelik yapılarla ilişkili) önemine dayanmalı ve prosedür bilgisi de bilimsel akıl yürütme becerisini içermektedir. Özetlemek gerekirse, sorgulamaya dayalı ders serileri, disiplinlerarası entegrasyon içerek şekilde kullanıldığında çocuklara bilimsel olarak akıl yürütmeyi öğretmek ve disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarında alana özgü bilgi edinmelerini sağlamak için ideal bir öğretim yöntemidir (OECD, 2014). Bununla birlikte, çocuklar bilimsel akıl yürütme yeteneklerini rehberlik olmadan uygulamakta zorluk çekmektedirler ve sonuç olarak bu yetenekleri tek başlarına geliştirmede ve bireysel olarak disiplinlerarası entegre bilgi edinmede zorluklar yaşayacaklardır (Lazonder & Harmsen, 2016). Kelley ve Knowles (2016) iyi entegre edilmiş bir yapının öğrencilerin akıl yürütme ve yüksek düzeyde eleştirel düşünme becerilerinin kullanımını cesaretlendirdiğini, problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve bilginin kalıcılığını artırdığını belirtmektedir. Charette (2015) çoklu disiplin özelliklerini kullanma noktasında, gerçekten eleştirel düşünebilen, akıl yürütebilen, problemleri çözebilen ve düşüncelerini net bir şekilde iletebilen öğrenciler istiyorsak, bir çeşit sistematik disiplinlerarası

eğitim gereklidir. Disiplinlerarası entegrasyon yaklaşımı çocukların yaratıcılığını, problem çözme becerilerini, akıl yürütme becerilerini, düşünme becerilerini, farklı düşünme becerilerini özellikle yaşamın erken aşamalarında geliştirmektedir (Buchter vd., 2017; Ludwig vd., 2016; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019; Uyanık Balat & Günşen, 2017). Araştırmalar, özellikle eğitimin ilk yıllarında gerçekleştirilen yüksek kaliteli uygulamaların gelecek yılların temelini oluşturduğunu göstermiştir (Dufranc vd., 2020; Ludwig vd., 2016; McClure vd., 2017; Tank vd., 2018). Charette (2015) gerçekten eleştirel düşünebilen, problemleri çözebilen ve düşüncelerini net bir şekilde ifade edebilen öğrenciler isteniyorsa, çoklu disiplin özelliklerini kullanan disiplinlerarası eğitimin gerekli olduğunu ifade etmektedir.

5.1.3. Kavramsal Anlama Testi Bulgularına İlişkin Tartışma

Çalışmada fen bilimleri dersi 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesi kapsamında gerçekleştirilen disiplinlerarası entegrasyona dayalı öğretim uygulamaların 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri, araştırmacı tarafından geliştirilen 'Kavramsal Anlama Testi' ile değerlendirilmiştir. Testin genelinden elde edilen puanlar incelendiğinde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının 7.sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerini olumlu şekilde geliştirdiği tespit edilmiştir. Deneysel işlem öncesinde gruplardaki öğrencilerin ön ve son test puanlarına yapılan normallik analizleri sonucunda iki grubun puan dağılımının da normal olduğu görülmüştür. Normal dağılım gösteren grupların ön testlerinin analizinde bağımsız örneklemler t-testi kullanılmış olup grupların anlamlı olarak farklılaşmadığı görülmüştür. Bu sonuca dayanılarak gruplardaki öğrencilerin deneysel işlem öncesinde kavramsal anlama düzeylerinin benzer olduğu söylenebilir.

Her iki grupta yer alan öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri incelendiğinde, deney grubu öğrencileri deneysel işlem öncesinde %66.7 sıklıkla düşük düzeye, %33.3 sıklıkla da orta düzeyde kavramsal anlamaya sahiptir. Deneysel işlem sonrasında ise bu dağılım %43.3 sıklıkla orta düzeyde, %53.3 sıklıkla üst düzeyde kavramsal anlamaya sahip oldukları yönünde değişim göstermiştir. Kontrol grubu öğrencilerinde ise ön test puanlarına göre öğrencilerin %73.3 sıklıkla düşük düzey, %26.7 sıklıkla orta düzeyde kavramsal anlamaya sahip iken son test yani ünite sonrasında ise %36.7 düşük düzeyde, %60 orta düzeyde kavramsal anlamaya sahip oldukları tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinde yer alan değişimin disiplinlerarası entegrasyon ile öğretim uygulamasından kaynaklandığı ifade edilebilir. Çünkü disiplinlerarası entegrasyonda bilgi bütüncül bir şekilde öğrenilmektedir. Disiplinlerarası entegrasyon ile öğrenmede öğrenciler disiplin kısıtlamaları olmadan bir problem, durum, olgu, olay hakkında düşünebilmekte, ilgili durum ile ilgili farklı disiplinler arasında ve kavramlar arasında bağlantılı şekilde düşünebilmektedirler (Yarker &

Park, 2012). Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon uygulamasının kullanılması sayesinde öğrenciler üst düzey düşünme becerilerini ders boyunca işe koşmakta, çok yönlü ve detaylı düşünmek ve problem durumu çözerek anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmektedirler (Karahan vd., 2015). Disiplinlerarası entegrasyon, öğrencilere zengin öğrenme içeriği sağlamakta dolayısıyla kavramları anlamlandırma ve öğrenmelerinde oldukça etkilidir (Riskowski vd., 2009).

Araştırmada deneysel uygulama sonrasında her iki gruptaki öğrencilerin kavramsal anlama son test puanlarının analizi sonucu gruplar arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Tespit edilen bu farkın deney grubu lehine ve yüksek etki değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Buradan yola çıkılarak fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini artırmış olduğu görülmektedir. Gülhan ve Şahin (2016) yılında gerçekleştirdiği araştırmasında disiplinlerarası entegrasyonun ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin gelişimini sağladığı ve olumlu bir etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Sekizinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen disiplinlerarası entegrasyon temelli uygulamaların öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde artış sağladığı ve bu artışın deney grubuna yönelik olduğu belirlenmiştir (Riskowski vd., 2009; Schnittka & Bell, 2011). Alan yazında yedinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiği, olumlu yönde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır (Şık, 2019; Baltabıyık & Duru, 2021). Sözü edilen araştırmalar bu araştırma ile benzer sonuçlara sahip olmakla birlikte örneklemleri de aynı yaş grubuna sahip ve biri aynı ünite kapsamında gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde Cotabish vd. (2013) ilköğretim öğrencileriyle gerçekleştirdikleri araştırmada disiplinlerarası entegrasyonun bir uygulama modeli olan STEM eğitiminin öğrencilerin kavramları öğrenmeleri üzerinde oldukça etkili olduğunu tespit etmiştir. Barrett vd. (2014) ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği disiplinlerarası etkinlikleri içeren STEM kampı uygulamasının öğrencilerin kavramsal bilgilerini geliştirdiğini, öğrenmelerine önemli katkıda bulunduğunu belirtmektedir. Alanyazında fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının kavramsal anlama üzerine etkisini inceleyen araştırmaların yanında öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen araştırmalar da yer almaktadır (Büyükdede & Tanel, 2018; Kayacan & Selvi, 2017). Ayrıca alanyazında bu araştırmadan farklı olarak fen öğretiminde disiplinlerarası uygulamaların kavramsal anlama düzeyi üzerinde bir etkisinin bulunmadığını ortaya koyan araştırmalara da rastlanmaktadır (Büyükdede & Tanel; 2018; Kutch, 2011; Şentürk, 2017).

Öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerine gerçekleştirilen araştırmalarda sorgulamaya dayalı, disiplinlerarası entegrasyona dayalı yaklaşımların etkili olduğu çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bazı araştırmalar ise bunun tersi yönünde bulgulara sahiptir. Fen kavramlarının ya da disiplinlerarası kavramların öğrenilmesi disiplinlerarası entegrasyon ile daha kolay olabilmekte, öğrenci kavramı transfer edebilmekte ve kavramın günlük yaşam ile ilişkisini kurabilmektedir. Öğrencinin bilgiyi transfer etmesinin önündeki engellerden birisi yetersiz ön bilgiler ya da sarmal program yapısından kaynaklı önceden var olan alternatif kavramalar olarak gösterilebilmektedir (Song & Wang, 2021). Bu araştırmanın konuları içerisinde yer alan ışığın kırılması, ışık renkleri ve renk karışımlarının öğrenilmesi kapsamında gerçekleştirilen bir çalışmada Schulze vd. (2020) fiziksel prensiplere odaklanan renk ve algısı ile spektral kompozisyonu aynı anda gözlemlemeyi sağlayacak bir düzenek kurmaya çalışmıştır. Bu çalışmayı konu kapsam ve içeriğini dikkate alarak ortaokul ve üzeri düzeye uygun olarak tasarlamıştır. Aynı çalışma içerisinde Schulze vd. (2020) fizik öğretmen adaylarının dahi renk karışımını fiziksel bir bakış açısıyla anlamakta zorlandıklarını ifade etmektedir. Sözü edilen konu yedinci sınıf 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinde birebir aynı içerikte yer almakta ve optik konusuna öğrencilerde temel oluşturacak önemli kavramları (ışığın kırılması, yansıması, yayılması vb.) ve renk teorilerini (eklemeli ve çıkarmalı renk teorileri) içermektedir. Benzer şekilde uygulama ünitesi konu ve kazanımları kapsamında yer alan eklemeli ve çıkarmalı renk teorileri üzerine Rosi vd. (2017) yılında kavramların anlaşılması ve disiplinlerarası entegrasyonun sağlanması adına bir etkinlik gösterimi üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmaların ortak temel amacı öğretmen adayları hatta öğretmenlerin bile kavramakta zorlandıkları ışık ve pigment ana ve ara renkleri arasındaki ilişkiyi disiplinlerarası entegrasyon ile soyut bir noktadan somutlaştırmaya çalışma ve ardından cisimlerin renkli görülmesi noktasına bu bilgileri taşıyarak ışığın soğurulması kavramına da vurgu yapma olarak yorumlanabilir. Bu araştırmada disiplinlerarası entegrasyonların sağlanması noktasında bu yorumlama temel alınarak etkinliklerin adım adım uygulaması yapılmış ve kavramlar disiplinler arası ilişkilendirmeler ile öğrencilere sunulmuştur. Deney grubu öğrencilerinde tespit edilen deneysel işlem öncesinden sonrasına kavramsal anlama düzeyleri arasındaki artış ve olumlu gelişimin sözü edilen düşünsel ve uygulama temelinden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

5.1.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Bulgularına İlişkin Tartışma

Disiplinlerarası uygulamalara yönelik öğrenci görüşleri değerlendirildiğinde öğrencilerin disiplinlerarası entegrasyona dayalı uygulamaları çoğunlukla olumlu görüşe sahip oldukları, dikkat ve ilgi çekici buldukları, eğlenceli, eğitici ve etkili buldukları, konuyu daha

iyi anladıklarını ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirdiklerini ifade ettikleri görülmektedir. Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonu deneyimleyen öğrenciler uygulamada etkinlik ve deney yapılmasına, gözlemleme imkanı sunulmasına vurgu yaparken, bu uygulamanın dersi sevdirdiği görüşündedirler. Bu sonuç, disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarına yönelik olumlu görüş bildiren ve süreci eğlenceli olarak değerlendiren çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Blankenship, 2019; Damar vd., 2018; Gökbayrak & Karışan, 2017a, Arı & Arslan, 2019; Kim & Choi, 2012; Küçük-Demir & Düzen, 2022; Lamb vd., 2015; Struyf vd., 2019; Tiryaki vd., 2021; Toma & Greca, 2018; Yavuz vd., 2020; Yıldırım & Selvi, 2018). Blankenship (2019) araştırmasında disiplinlerarası entegrasyona dayalı derslerin ilköğretim öğrencilerinin derse ilgisinin arttığı ve derse katılımlarını artırıcı yönde etki ettiği tespit edilmiştir. Kim & Choi (2012) ise araştırmasında fene yönelik disiplinlerarası programın öğrencilerin uygulamaya yönelik olumlu görüşlere sahip olduğunu ve dersleri bu şekilde işlenmesinden duydukları memnuniyeti vurgulamaktadır. Benzer şekilde Toma ve Greca (2018) İspanyol öğrenciler ile gerçekleştirdiği araştırmasında fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının öğrencilerin fene karşı olumlu görüşe sahip olmasında etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Damar vd. (2018) gerçekleştirdikleri araştırmadan elde ettikleri sonuçlar arasında öğrencilerin disiplinlerarası etkinliklere heyecanla katıldığı ve bu süreç boyunca kendini mutlu hissettiklerinden bahsetmektedir. Ayrıca araştırmacılar disiplinlerarası uygulamanın öğrencilerin fen dersine yaklaşımını olumlu yönde etkilediği görüşlerini tespit etmiştir.

Görüşmelerden elde edilen bir diğer bulgu bazı etkinliklerin öğrencilerin hoşlarına gittiği ve dikkatini daha fazla çektiği yönündedir. Bu etkinliklerin daha çok renkler ile ilgili olması bulgularda dikkat çeken bir noktadır. Renkleri keşfediyorum etkinlikleri modül tarzında birbirinin öncülü olabilecek nitelikte 'Black Box-Işık Renkleri', 'Boya Renkleri' ve her ikisini birlikte deneyimleyebildikleri 'Renkli Daireler' olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Bu etkinliklerden sonra video üzerinden 'Hangi Işıkta Ne Renk Görünür?' şeklinde bir oyun ile cisimlerin renkli görülmesi, soğurulan ve yansıyan ışık renklerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Benzer şekilde en çok öğrencilerin etkilendiği bir diğer etkinlik ışığın kırılması ve renklerine ayrılması kazanımı için gerçekleştirilen laboratuvarda gökkuşağı oluşumunun yer aldığı 'Beyaz ışık gerçekten beyaz mıdır? Gökyüzünde rengarenk bir kuşak' etkinliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrencilerin sınıf ortamından laboratuvar ortamına geçiş yapması, farklı ve dikkat çekici bir çevrede ve U düzeni bir ortamda oturarak etkinlikleri sorgulama ve tartışma ortamında birlikte gerçekleştirmesinin bu etkinliklerin dikkat çekici olmasında etkili olabilir. Ayrıca yaşam içerisinde sık sık gözlemleme fırsatı buldukları ve

gökyüzünde gözlemledikleri gökkuşağı gibi bir doğa olayını okul ortamı içerisinde yapabilmek ve daha yakından gözlemleyebilmek oldukça ilgi çekicidir. Bu etkinliklerden sonra en çok dikkat çeken etkinlik ise 'Balonlara Neler Oluyor?' etkinliğidir. Bu etkinlikte de ışığın soğurulması kavramının kazanımı ve renkler ile ışığın soğurulması arasındaki ilişki ve bağ ortaya konulmaya çalışılmıştır. Öğrenci görüşmelerinde bu etkinlik ve öğrencilerdeki etkisi üzerine çarpıcı bulgular yer almaktadır. Aynı kalınlıkta incecik balonlarda renk farklılığından dolayı oluşan patlama süresi farkı öğrencileri oldukça etkilemiş görünmektedir. Görüşmelerde her etkinliğin en az bir öğrencide kalıcı bir etkisinin olduğu ve her etkinliğin mutlaka bir kez hoşa giden etkinlik olarak ifade edildiği görülmektedir. Etkinliklerin öğrencilerin aklında kalması ve hoşlarına gitme nedenleri incelendiğinde konuyu daha iyi anladıkları, eğlenceli buldukları, ilgi çekici olduğu için kalıcı öğrenmelerini sağladığı, gözlemleme imkanı vermesi, uygulamalı olarak öğrenmeyi fırsatı sunması olarak ifade ettikleri görülmektedir. Struyf vd. (2019) araştırmasında dokuzuncu sınıf öğrencilerinin disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarında sürekli aktif olmaktan memnun olduklarını tespit etmiştir. Bu araştırmanın konu kapsamı açısından benzerlik gösteren 'Işık ve Renk Materyali' Arı ve Arslan (2019) tarafından geliştirilmiş ve öğrencileri uygulanıp görüşleri alınmıştır. Geliştiren materyal, beyaz ışığın farklı renklerin bileşiminden oluştuğu, beyaz yani aydınlık-ışıklılık durumunun tüm renkleri yansıttığı, siyah yani karanlık-ışıksızlık durumunun ise soğurduğunu gösteren bir çarktır. Disiplinlerarası entegrasyon temelinde hazırlanıp uygulanan bu materyal ve etkinlik tasarımına yönelik öğrenciler konuyu daha iyi anlamalarında etkili olduğunu, bilgilerinin kalıcı olduğunu ve algılanması zor olan soyut bir konuyu zevkli ve eğlenceli bir şekilde öğrendiklerini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Dalgıç ve Çil (2020) gölge konusunun disiplinlerarası entegrasyona göre öğretimi üzerine gerçekleştirdiği çalışmada bilgi kalıcılığına vurgu yapmaktadır.

Görüşmelerden elde edilen bir diğer bulgu ise fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun fen konuları ile günlük yaşam arasında ilişki kurulmasına yardımcı olup olmadığı noktasındadır. Öğrenciler disiplinlerarası entegrasyon içeren etkinliklerin yaşam içindeki olgu/olayları irdelemesiyle fen konuları ile günlük yaşam arasında bağ kurmalarında yardımcı olduğunu düşünmektedirler. Yaşam içindeki bu olgu ve olayların derste bilimsel açıklamalarını deneyim yoluyla yapmak, yaparak ve yaşayarak öğrenmek öğrencilerin sözü edilen ilişkiyi kurmalarında oldukça etkili olduğu görüşü hakimdir. Bu bağlamda Sak ve Gürel (2019) ortaokul öğrencileriyle ışık konusunda gerçekleştirdiği çalışmada günlük hayattaki deneyimlerin öğrencilerin ışık konusunu daha iyi anlamalarında etkili olduğunu belirtmektedir. Yolcu (2013) disiplinlerarası yaklaşım uygulamaları yaptığı araştırmasında

öğrencilerin bilgilerini günlük yaşam ile ilişkilendirip anlamlı hale getirdikleri sonucuna ulaşmıştır. Bu araştırma ile benzer sonuçlar içeren bir çalışmada ortaokul öğrencileriyle disiplinlerarası entegrasyon uygulamaları hakkında görüşme yapılmıştır. Bu araştırmada öğrenciler, disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarının yaparak yaşayarak öğrenme deneyimi sağladığı ve günlük yaşam ile bağlantı kurmaya yardımcı olduğunu belirtmektedirler (Yıldırım & Selvi, 2018). Karakaya vd. (2019) öğrencilerin günlük yaşam ile bağlantı kurmalarında fen eğitiminde disiplinler arası ilişkiyi vurgulayan disiplinlerarası entegrasyon temelli uygulamanın etkili olduğunu ifade etmektedir. Özhamamcı (2013) ise öğretmenlerin disiplinlerarası öğretimin günlük hayat ile bağ kurulmasını sağladığı görüşünde olduklarını ifade etmektedir. Benzer şekilde Kurtuluş vd. (2017) araştırmasında matematik öğretmenleriyle disiplinlerarası entegrasyonu temel alan STEM eğitimi geçekleştirmiştir. Öğretmenler disiplinlerarası uygulamalarının öğrencilerin günlük hayat ile bağlantı kurmaya yardımcı olacağını bildirmişlerdir. Sonuç olarak disiplinlerarası eğitimle, öğrencilerin öğrendikleri bilgiden daha derin bir içerik anlayışı edinmeleri (Brand & Triplett, 2012), bütünleşik bağlamda öğrenildiğinden dolayı öğrencilerin bilgileri daha fazla hatırlamasını sağlamaktadır (İnançlı & Timur, 2018). Öğrencilerin disiplinlerarası entegrasyon uygulamalarından yararlanma düzeyinin farklı disiplinlerdeki bilgilerinin kapsam ve derinliğine bağlı olduğu ifade edilebilir. Disiplinlerarası öğretim ortamlarında öğrenciler hem daha kolay ve ilişkili öğrenmeler gerçekleştirmekte hem de zamanla diğer disiplinlerde de anlamlı, kalıcı ve derin öğrenmeler gerçekleştirmektedirler.

5.2. Sonuç ve Öneriler

Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun öğrencilerde bilimsel süreç becerileri, akıl yürütme becerileri ve kavramsal anlama düzeylerine etkisinin incelendiği bu çalışma kapsamında elde edilen nicel sonuçlar aşağıda listelenmiştir:

- Uygulama öncesi öğrencilerin BSB kontrol grubu lehine yüksek düzeyde etkiye sahip anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Uygulama sonrasında ise deney grubu lehine yüksek düzeyde etkiye sahip anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir.
- Uygulama öncesi öğrencilerin akıl yürütme becerileri kontrol grubu lehine orta düzeyde etkiye sahip anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında ise deney grubu lehine yüksek düzeyde etkili anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.

- Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Öğrenciler uygulama öncesinde kavramsal anlama açısından aynı düzeydedir. Uygulama sonrasında ise deney grubu lehine yüksek düzeyde etkiye sahip anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Tüm sonuçlar bütüncül değerlendirildiğinde disiplinlerarası entegrasyon temelli sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin BSB, akıl yürütme becerileri ve kavramsal anlamla düzeyleri üzerinde beceri gelişimini destekleyici ve kavram öğrenimini geliştirici bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun öğrencilerde bilimsel süreç becerileri, akıl yürütme becerileri ve kavramsal anlama düzeylerine etkisinin incelendiği bu çalışma kapsamında elde edilen nitel sonuçlar aşağıda listelenmiştir. Gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşme sorularının analizi sonucunda;

- Öğrencilerin uygulama süreciyle ilgili çoğunlukla olumlu düşüncelere sahip oldukları, dikkat ve ilgi çekici olarak niteledikleri, deney yapmanın ve uygulamalı öğrenmenin eğlenceli, eğitici ve etkili olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Disiplinlerarası entegrasyonun derslerde öğretmen yardımıyla gerçekleştirilmesinin konuları daha iyi anlamalarını sağladığı görüşünü belirtmişlerdir.
- Öğrencilerin uygulama sürecinde en çok dikkatlerini çeken etkinlikler incelendiğinde ' Beyaz ışık gerçekten beyaz mıdır? Gökyüzünde rengarenk bir kuşak' ve 'Renkleri keşfediyorum: Black box-Işık renkleri' ve 'Renkleri keşfediyorum: Boya renkleri' etkinliklerini daha çok ifade ettikleri tespit edilmiştir. Bu etkinliklerin hazırlanmasında disiplinlerarası entegrasyonun kazanım ve etkinlik temelinde verilmesi yer almaktadır. Öğrenciler öncelikle beyaz ışıkta yer alan 7 rengi sınıf ortamında tepegöz ile oluşturulan gökkuşağında gerçek yaşamdan bir örnek ile gözlemlemektedir. Ardından ışık renkleri eklemeli renk teorisi temelinde ışık ana renkleri (kırmızı, yeşil ve mavi) ve sadece bu renkler ile beyaz ışığın elde edilebildiğini gözlemlemeleri sağlanmaktadır. Bu etkinlik içerisinde telefon, tablet, televizyon gibi ekranların ışık ana renklerine göre çalışması teknoloji disiplinin entegresi ile verilmektedir. Bir diğer etkinlik ile boya ana renkleri (cyan, magenta ve sarı) çıkarmalı renk teorisi temelinde incelenmekte ve birleşiminden karanlık/ışıksızlık elde edildiği verilmektedir. Bu bilimsel temel ile yazıcıların çalışma prensibi teknoloji entegrasyonu ile öğrencilere verilmektedir. Bu iki etkinlik

sonrasında özel baskı alınan UV baskı renk daireleri ile ışık ve boya renklerinin ana ve ara renkleri arasındaki ilişki tekrar gözlenmiştir. Öğrencilerin görüşmelerdeki ifadeleri incelendiğinde en çok bu etkinliklerin dikkatlerini çektiği görülmektedir. Öğrenciler tarafından ifade edilen bir diğer etkinlik 'Balonlara neler oluyor?' renklerin ışığı soğurması kavramsal temeline dayanmaktadır. Öğrenciler tarafından eklemeli ve çıkarmalı ışık teorileri ile farklı renkte cisimlerin ışığı soğurmalarının karşılaştırılması daha kolay yapılabilmektedir. Öğrencilerin bu etkinlikler sonrasında cisimlerin renkli görülmesi konusunu daha iyi kavradığı ders sürecinde tespit edilmiştir. Bu konulardan sonra dikey entegrasyon ile fotosentez konusunda yeşil bitkilerin farklı renk ışıklarda gerçekleştirecekleri fotosentez miktarı ve gelişimleri arasında da öğrenciler tarafından ilişkinin kurulduğu tespit edilmiştir.

- Öğrenciler diğer ünitelerin işlenişi ve bu ünitenin işlenişi arasındaki farkı etkinlikler ve kavramsal anlama açısından iki temelde ifade etmektedirler. Gerçekleştirilen uygulama süreci öğrencilerin ifadeleriyle; etkinlik/deney yapılması, gözlemleme yapılması, dikkatlerini çekmekte, dersi sevmelerini sağlamakta, eğlenerek öğrenmelerini sağlamaktadır. Ayrıca kitapta verilen bilgilerin yanında pekiştirici olarak nitelendirilmektedir. Kavramsal olarak daha iyi anlamayı, uygulamalı olarak konuyu daha iyi ve kalıcı öğrenmelerini sağlamaktadır.
- Öğrenciler uygulama sürecinin kendilerine faydalarını; daha iyi anlamayı sağlama, kalıcılık, örneklerin pekiştirmeyi sağlaması, öğretim sürecinin daha çok soru sormalarına sebep olduğunu ve dersi sevmelerini sağlama olarak ifade etmektedirler.
- Öğrenciler etkinlikler yaparak kendileri uygulayarak öğrenmenin daha iyi olduğunu, konuların yüzeysellikten kurtularak daha detaylı ve ilişki öğrendiklerini ifade etmektedirler. Ders sürecinde yaşam içindeki olgu/olayların derste sorgulanması, bilimsel açıklamalarının yapılması, deneylerini yaparak öğrenmenin somutlaştırıp deneyimleme yoluyla gerçek hayat deneyimleri elde ettiklerini göstermektedir. Öğrencilerin verdiği örneklerden birkaçı incelendiğinde, güneşin doğuşu ve batışı sırasında gökyüzünün kızıl renk alması, yağmurdan sonra çıkan gökkuşağı, yazın neden beyaz rengi tercih etmek gerektiği gibi fen bilimleri dersinde öğrenilen bilgilerin gerçek hayatta karşılaşılan olgu/olayları daha iyi anlama ve açıklamalarını sağlamaktadır. Bir diğer öğrenci örneği ise matematik dersinde yer alan simetri kavramının fen bilimlerinde yer alan aynalardaki simetri ile aynı olması durumu üzerine kazandığı farkındalığa dikkat çekmekte ve bu farkındalığın her iki derse yönelik sevgisinde artış sağladığını belirtmektedir.

Araştırmacı için öneriler;

- Disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim farklı öğretim yöntemleriyle birlikte kullanılabilir.
- Disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim farklı farklı eğitim kademelerinde (okul öncesi, ilkokul, lise, üniversite vb.) yer alan öğrencilere yönelik içerikler geliştirilerek uygulanabilir.
- Disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim BİLSEM'lerde uygulanabilir.
- Disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim informal ve non-formal eğitim ortamlarında uygulanabilir.

Öğretmenler için öneriler;

- Disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim ve sınıf ortamında uygulanması hakkında her kademede öğretmenlere teorik bilgi ve uygulamaya yönelik eğitimler verilebilir.
- Öğretmenlere yardımcı olmak amacıyla fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyon temelli etkinlik hazırlanma çalışmaları yapılabilir.

Gelecekteki araştırmalar için öneriler;

- Disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim diğer derslere ve disiplinlere yönelik uygulanabilir.
- Fen öğretiminde disiplinlerarası entegrasyonun bir uygulama modeli olan STEM/STEAM üzerine araştırmalar çok fazla yer almasına rağmen diğer disiplinler (sosyal bilimler, Türkçe, beden eğitimi, müzik vb. gibi) ile entegrasyon içeren araştırmalar disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim uygulamaları olarak gerçekleştirilebilir.
- Disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretim kesitsel ya da boylamsal çalışmalar ile uygulanabilir.
- Disiplinlerarası entegrasyon temelli öğretimin farklı beceri ve değişkenler üzerine etkisi araştırılabilir.

- Özellikle ortaokul düzeyinde akıl yürütme becerisinin tespit edilmesine yönelik ölçme aracının bulunmaması nedeniyle ortaokul düzeyinde öğrenciler için farklı ünitelere ve konulara yönelik akıl yürütme becerisi testi geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(2), 105-120. https://doi.org/10.1002/tea.3660290203

Açışlı, S. (2016). Investigation of the effect of robotic applications in elementary education. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences, 4*, 391-394. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/334280

Akdağ, F. T., & Güneş, T. (2017). Science high school students and teachers' opinions about The STEM Applications on the subject of energy. *International Journal of Social Sciences and Education Research, 3*(5), 1643-1656. https://doi.org/10.24289/ijsser.337238

Akdağ, F. T., & Güneş, T. (2021). 7. sınıflarda stem uygulamaların akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10*(2), 24-36. https://dergipark.org.tr/en/pub/amauefd/issue/67875/944114

Akyıldız, S. (2020). A conceptual analysis of curriculum literacy concept: A study of scale development. *Electronic Journal of Social Sciences, 19*(73), 315-332. http://dx.doi.org/10.17755/esosder.554205

Andersen, C., & Garcia-Mila, M. (2017). Scientific reasoning during inquiry: Teaching for metacognition. In K. S. Taber, & B. B. Akpan (Eds.) *Science education* (pp. 105-117). Brill. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8

Anderson, J., Wilson, K., Tully, D., & Way, J. (2019). Can we build the wind powered car again? Students' and teachers' responses to a new integrated STEM curriculum. *Journal of Research in STEM Education, 5*(1), 20-39. https://doi.org/10.51355/jstem.2019.61

Andrich, D. (1978). A rating formulation for ordered response categories. *Psychometrika, 43*(4), 561-573. https://doi.org/10.1007/BF02293814

Anıl, Ö., & Küçüközer, H. (2017). Ortaöğretim öğrencilerinin aynalar konusundaki kavramsal anlamalarının analizi. *Journal of Buca Education Faculty*, (43), 78-122. https://dergipark.org.tr/en/pub/deubefd/issue/35767/399880

Arı, A. G., & Arslan, K. (2019). Fen bilimleri dersinin "ışık ve soğurulması" ünitesinde kullanılan materyale yönelik öğrenci görüşlerinin belirlenmesi. International *Journal of Field Education, 5*(1), 111-124. https://doi.org/10.32570/ijofe.573348

Arnold, J.C., Boone, W.J., Kremer, K., & Mayer, J. (2018). Assessment of competencies in scientific inquiry through the application of rasch measurement techniques. *Education Sciences, 8*(4), 184. https://doi.org/10.3390/educsci8040184

Ashmann, S., Anderson, C. W., & Boeckman, H. (2016). Helping secondary school students develop a conceptual understanding of refraction. *Physics Education, 51*(4), 045009-12pp. http://iopscience.iop.org/0031-9120/51/4/045009

Aslan, S., Ertaş Kılıç, H., & Kılıç, D. (2016). *Bilimsel süreç becerileri*. Pegem Akademi.

Avan, Ç., Gülgün, C., Yılmaz, A., & Doğanay, K. (2019). STEM eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları: Kastamonu bilim kampı. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat (J-STEAM) Eğitim Dergisi, 2*(1), 39-51.

Aydın, G., & Balım, A. G. (2005). An interdisciplinary application based on constructivist approach: Teaching of energy topics. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences, 38*(2), 145-166. https://doi.org/10.1501/Egifak_0000000113

Aydoğdu, B., Tatar, N., Yıldız, E., & Buldur, S. (2012). İlköğretim öğrencilerine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi. *Journal of Theoretical Educational Science, 5*(3), 292-311. https://keg.aku.edu.tr/arsiv/c5s3/KuramsalEgitimbilim_cilt5say%C3%84%C2%B13.pdf#page=46

Ayvacı, H. Ş., Sibel, E. R., & Dilber, Y. (2016). Bağlam temelli rehber materyallerin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkisi: iletken ve yalıtkan maddeler örneği. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13*(1), 51-78. https://dergipark.org.tr/en/pub/yyuefd/issue/25853/272540

Babic, V., & Čepič, M. (2009). Complementary colours for a physicist. *European Journal of Physics, 30,* 793-806. http://dx.doi.org/10.1088/0143-0807/30/4/013

Bacanak, A., Değirmenci, S., & Karamustafaoğlu, O. (2012). Effectiveness of teaching light and sound with knowledge map. *International Journal of Physics and Chemistry Education, 4*(1), 55-64. https://ijpce.org/index.php/IJPCE/article/view/93

Baghaei, P. (2008). The Rasch model as a construct validation tool. *Rasch Measurement Transaction, 22*(1), 1145-1146. https://www.rasch.org/rmt/rmt221.pdf

Bahşi, A., & Fırat, E. A. (2020). STEM etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39*(1), 1-22. https://dergipark.org.tr/en/pub/omuefd/issue/53755/616509

Bakırcı, H., Artun, H., & Şenel, S. (2016). Ortak bilgi yapılandırma modeline dayalı fen öğretiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi (gök cisimlerini tanıyalım). *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13*(1), 514-543. https://dergipark.org.tr/en/pub/yyuefd/issue/25853/272559

Baltabıyık, D. Y., & Duru, M. K. (2021). Stem uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Araştırma ve Deneyim Dergisi, 6*(1), 22-33. https://dergipark.org.tr/en/pub/adeder/issue/65137/931136

Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children, 46*(2), 26-29. https://hal.science/hal-00692073

Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., ... & Wu, N. (2009). Learning and scientific reasoning. *Science, 323*(5914), 586-587. https://doi.org/10.1126/science.1167740

Barrett, B. S., Moran, A. L., & Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: an interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education, 1*(6), 1-7. https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-6

Baydere, F. K., & Çakır, Ç. Ş. (2019). Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri öz yeterliliklerine etkisi. *Online Science Education Journal, 4*(2), 117-130. https://dergipark.org.tr/en/pub/ofed/issue/50430/595823

Baykul, Y. (2015). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması* (2. Baskı). Pegem Akademi

Bekar, Ş. N., Yıldız, H., & Genç, H. (2023). 5. sınıf öğrencilerinin "genleşme" kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi, 6*(1), 60-73. https://dergipark.org.tr/en/pub/fmgted/issue/75754/1193839

Berisha, F., & Vula, E. (2021). Developing pre-service teachers conceptualization of stem and stem pedagogical practices. *Frontiers in Education, 6*(585075), 1-10. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.585075

Bezen, S., Başal, C., Aykutlu, I., Seçken, N., & Bayrak, C. (2018). Fizik ve kimya ders kitaplarının karşılaştırmalı olarak incelenmesine disiplinlerarası bir bakış. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 6*(3), 267-283. https://dergipark.org.tr/en/pub/enad/issue/40655/490118

Bıkmaz Bilgen, Ö., & Doğan, N. (2017). Puanlayıcılar arası güvenirlik belirleme tekniklerinin karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi, 8*(1), 63-78. https://doi.org/10.21031/epod.294847

Birriel, J., & Birriel, I. (2020). Rearview mirror rainbow: an optics investigation. *The Physics Teacher, 58*(3), 164-166. https://doi.org/10.1119/1.5145405

Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM narrative: 15 years in the making. *Australian Journal of Teacher Education, 40*(7), 102-112. https://search.informit.org/doi/10.3316/aeipt.211189

Blankenship, L. A. (2019). *Elementary student engagement through STEM lessons*. [Masters thesis]. University of Nebraska-Lincoln. http://digitalcommons.unl.edu

Blizak, D., Chafiqi, F., & Kendil, D. (2009, June). Students misconceptions about light in Algeria. In *Education and Training in Optics and Photonics* (p. EMA5). Optica Publishing Group. https://doi.org/10.1364/ETOP.2009.EMA5

Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015*). Applying the rasch model: fundamental measurement in the human sciences* (3rd ed.). L. Erlbaum.

Boone, W. J. (2017). Rasch analysis for instrument development: why, when, and how?. *CBE-Life Sciences Education, 15*(4). https://doi.org/10.1187/cbe.16-04-0148

Boone, W.J., Staver, J.R., & Yale, M.S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. Springer Dordrecht.

Brand, B. R., & Triplett, C. F. (2012). Interdisciplinary curriculum: An abandoned concept?. *Teachers and Teaching*, *18*(3), 381-393. https://doi.org/10.1080/13540602.2012.629847

Brinthaupt, T.M., & Kang, M. (2014). Many-faceted rasch calibration: An example using the self-talk scale. *Assessment*, *21*(2), 241-249. https://doi.org/10.1177/1073191112446

Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2016). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education* (pp. 23-37). New York: Routledge.

Buchter, J., Kucskar, M., Oh-Young, C., Welgarz-Ward, J., & Gelfer, J. (2017). Supporting STEM in early childhood education. *Policy Issues in Nevada Education*, 1-12. https://digitalscholarship.unlv.edu/co_educ_policy/2

Buchwitz, B. J., Beyer, C. H., Peterson, J. E., Pitre, E., Lalic, N., Sampson, P. D., & Wakimoto, B. T. (2012). Facilitating long-term changes in student approaches to learning science. *CBE-Life Sciences Education, 11*(3), 273-282. https://doi.org/10.1187/cbe.12-01-0011

Bunterm, T., Wattanathorn, J., Vangpoomyai, P., & Muchimapura, S. (2012). Impact of open inquiry in science education on working memory, saliva cortisol and problem solving skill. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 5387-5391. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.444

Büyükdede, M., & Tanel, R. (2018). İş-enerji ve itme-momentum konularına yönelik fetemm etkinliklerinin kavramsal anlama üzerine etkisi. *Diyalektolog*, 19, 379-395.

Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2023). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.

Bybee, R. W., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st century workforce: a new reform in science and technology education [Editorial]. *Journal of Research in Science Teaching, 43*(4), 349-352. https://doi.org/10.1002/tea.20147

Cabello, V. M., Moreira, P. M., & Griñó Morales, P. (2021). Elementary students' reasoning in drawn explanations based on a scientific theory. *Education Sciences, 11*(10), 581, 1-19. https://doi.org/10.3390/educsci11100581

Can, A. (2014). *Bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Pegem Yayıncılık.

Cengiz, E. (2018). A different way of teaching the reflection of light: Using the clock model. *Science Activities, 55*(3-4), 140-148. https://doi.org/10.1080/00368121.2018.1564728

Ceran, D., & Onarıcıoğlu, A.S. (2018). Besin zinciri konusunun kavratılmasında disiplinler arası bir yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 38*(3), 1101-1119. https://doi.org/10.17152/gefad.379200

Charette, R. N. (2015). STEM sense and nonsense. *Educational Leadership, 72*(4), 79-83.

Choi, Y., & Hong, S.H., (2013). The development and application effects of STEAM program about 'world of journal of education and practice small organisms' unit in elementary science. *Elementary Science Education, 32*(3), 361-377.

Chowdhary, B., Liu, X., Yerrick, R., Smith, E., & Grant, B. (2014). Examining science teachers' development of interdisciplinary science inquiry pedagogical knowledge and practices. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 865-884. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9405-0

Christensen, L. B., Johnson, R. B., & Turner, L. A. (2015). *Araştırma yöntemleri: desen ve analiz.* A. Aypay (Çev. Ed.). Anı Yayıncılık.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Second Edition. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope, 23*(6), 42-44. http://www.jstor.org/stable/43180086

Costes-Onishi, P., Baildon, M., & Aghazadeh, S. (2020). Moving inquiry-based learning forward: A meta-synthesis on inquiry-based classroom practices for pedagogical

innovation and school improvement in the humanities and arts. *Asia Pacific Journal of Education, 40*(4), 552-575. https://doi.org/10.1080/02188791.2020.1838883

Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics, 113*(5), 215-226. https://doi.org/10.1111/ssm.12023

Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory.* Harcourt Brace Jovanovich.

Croker, S., & Buchanan, H. (2011). Scientific reasoning in a real-world context: The effect of prior belief and outcome on children's hypothesis-testing strategies. *British Journal of Developmental Psychology, 29*(3), 409-424. https://doi.org/10.1348/026151010X496906

Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (3 basım). Celepler Matbaacılık.

Çepni, S. (2018). *Kuramdan uygulamaya stem eğitimi.* Pegem.

Çepni, S. (Ed.). (2019). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi.* (14. Baskı). Pegem A Yayıncılık.

Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1997). *Fizik öğretimi.* YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları.

Çepni, S., Özmen, H., & Ayvacı, H. Ş. (2016). Yaşam temelli ve beyin temelli öğrenme kuramları ve fen bilimleri öğretimindeki uygulamaları S. Çepni, (Ed.), *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi* içinde (ss.122-186). (13. Baskı). Pegem Akademi.

Çetinkaya, M., & Taş, E. (2016). *The effect of web-based conceptual teaching on environmental awareness of 7th graders.* Proceedings of MAC-ETL.

Çimentepe, E. (2019). *STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.

Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science, 39*(171), 74-85. http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/2142/651

Çökelez, A., & Çiftçi Yaşar, S. (2015). 6. Sınıf öğrencilerinin 'görüntü kavramı' ile ilgili kavramsal öğrenmelerinin incelenmesi. *Electronic Turkish Studies, 10*(14), 159-180. http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.8703

Dalgıç, A., & Çil, E. (2020). Disiplinlerarası öğretimin beşinci sınıf öğrencilerinin gölge konusundaki akademik başarıları üzerine etkilerinin incelenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi, 3*(2), 113-124. https://dergipark.org.tr/en/pub/fmgted/issue/56406/751282

Damar, A., Durmaz, C., & Önder, İ. (2018). Ortaokul öğrencilerinin fetemm uygulamalarına yönelik tutumları ve bu uygulamalara ilişkin görüşleri. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education, 1*(1), 47-65. https://dergipark.org.tr/en/pub/jmse/issue/35452/415256

Dare, E. A., Ellis, J. A., & Roehrig, G. H. (2018). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study. *International Journal of STEM Education, 5*(4), 1-19. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0101-z

Dementiy, L. I., & Grogoleva, O. Y. (2016). The structure of responsibility of preschool and primary school age children. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 233, 372-376. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.10.161

Demirci, N., & Ahçı, M. (2016). Işık ve optik konuları ile ilgili üniversite öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 10*(1), 142-181. https://doi.org/10.17522/nefefmed.39726

Desimone, L. M., & Pak, K. (2017). Instructional coaching as high-quality professional development. *Theory into Practice, 56*(1), 3-12. https://doi.org/10.1080/00405841.2016.1241947

Ding, L., Wei, X., & Mollohan, K. (2016). Does higher education improve student scientific reasoning skills?. *International Journal of Science and Mathematics Education, 14*(4), 619-634. https://doi.org/10.1007/s10763-014-9597-y

Djonko-Moore, C. M., Leonard, J., Holifield, Q., Bailey, E. B., & Almughyirah, S. M. (2018). Using culturally relevant experiential education to enhance urban children's

knowledge and engagement in science. *Journal of Experiential Education, 41*(2), 137-153. https://doi.org/10.1177/1053825917742164

Doğaç, E., & Gök, F. (2020). Yaparak yaşayarak öğrenme yönteminin 5. sınıf öğrencilerinin astronomiye karşı tutumlarına ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisi. *Türkiye Eğitim Dergisi, 5*(2), 285-301. https://dergipark.org.tr/en/pub/turkegitimdergisi/issue/55125/797812

Doğan, D. A., & Yüzügüllü, D. D. B. (2011). Renk seçiminde güncel teknolojik gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2011*(4), 65-72. https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunidfd/issue/2477/31695

Doğan, İ. (2019). *STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi.* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

Dostál, J. (2015). Theory of problem solving. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 2798-2805. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.970

Dönmez, F., & Azizoğlu, N. (2010). Meslek liselerindeki öğrencilerin bilimsel süreç beceri düzeylerinin incelenmesi: Balıkesir örneği. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 4*(2), 79-109. https://dergipark.org.tr/en/pub/balikesirnef/issue/3371/46528

Drummond, C., & Fischhoff, B. (2017). Development and validation of the scientific reasoning scale. *Journal of Behavioral Decision Making, 30*(1), 26-38. https://doi.org/10.1002/bdm.1906

Duda, H. J., Susilo, H., & Newcombe, P., (2019). Enhancing different ethnicity science process skills: Problem-based learning through practicum and authentic assessment. *International Journal of Instruction, 12*(1), 1207-1222. http://repository.persadakhatulistiwa.ac.id/id/eprint/96

Dufranc, G. I. M., García Terceño, E. M., Fridberg, M., Cronquist, B., & Redfors, A. (2020). Robotics and early-years STEM education: the botstem framework and activities. *European Journal of STEM Education, 5*(1), 01-13. https://doi.org/10.20897/ejsteme/7948

Duschl, R. A. (2012). The second dimension-crosscutting concepts. *The Science Teacher, 9*(2), 34-38. https://static.nsta.org/ngss/resources/201202_Framework-Duschl.pdf

Duygu, E. (2018). *Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM farkındalıklarına etkisi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.

Ekiz, D. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri.* Anı Yayıncılık.

Engelmann, K., Neuhaus, B. J., & Fischer, F. (2016). Fostering scientific reasoning in education meta-analytic evidence from intervention studies. *Educational Research and Evaluation, 22*(5-6), 333-349. https://doi.org/10.1080/13803611.2016.1240089

English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *English International Journal of STEM Education, 3*(3), 1-8. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1

Ermayanti, Anwar, Y., & Zein, D. (2019, February). Analyzing scientific reasoning skills of biology prospective teachers. *Journal of Physics: Conference Series, 1166*(1), 012002. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1166/1/012002

Ermiş, F., & Karaman, I. (2020). Learning colours of light reflected from pigments using coloured light. *Physics Education, 55*(4), 045001. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6552/ab7fc8

European Commission. (2011). *Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions youth opportunities ınitiative*. Brussels, Belgium. http://hdl.voced.edu.au/10707/196672

Eurydice, Forsthuber, B., Horvath, A., Almeida Coutinho, A. (2012). *Science education in Europe: national policies, practices and research.* Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2797/7170

Feher, E., & Meyer, K. R. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of research in Science Teaching, 29*(5), 505-520. https://doi.org/10.1002/tea.3660290506

Fetherstonhaugh, A. R. (1990). Misconceptions and light: A curriculum approach. *Research in Science Education, 20*, 105-113. https://doi.org/10.1007/BF02620485

FIBONACCI (2012). *Learning through inquiry*. https://fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/action_internationale/learning_through_inquiry.pdf

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. SAGE.

Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R., ... & Eberle, J. (2014). Scientific reasoning and argumentation: advancing an interdisciplinary research agenda in education. *Frontline Learning Research, 2*(3), 28-45. http://dx.doi.org/10.14786/flr.v2i3.96

Force, S. T. (2014). *Innovate: A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education.* Dublin, CA: Californians Dedicated to Education Foundation. http://glenpricegroup.com/sites/ehsccpresearch/wp-content/uploads/sites/3/2014/06/Revised-STEM-Task-Force-Draft-Report-040114mm3.docx

Furner, M.J., & Kumar, D.D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *EurasiaJournal of Mathematics, Science and Technology Education, 3*(3), 185-189. https://doi.org/10.12973/ejmste/75397

Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education, 22*(1), 57-88. https://doi.org/10.1080/095006900290000

García-Martínez, I., Gutiérrez Cáceres, R., Luque de La Rosa, A., & León, S. P. (2021). Analysing educational interventions with gifted students. *Systematic Review. Children, 8*(5), 365. https://doi.org/10.3390/children8050365

Garrido-González, J. J., Trillo-Alcalá, M., & Sánchez-Arroyo, A. J. (2018). Lights, camera, spectroscope! the basics of spectroscopy disclosed using a computer screen. *Journal of Chemical Education, 95*(5), 903-907. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00763

Gerke, A. G. (2017). *Interdisciplinary education in the elementary curriculum: Exploring teacher perceptions and practices.* Toronto üniversitesi.

Girot, A., Goy, N-A., Vilquin, A., & Delabre, U. (2020). Studying ray optics with a smartphone. *The Physics Teacher, 58*(2), 133-135. https://doi.org/10.1119/1.5144800

Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, 8*(2), 63-84. https://dergipark.org.tr/en/pub/baebd/issue/33149/347724

Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017a). Investigating the effect of STEM based laboratory activities on preservice science teacher's STEM awareness. *Journal of Human Sciences, 14*(4), 4275-4288. https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/5017

Graham, N. J., & Brouillette, L. (2016). Using arts integration to make science learning memorable in the upper elementary grades: a quasi-experimental study. *Journal for Learning through the Arts, 12*(1), 1-17. https://doi.org/10.21977/D912133442

Green, S., & Salkind, N. (2005). *Using SPSS for Windows and Macintosh: Understanding and analysing data.* NJ, PrenticeHall.

Gutherie, J. T., Wigfield, A., & VonSecker, C. (2000). Effects of integrated instruction on motivation and strategy use in reading. *Journal of Educational Psychology, 92*(2), 331-341. https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.2.331

Guzey, S., Moore, T. J., & Morse, G. (2016). Student interest in engineering design-based science. *School Science and Mathematics, 116*(8), 411-419. https://doi.org/10.1111/ssm.12198

Güldal, C. G., & Doğru, M. (2018). Modellemeye dayalı fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin fen kavramlarını günlük hayatla ilişkilendirmelerine ve fen kaygılarına etkisi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi, 5*(2), 187-211. https://dergipark.org.tr/en/pub/etad/issue/41884/448709

Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences, 13*(1), 602-620. https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/3447

Güneş, T., & Taştan Akdağ, F. (2016). Determination of perceptions of science high school students on energy and their levels of interdisciplinary association. *International Journal of Social Sciences and Education Research, 2*(2) , 625-635. https://doi.org/10.24289/ijsser.279072

Gürel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education, 11*(5), 989-1008. https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a

Güven, E., & Hamalosmanoglu, M. (2018). İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki çevre içerikli etkinliklerin disiplinler arası yaklaşım yönünden incelenmesi. *Journal of European Education, 2*(1). http://eu-journal.org/index.php/JEE/article/view/177

Güven, E., & Hamalosmanoğlu, M. (2012). İlköğretim 7. sınıf çevre eğitiminin disiplinler arası yaklaşım açısından incelenmesi. *Journal of European Education, 2*(2), 24-30. http://eu-journal.org/index.php/JEE/article/view/182

Güven, G., & Sülün, Y. (2018). Disiplinler arası öğretim yaklaşımının fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarına etkisinin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 12*(1), 249-281. https://doi.org/10.17522/balikesirnef.437753

Haagen-Schützenhöfer, C. (2017). Students' conceptions on white light and implications for teaching and learning about colour. *Physics Education, 52*(4), 044003. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6552/aa6d9c

Hallinen, J. (2023, May 26). *STEM.* Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/topic/STEM-education

Han, J. (2013). *Scientific reasoning: Research, development and assessment.* [Yayımlanmamış doktora tezi] The Ohio State University.

Haring, D., & Kelner, T. (2015). Why we got serious about interdisciplinary teaching. *Educational Leadership, 73*(4), 68-72. https://www.ascd.org/el/articles/why-we-got-serious-about-interdisciplinary-teaching

Harrell, P. E., Thompson, R., & Waid, J. (2022). Using inquiry-based learning to develop Earth science pedagogical content knowledge: impact of a long-term professional development program. *Research in Science & Technological Education*, 1-20. https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2052037

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade- 10 optics. *Journal of Research in Science Teaching, 30*(10), 1291-1307. https://doi.org/10.1002/tea.3660301010

Hartmann, S., zu Belzen, A. U., Krüger, D., & Pant, H. A. (2015). Scientific reasoning in higher education. *Zeitschrift für Psychologie,* 223, 47-53. https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000199

Helmane, I., & Briška, I. (2017). What is developing integrated or interdisciplinary or multidisciplinary or transdisciplinary education in school? *Signum Temporis, 9*(1), 7-15. DOI 10.1515/sigtem-2017-0010 http://archive.sciendo.com/SIGTEM/sigtem.2017.9.issue-1/sigtem-2017-0010/sigtem-2017-0010.pdf

Henderson, C., Connolly, M., Dolan, E. L., Finkelstein, N., Franklin, S., Malcom, S., ... & St. John, K. (2017). Towards the STEM DBER alliance: Why we need a discipline-based, STEM-education research community. *Journal of Geoscience Education, 65*(3), 215-218. https://doi.org/10.5408/1089-9995-65.3.215

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research.* National Academies Press.

Ibrahim, B., Ding, L., Mollohan, K. N., & Stammen, A. (2016). Scientific reasoning: theory evidence coordination in physics-based and non-physics-based tasks. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 20*(2), 93-105. https://hdl.handle.net/10520/EJC191942

İlhan, M. (2016). A comparison of the results of many-facet Rasch analyses based on crossed and judge pair designs. *Educational Sciences: Theory & Practice, 16*(2), 579-601. https://doi.org/10.12738/estp.2016.2.0390

İnançlı, E., & Timur, B. (2018). Fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi, 1*(1), 48-68. https://dergipark.org.tr/en/pub/ubed/issue/39599/438856

İzgi, S., & Kalaycı, S. (2020). The effect of the STEM approach based on the 5E model on academic achievement and scientific process skills: the transformation of electrical energy. *International Journal of Education Technology and Scientific Research, 5*(13), 1578-1628. https://ijetsar.com/DergiPdfDetay.aspx?ID=259

Jacobs, H. H. (1989). The growing need for interdisciplinary curriculum content. In H. H. Jacobs (Ed.), *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation* (ss.1-11). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Jacobs, H. H., & Borland, J. H. (1986). The interdisciplinary concept model: Theory and practice. *Gifted Child Quarterly, 30*(4), 159-163. https://doi.org/10.1177/001698628603000

Jensen, J. L., & Lawson, A. (2011). Effects of collaborative group composition and inquiry instruction on reasoning gains and achievement in undergraduate biology. *CBE-Life Sciences Education, 10*(1), 64-73. https://doi.org/10.1187/cbe.10-07-0089

Johan, A., Suyitno, A., & Sayekti, I. (2020). Enhancement of reasoning skills of 7th grade students using Malcolm's modeling based on KWL thinking strategy. *In Journal of Physics: Conference Series 1521*(3), 032074. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032074

Kaewkhong, K., Mazzolini, A., Emarat, N., & Arayathanitkul, K. (2010). Thai high-school students' misconceptions about and models of light refraction through a planar surface. *Physics Education, 45*(1), 97-107. http://iopscience.iop.org/0031-9120/45/1/012

Kamata, M., & Matsunaga, A. (2007). Optical experiments using mini-torches with red, green and blue light emitting diodes. *Physics Education*, 42, 572-578. https://iopscience.iop.org/0031-9120/42/6/002

Karabey, B., Koyunkaya, M. Y., Enginoglu, T., & Yurumezoglu, K. (2018). Discovering Complementary Colors from the Perspective of STEAM Education. *Physics Education, 53*(3), 1-10. 035001. https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa97bf

Karahan, E., & Canbazoğlu-Bilici, S. (2014). Fen teknoloji mühendislik ve matematik (fetemm) eğitimi. Ö. Keleş (Eds.), *Uygulamalı etkinliklerle fen eğitiminde yeni yaklaşımlar* (s.95). Pegem.

Karahan, E., Bilici, S. C., & Ünal, A. (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal of Educational Research, 15*(60), 221-240. https://doi.org/10.14689/ejer.2015.60.15

Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G., & Yılmaz, M. (2019). İlkokul öğrencilerinin stem etkinlikleri hakkında görüşlerinin belirlenmesi: 4. sınıf örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 2019*(13), 1-14. https://doi.org/10.46778/goputeb.592351

Karakaya, İ. (Ed.). (2022). *Açık uçlu soruların hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi.* Pegem Akademi.

Karapınar, A. (2016). *Sorgulamaya dayalı öğrenme ortamının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, sorgulama becerileri ve bilimsel düşünme yetenekleri üzerindeki etkisi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Celal Bayar Üniversitesi.

Karapınar, A., & Ören, F. Ş. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin belirlenerek cinsiyet ve sınıf düzeyi bakımından incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, (4), 368-385. https://dergipark.org.tr/en/pub/inesj/issue/40013/475719

Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemi* (25. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım.

Karpudewan, M., & Roth, W. M. (2018). Changes in primary students' informal reasoning during an environment-related curriculum on socio-scientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 401-419. https://doi.org/10.1007/s10763-016-9787-x

Karpuz, S. (2023). *Ortaokul 7. sınıf ve 8. sınıf fen bilimleri ders kitaplarında ve öğretim programında yer alan fizik konularının bilimsel süreç becerileri yönünden içerik analizi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Kavak, T. (2019). *STEM uygulamalarının 4. sınıf öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına, bilimsel süreç ve problem çözme becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi.

Kaya, G., & Yılmaz, S. (2016). Açık sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin başarısına ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31*(2), 300-318.

Kayacan, K., & Selvi, M. (2017). Öz düzenleme faaliyetleri ile zenginleştirilmiş araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim stratejisinin kavramsal anlamaya ve akademik öz yeterliğe etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 25*(5), 1771-1786. https://dergipark.org.tr/en/pub/kefdergi/issue/31226/342736

Keleş, E., & Demirel, P. (2010). A study towards correcting student misconceptions related to the color issue in light unit with POE technique. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2*(2), 3134-3139. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.477

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(1), 1-11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Kılıç, S. (2014). Etki büyüklüğü. *Journal of Mood Disorders, 4*(1), 44-6. https://doi.org/10.5455/jmood.20140228012836

Kim, D. H., Ko, D. G., Han, M. J., & Hong, S. H. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education, 34*(1), 43-54. https://doi.org/10.14697/jkase.2014.34.1.1.00043

Kim, G-S., & Choi, S. Y. (2012). The effects of the creative problem solving ability and scientific attitude through the science-based STEAM program in the elementary gifted students. *Journal of Korean Elementary Science Education, 31*(2), 216-226.

Kim, M. (2016). Children's reasoning as collective social action through problem solving in grade 2/3 science classrooms. *International Journal of Science Education, 38*(1), 51-72. http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1125559

Kim, M., & Pegg, J. (2019). Case analysis of children's reasoning in problem-solving process. *International Journal of Science Education, 41*(6), 739-758. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1579391

Kim, S.-W. & Lee, Y. (2022). Developing students' attitudes toward convergence and creative problem solving through multidisciplinary education in Korea. *Sustainability*, 14, 9929, 1-19. https://doi.org/10.3390/su14169929

Klaassen, R. G. (2018). Interdisciplinary education: a case study. *European Journal of Engineering Education, 43*(6), 842-859. https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1442417

Klein, J.T. (2017). Typologies of ınterdisciplinarity: the boundary work of definition, In R. Frodeman, J.T. Klein, & R.C.S. Pacheco (Eds.), *The oxford handbook of interdisciplinarity*, second edition, Oxford University Press. http://refhub.elsevier.com/S2214-6296(20)30355-8/h0910

Kloser, M., Wilsey, M., Twohy, K. E., Immonen, A. D., & Navotas, A. C. (2018). "We do STEM": Unsettled conceptions of STEM education in middle school STEM classrooms. *School Science and Mathematics, 118*(8), 335-347. https://doi.org/10.1111/ssm.12304

Kocagül, S. M., & Çoban, Ü. G. (2018). Fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarına yönelik akıl yürütme becerileri testi'nin geliştirilmesi. *İlköğretim Online (elektronik)*. https://gcris.pau.edu.tr/handle/11499/44209

Kocakülah, A., & Demirci, N. (2010). Ortaöğretim öğrencilerinin görüntü ve düzlem aynada görüntü oluşumuna ilişkin kavramsal anlamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 4*(1), 141-162. https://dergipark.org.tr/en/pub/balikesirnef/issue/3370/46523

Kocakülah, A., & Turan, A. (2019). Kavramsal değişim yaklaşımı ile ısı sıcaklık konusu öğretiminin beşinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* (35), 1-17. https://doi.org/10.30794/pausbed.438032

Koenig, K., Schen, M., & Bao, L. (2012). Explicitly targeting pre-service teacher scientific reasoning abilities and understanding of nature of science through an introductory science course. *Science Educator, 21*(2), 1-9. https://static.nsta.org/connections/college/201307Koenig.pdf

Koerber, S., Mayer, D., Osterhaus, C., Schwippert, K., & Sodian, B. (2015). The development of scientific thinking in elementary school: a comprehensive inventory. *Child Development, 86*(1), 327-336. https://doi.org/10.1111/cdev.12298

Köngül, Ö., & Yıldırım, M. (2021). Effects of STEM applications on the scientific process skills and performance of secondary school students. *Journal of Human Sciences, 18*(2), 159-184. https://doi.org/10.14687/jhs.v18i2.6066

Kramer, M., Olson, D., & Walker, J. D. (2018). Design and assessment of online, interactive tutorials that teach science process skills. *CBE-Life Sciences Education, 17*(19), 1-11. https://doi.org/10.1187/cbe.17-06-0109

Kraska-Miller, M. (2013). *Nonparametric statistics for social and behavioral sciences.* Chapman and Hall/CRC

Krell, M., Dawborn-Gundlach, M., & van Driel, J. (2020). Scientific reasoning competencies in science teaching. *Teaching Science, 66*(2), 32-42. https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.412142709886578

Kuhn, D. (2004). What is scientific thinking and how does it develop? In U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 371-393). MA: Blackwell.

Kurtuluş, A., Akçay, A., & Karahan, E. (2017). Ortaokul matematik derslerinde STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 6*(4), 354-360. http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/40.aytac_kurtulus.pdf

Kutch, M. (2011). *Integrating science and mathematics instruction in a middle school STEM course: The impact on attitudes, career aspirations and academic achievement in science and mathematics*. Wilmington University (Delaware).

Küçükaydın, M. A. (2020). Fen eğitiminde kavram öğretimi konulu araştırmaların sistematik derleme yöntemiyle incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi, 21*(2), 36-56. https://doi.org/10.12984/egeefd.746326

Küçük-Demir, B., & Düzen, Ü. (2022). Investigation of the effects of mathematics-centered stem activities on students' creative thinking skills and student opinions. *Journal of Gifted Education and Creativity, 9*(1), 25-42. https://dergipark.org.tr/en/pub/jgedc/issue/68496/1059066

Lamb, R., Akmal, T., & Petrie, K. (2015). Development of a cognition- priming model describing learning in a STEM classroom. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(3), 410-437. https://doi.org/10.1002/tea.21200

Lancor, R. A. (2014). Using student-generated analogies to investigate conceptions of energy: A multidisciplinary study. *International Journal of Science Education, 36*(1), 1-23. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.714512

Larrain, A., Moreno, C., Grau, V., Freire, P., Salvat, I., López, P., & Silva, M. (2017). Curriculum materials support teachers in the promotion of argumentation in science teaching: A case study. *Teaching and Teacher Education,* 67, 522-537. https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.07.018

Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(3), 307-338. https://doi.org/10.1007/s10763-004-3224-2

Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research, 86*(3), 681-718. https://doi.org/10.3102/00346543156273

Lazonder, A. W., Janssen, N., Gijlers, H., & Walraven, A. (2021). Patterns of development in children's scientific reasoning: results from a three-year longitudinal study. *Journal of Cognition and Development, 22*(1), 108-124. https://doi.org/10.1080/15248372.2020.1814293

Lazonder, A.W., & Janssen, N. (2021). Development and initial validation of a performance-based scientific reasoning test for children. *Studies in Educational Evaluation*, 68, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100951

Lederman, N. G., & Niess, M. L. (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics?. *School science and Mathematics, 97*(2), 57-58.

Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *Online Submission, 1*(3), 138-147. https://www.ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/19/19

Lestari, T. P., Sarwi, S., & Sumarti, S. S. (2018). STEM-based project based learning model to increase science process and creative thinking skills of 5th grade. *Journal of Primary Education, 7*(1), 18-24. https://doi.org/10.15294/jpe.v7i1.21382

Linacre, J. M. (2012). *Winsteps rasch tutorials.* https://www.winsteps.com/tutorials.html

Ludwig, M., Marklein, M. B., & Song, M. (2016). Sanat entegrasyonu: Erken öğrenmeyi geliştirmek için umut verici bir yaklaşım. *Amerikan Araştırma Enstitüleri, 5*, 1-14. http://simplifymy.s3.amazonaws.com/c%2Ftitlei%2Fsched%2Ffiles%2Fhandouts%2FAIR%20Brief_A%20Promising%20Approach%20to%20Improving%20Early%20Learning_Feb%2016_FINAL.pdf

Luo, M., Wang, Z., Sun, D., Wan, Z. H., & Zhu, L. (2020). Evaluating scientific reasoning ability: the design and validation of an assessment with a focus on reasoning and the use of evidence. *Journal of Baltic Science Education, 19*(2), 261-275. https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.261

Luo, T., Arcaute, K., & Muljana, P. S. (2022). Integrating inquiry-based learning into engineering education: A case study. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-12. https://doi.org/10.1080/14703297.2022.2130393

MacIsaac, D. (2016). Developing a national STEM workforce strategy: A workshop summary. *The Physics Teacher, 54*(5), 318-318. https://doi.org/10.1119/1.4947174

Malisorn, K., Wicharn, S., Plaipichit, S., Pipatpanukul, C., Houngkamhang, N., & Puttharugsa, C. (2020). Demonstration of light absorption and light scattering using smartphones. *Physics Education, 55*(1), 015012. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6552/ab51ea

Marczyk, G., Dematteo, D., & Festinger, D. (2005). *Essentials of research design and methodology.* John Wiley & Sons

Martin, D. J. (1997). *Elementary science methods, a constructivist approach.* Delmar Publisher.

Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S., & Schwippert, K. (2014). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment and relations with cognitive abilities. *Learning and Instruction*, 29, 43-55. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.005

Mayer, R. E. (2016). The role of metacognition in STEM games and simulations. In F. Harold (Eds.) *Using games and simulations for teaching and assessment* (pp. 207-229). Routledge.

McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., Kendall-Taylor, N., & Levine, M. H. (2017). STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood. In *Joan Ganz Cooney center at sesame workshop.* NY 10023. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED574402.pdf

McLure, F.I., Koul, R.B., & Fraser, B.J. (2022). Gender differences among students undertaking iSTEM projects in multidisciplinary vs unidisciplinary STEM classrooms in

government vs nongovermnment schools: Classroom emotional climate and attitudes. *Learning Environments Research*, 25, 917-937. https://doi.org/10.1007/s10984-021-09392-9

Mecklenbräuker, S., Steffens, M. C., Jelenec, P., & Goergens, N. K. (2011). Interactive context integration in children? Evidence from an action memory study. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*(4), 747-761. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.12.002

Michelsen, C. (2015). Mathematical modeling is also physics interdisciplinary teaching between mathematics and physics in Danish upper secondary education. *Physics Education*, 50, 489-494. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/50/4/489/pdf

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı.* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).* Milli Eğitim Bakanlığı. http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325

Milliken, A., Ludlow, L., DeSanto-Madeya, S., & Grace, P. (2018). The development and psychometric validation of the ethical awareness scale. *Research Methodology: Instrument Development,* 74, 2005-2016. https://doi.org/10.1111/jan.13688

Monson, D., & Besser, D. (2015). Smashing Milk Cartons. *Science and Children, 52*(9), 38-43.

Moore, T. J., Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Guzey, S. S. (2016). The need for a STEM road map. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *Stem road map: A framework for integrated STEM education.* New York, NY: Routledge.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H.-H., Tank, K. M., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Research into practice.* Sense Publishers.

Moore, T.J., Johnston, A.C., & Glancy, A.W. (2020). STEM integration: A synthesis of conceptual frameworks and definitions. In C.C. Johnson, M.J. Mohr-Schroeder, T.J. Moore, and L.D. English (Eds.), *Handbook of Research on STEM Education* (pp. 3-16). Routledge.

Morgan, G. A., Leech, N. L., Gloeckner, G. W., & Barrett, K. C. (2004). *SPSS for introductory statistics: Use and interpretation.* Psychology Press.

Mousoulides, N.G. (2013). Facilitating parental engagement in school mathematics and science through inquiry-based learning: an examination of teachers' and parents' beliefs. *ZDM Mathematics Education*, 45, 863-874. https://doi.org/10.1007/s11858-013-0524-4

Mushani, M. (2021). Science process skills in science education of developed and developing countries: literature review. *Unnes Science Education Journal, 10*(1), 12-17. http://dx.doi.org/10.15294/usej.v10i1.42153

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2022). *Science and engineering in preschool through elementary grades: the brilliance of children and the strengths of educators.* The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/26215

National Academy of Engineering & National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research.* The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18612

National Research Council (NRC). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research.* Washington DC: National Academy of Science.

National Research Council [NRC]. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning.* The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/9596.

National Research Council NRC. (1996). *National science education standards. national committee for science education standards and assessment.* National Academy Press.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas.* National Academies Press.

Ndihokubwayo, K., Uwamahoro, J., Ndayambaje, I., & Ralph, M. (2020). Light phenomena conceptual assessment: an inventory tool for teachers. *Physics Education, 55*(3), 1-9. 035009. https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab6f20

NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states.* http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards

Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations.* Routledge. https://www.learntechlib.org/p/43512/article_43512.pdf

Ocak, G. (2019). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri.* Pegem Akademi Yayıncılık.

Oğuz-Ünver, A. (2015). Bilimin doğası ve bilimsel sorgulama ilişkisi. N. Yenice (Ed.). *Bilimin doğasının gelişimi ve öğretimi* (s. 217-256) içinde. Anı Yayıncılık.

Oliver, M., McConney, A., & Woods-McConney, A. (2021). The efficacy of inquiry-based instruction in science: A comparative analysis of six countries using PISA 2015. *Research in Science Education, 51*(2), 595-616. https://doi.org/10.1007/s11165-019-09901-0

Opulencia, L.M. (2011). *Correlates of science achievement among grade-vı pupils ın selected elementary schools san francisco district, division of san pablo city.* Laguna State Polytechnic University.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2014). *PISA 2012 results: Creative problem solving: Students' skills in tackling real-life problems (Volume V).* http://hdl.voced.edu.au/10707/310373.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *Best practice principles for improving regulatory enforcement and inspections.*

Osman, K., & Vebrianto, R. (2013). Fostering science process skills and improving achievement through the use of multiple media. *Journal of Baltic Science Education, 12*(2), 191-204. https://www.proquest.com/scholarly-journals/fostering-science-process-skills-improving/docview/2343720574/se-2

Osterhaus, C., Koerber, S., & Sodian, B. (2020). The Science-P Reasoning Inventory (SPR-I): measuring emerging scientific-reasoning skills in primary school. *International Journal of Science Education, 42*(7), 1087-1107. https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1748251

Öner, G., & Özdem Yılmaz, Y. (2019). Ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları ile STEM'e yönelik algı ve tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 8*(3), 837-861. http://cije.cumhuriyet.edu.tr/en/pub/issue/48894/574134

Özaydınlı Tanrıverdi, B., & Kılıç, C. (2019). Disiplinlerarası yaklaşıma ilişkin ortaöğretim öğretmenlerinin görüşleri ve ders uygulamaları. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 52*(2), 301-330. https://doi.org/10.30964/auebfd.446969

Özdamar, K. (2016). *Eğitim, sağlık ve davranış bilimlerinde ölçek ve test geliştirme yapısal eşitlik modellemesi: IBM SPSS, IBM SPSS AMOS ve MINITAB uygulamalı* (1. Baskı). Nisan Kitabevi.

Özden, B., & Yenice, N. (2017). "Kuvvet ve enerji" ünitesine yönelik üç aşamalı kavramsal anlama testi geliştirme çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 11*(2), 432-463. https://doi.org/10.17522/balikesirnef.373421

Özdeniz, Y., Aktamış, H., & Bildiren, A. (2023). The effect of differentiated science module application on the scientific reasoning and scientific process skills of gifted students in a blended learning environment. *International Journal of Science Education, 45*(10), 827-849. https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2175627

Özgen, K. (2019). Öğretmen adaylarının matematiği farklı disiplinler ile ilişkilendirme etkinlikleri tasarlama becerileri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20*(1), 101-118. https://doi.org/10.17679/inuefd.363984

Özhamamcı, T. (2013). *İlkokul ve ortaokul öğretim programlarındaki disiplinlerarası öğretim uygulamalarına yönelik öğretmen görüşleri.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.

Öztaş Cin, M., & Yürümezoğlu, K. (2020). A suggested activity to develop integrated skills and a love of nature in children. *Science Activities, 57*(2), 58-66. https://doi.org/10.1080/00368121.2020.1782313

Park, M., & Liu, X. (2016). Assessing understanding of the energy concept in different science disciplines. *Science Education, 100*(3), 483-516. https://doi.org/10.1002/sce.21211

Pearson, G. (2017) National academies piece on integrated STEM. *The Journal of Educational Research, 110*(3), 224-226. https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289781

Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002

Planinsic, G., & Etkina, E. (2019). Framework for using modern devices in introductory physics courses. *European Journal of Physics, 40*(6), 1-13. 065702. https://doi.org/10.1088/1361-6404/ab3e26

Podsakoff, P. M., & Podsakoff, N. P. (2019). Experimental designs in management and leadership research: Strengths, limitations, and recommendations for improving publishability. *The Leadership Quarterly, 30*(1), 11-33. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2018.11.002

Poggi, V., Cristina, M., & Testa, I. (2017). Teaching about energy using an integrated science approach. *Physics Education, 52*(1), 015018. https://doi.org/10.1088/1361-6552/52/1/015018

Pollen Project (2009). *Designing and implementing inquiry-based science units for primary education. European Commission FP-6-Society*. Grant Number: 518399. https://www.fondationlamap.org/sites/default/files/upload/media/Guide_Designing%20and%20implementing%20IBSE_final_light.pdf

PRI-SCI-NET (2016). *Networking Primary Science Educators as a means to provide training and professional development in Inquiry Based Teaching project final report.* https://cordis.europa.eu/project/id/266647/reporting

Raftopoulos, A., Kalyfommatou, N.G., & Constantinou, C.P. (2005). The properties and the nature of light: the study of newton's work and the teaching of optics. *Science & Education,* 14, 649-673. https://doi.org/10.1007/s11191-004-5609-6

Reeves, S., Lewin, S., Espin, S., & Zwarenstein, M. (2011). *Interprofessional teamwork for health and social care.* John Wiley & Sons.

Reith, M., & Nehring, A. (2020). Scientific reasoning and views on the nature of scientific inquiry: Testing a new framework to understand and model epistemic cognition in science. *International Journal of Science Education, 42*(16), 2716-2741. https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1834168

Repko, A. F., Szostak, R., & Buchberger, M. P. (2013). *Introduction to ınterdisciplinary studies.* Sage. https://studysites.uk.sagepub.com/repkointrois/study/chapter.html

Ring, E. F. J. (2004). The historical development of thermal imaging in medicine. *Rheumatology, 43*(6), 800-802. https://doi.org/10.1093/rheumatology/keg009

Ríordáin, M. N., Johnston, J., & Walshe, G. (2016). Making mathematics and science integration happen: Key aspects of practice. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 47*(2), 233-255. https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1078001

Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M., & Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education, 25*(1), 181–195. https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e186eca7bc20901d0be8ab2afc78b405b7a15cf6

Roberts, P., & Kellough, R. D. (2000). *A guide for developing interdisciplinary thematic units.* Pearson Merrill Prentice Hall.

Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G., & Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics, 25*(3), 189-213. https://doi.org/10.1177/1932202X14533799

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 3*(1), 1-18. https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y

Rosi, T., Malgieri, M., Onorato, P., & Oss, S. (2016). What are we looking at when we say magenta? Quantitative measurements of RGB and CMYK colours with a homemade spectrophotometer. *European Journal of Physics, 37*(6), 1-14. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0143-0807/37/6/065301/meta

Rosi, T., Malgieri, M., Onorato, P., De Ambrosis, A., & Oss, S. (2017). Studying colours with a smartphone. *Il Nuovo Cımento 40*(2) 1-9.https://www.sif.it/riviste/sif/ncc/econtents/2017/040/02/article/21

Russell, B. (2019). *Bilimsel bakış.* Say Yayınları.

Saat, M. R. (2004). The acquisition of integrated science process skills in a web-based learning environment. *Research in Science & Technological Education, 22*(1), 23-40. https://doi.org/10.1080/0263514042000187520

Sadeh, I., & Zion, M. (2009). The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: A comparison to guided inquiry setting. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(10), 1137-1160. https://doi.org/10.1002/tea.20310

Sağdıç, M. (2019). Türkiye'de sosyal bilgiler eğitiminde disiplinlerarası öğretim yaklaşımının tarihsel gelişimi. *Journal of History Culture and Art Research, 8*(2), 390-403. https://doi.org/10.7596/taksad.v8i2.2121

Sak, M., & Gürel, D. K. (2019). Ortaokul öğrencilerinin ışık konusundaki bağlam temelli sorular ile geleneksel soruları cevaplama durumlarının geliştirilen başarı testleri ile karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39*(2), 655-679. https://doi.org/10.17152/gefad.448136

Sangsa-ard, R., Thathong, K., & Chapoo, S. (2014). Examining grade 9 students' conceptions of the nature of science. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 116, 382-388. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.226

Schaal, S., Bogner, F. X., & Girwidz, R. (2010). Concept mapping assessment of media assisted learning in interdisciplinary science education. *Research in Science Education,* 40, 339-352. https://doi.org/10.1007/s11165-009-9123-3

Schiefer, J., Golle, J., Tibus, M., Trautwein, U., & Oschatz, K. (2017). Elementary school children's understanding of science: The implementation of an extracurricular science intervention. *Contemporary Educational Psychology,* 51, 447-463. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.09.011

Schlatter, E., Lazonder, A.W., Molenaar, I., & Janssen, N. (2021). Individual differences in children's scientific reasoning. *Education Sciences, 11*(9), 471. https://doi.org/10.3390/educsci11090471

Schlatter, E., Molenaar, I., & Lazonder, A. W. (2022). Adapting scientific reasoning instruction to children's needs: effects on learning processes and learning outcomes. *International Journal of Science Education, 44*(17), 2589-2612. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2140019

Schnittka, C., & Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education, 33*(13), 1861-1887. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.529177

Schulze, T., Quast, G., Bergmann, A., & Dengler, R. (2020). An approach to a physical understanding of color mixing. *The Physics Teacher, 58*(6), 388-391. https://doi.org/10.1119/10.0001833

Schwalbach, E. M., & Dosemagen, D. M. (2000). Developing student understanding: Contextualizing calculus concepts. *School Science and Mathematics, 100*(2), 90-98. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2000.tb17241.x

Sgro, C.M., Bobowski, T., & Oliveira, A.W. (2020). Current praxis and conceptualization of stem education: a call for greater clarity in integrated curriculum development. In V. L. Akerson, & G.A. Buck (Eds.), *Critical questions in stem education: vol 51. Contemporary trends and ıssues in science education* (pp. 185-210). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57646-2_11

Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education, 4*(13), 11-16. https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1

Sholahuddin, A., Yuanita, L., Supardi, Z. I., & Prahani, B. K. (2020). Applying the cognitive style-based learning strategy in elementary schools to improve students' science process skills. *Journal of Turkish Science Education, 17*(2), 289-301. https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/977/624

Sitepu, A. S. M. B., Sinulingga, K., & Ginting, E. M. (2021, March). Development of guided inquiry-based instructional materials to improve students' science process skills. In *Journal of Physics: Conference Series, 1811*(1), 012099. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1811/1/012099

Sondergeld, T.A., & Johnson, C.C. (2014). Using rasch measurement for the development and use of affective assessments in science education research. *Science Education, 98,* 581-613. https://doi.org/10.1002/sce.21118

Song, G., & Wang, Z. (2021). Factors influencing middle school students' interdisciplinary competence in science education. *Journal of Research in Science Teaching, 58*(7), 1041-1072. https://doi.org/10.1002/tea.21692

Sönmez, V., & Alacapınar, F. G. (2019). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri.* Anı Yayıncılık.

Srisawasdi, N., & Kroothkeaw, S. (2014). Supporting students' conceptual development of light refraction by simulation-based open inquiry with dual-situated learning model. *Journal of Computers in Education,* 1, 49-79. https://doi.org/10.1007/s40692-014-0005-y

Stender, A., Schwichow, M., Zimmerman, C., & Härtig, H. (2018). Making inquiry-based science learning visible: the influence of CVS and cognitive skills on content knowledge learning in guided inquiry. *International Journal of Science Education, 40*(15), 1812-1831. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1504346

Stockard, J., Wood, T. W., Coughlin, C., & Rasplica Khoury, C. (2018). The effectiveness of direct instruction curricula: A meta-analysis of a half century of research. *Review of educational research, 88*(4), 479-507. https://doi.org/10.3102/0034654317751919

Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice?. *International Journal of Science Education, 41*(10), 1387-1407. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983

Sun, W., & Wang, J. (2019). Demonstration for additive colors by defocus blur. *The Physics Teacher, 57*(7), 498-499. https://doi.org/10.1119/1.5126836

Şahin Akyüz, S., & Çil, E. (2013). Işığın ana ve ara renklerinin modelle öğretimi. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi, 3*(1), 1-11. https://www.ated.info.tr/ojs-3.2.1-3/index.php/ated/article/view/73

Şahin, A., Ayar, M.C. & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14*(1), 1-26. https:// doi.org/10.12738/estp.2014.1.1876

Şahin, F., Göcük, A., & Sevgi, Y. (2018). Fizik, kimya, biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının disiplinlerarası ilişki kurma düzeylerinin incelenmesi: kan basıncı. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 6*(1), 73-95. https://dergipark.org.tr/en/pub/fbod/issue/71989/1158017

Şentürk, F. K. (2017). *FeTeMM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşleri.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

Şık, N. Ü. (2019). *Bilimin doğası unsurlarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretimi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

Şimşek, F., & Hamzaoğlu, E. (2020). Okul dışı gerçekleştirilen proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ortaokul öğrencilerine etkisinin araştırılması. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *18*(Armağan Sayısı), 395-424. https://doi.org/10.18026/cbayarsos.689423

Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th Ed.). Allyn & Bacon.

Tabaru, G. (2017). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temelli etkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.

Taber, K. S. (2008). Exploring conceptual integration in student thinking: Evidence from a case study. *International Journal of Science Education*, *30*(14), 1915-1943. https://doi.org/10.1080/09500690701589404

Tan, M., & Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13*(13), 89-101. https://dergipark.org.tr/en/pub/pauefd/issue/11130/133117

Tank, K. M., Rynearson, A. M., & Moore, T. J. (2018). Examining student and teacher talk within engineering design in kindergarten. *European Journal of STEM Education*, *3*(3), 10. https://doi.org/10.20897/ejsteme/3870

TDK. (2023). *Kavram nedir?*. https://sozluk.gov.tr/

TDK. (2023). *Renk nedir?*. https://sozluk.gov.tr/

Tekerek, B., & Cebesoy, Ü.B. (2017). 8. Sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ünitesindeki çizgi grafiği ile ilgili zorlukları üzerine disiplinlerarası bir çalışma. *Necatibey Eğitim Fakültesi*

Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 11(2), 307-332. https://doi.org/10.17522/balikesirnef.373406

Thaiposri, P., & Wannapiroon, P. (2015). Enhancing students' critical thinking skills through teaching and learning by inquiry-based learning activities using social network and cloud computing. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 174, 2137-2144. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.013

Timur, B., Timur, S., Özdemir, M., & Şen, C. (2016). Challenges encountered in the teaching of units in the primary science course curriculum solution and recommendation. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, 12*(2), 389-402. https://dergipark.org.tr/en/pub/eku/issue/26698/280869

Tiryaki, A., Yaman, Y., & Çakıroğlu, Ö. (2021). Özel yeteneklilerde STEM uygulamaları: tutum ve yaratıcılık üzerine nitel bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi,* (43), 1-24. https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.829745

Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14*(4), 1383-1395. https://doi.org/10.29333/ejmste/83676

Tortop, H., Bezir, N., Uzunkavak, M., & Özek, N. (2007). Dalgalar laboratuvarında, kavram yanılgılarını belirlemek için V-diyagramlarının kullanımı ve derse karşı geliştirilen tutuma olan etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11*(2), 110-115. https://dergipark.org.tr/en/pub/sdufenbed/issue/20783/221802

Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education, 10*(2), 159-169. https://doi.org/10.1080/0950069880100204

Turna, Ö., & Bolat, M. (2015). Eğitimde disiplinlerarası yaklaşımın kullanıldığı tezlerin analizi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34*(1), 35-55. https://dergipark.org.tr/en/pub/omuefd/issue/20280/214920

Turna, Ö., Bolat, M., & Keskin, S. (2012, Haziran 27-30). *Disiplinlerarası yaklaşım: müzik, fizik, matematik örneği* [Sunulan bildiri]. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde, Türkiye.

Türk Dil Kurumu (2023). *Türk Dil Kurumu sözlükleri.* 10 Temmuz 2023 tarihinde https://sozluk.gov.tr/ adresinden edinilmiştir.

Tüysüz, M., Öztürk, G. Geban, O., & Bektaş, O. (2018). In-service and pre-service science teachers' views regarding conceptual integration of physics, chemistry, and biology disciplines. *International Online Journal of Educational Sciences, 10*(2), 130-145. https://doi.org/10.15345/iojes.2018.02.009

Tytler, R., Mulligan, J., Prain, V., White, P., Xu, L., Kirk, M., Nielsen, C., & Speldewinde, C. (2021). An interdisciplinary approach to primary school mathematics and science learning. *International Journal of Science Education, 43*(12), 1926-1949. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1946727

Uyanık Balat, G., & Günşen, G. (2017). Okul öncesi dönemde STEM yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5*(42), 337-348.

Uysal, M. G., & Sarıoğlan, A. B. (2020). The effect of technology integrated inquiry based learning approach to middle school students' conceptual understanding: Example of solar eclipse. *Balıkesir University The Journal of Social Sciences Institute, 23*(44), 863-85. https://doi.org/10.31795/baunsobed.700943

Uzoğlu, M., Yıldız, A., Demir, Y., & Büyükkasap, E. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışıkla ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesinde kavram karikatürlerinin ve açık uçlu soruların etkililiklerinin karşılaştırılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 14*(1), 367-388. https://dergipark.org.tr/en/pub/kefad/issue/59473/854654

Uzoğlu, M., Yıldız, A., Demir, Y., & Büyükkasap, E. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışıkla ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesinde kavram karikatürlerinin ve açık uçlu soruların etkililiklerinin karşılaştırılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 14*(1), 367-388. https://dergipark.org.tr/en/pub/kefad/issue/59473/854654

Ünal Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği.* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi.

Valanides, N., & Angeli, C. (2008). Distributed cognition in a sixth-grade classroom: An attempt to overcome alternative conceptions about light and color. *Journal of Research on Technology in Education, 40*(3), 309-336. https://doi.org/10.1080/15391523.2008.10782510

van der Graaf, J., van de Sande, E., Gijsel, M., & Segers, E. (2019). A combined approach to strengthen children's scientific thinking: direct instruction on scientific reasoning and training of teacher's verbal support. *International Journal of Science Education, 41*(9), 1119-1138. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1594442

Van Vo, D., & Csapó, B. (2021). Development of scientifc reasoning test measuring control of variables strategy in physics for high school students: Evidence of validity and latent predictors of item difculty. *International Journal of Science Education, 43*(13), 2185-2205. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1957515

Van Vo, D., & Csapó, B. (2023). Exploring inductive reasoning, scientific reasoning and science motivation, and their role in predicting stem achievement across grade levels. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-24. https://doi.org/10.1007/s10763-022-10349-4

Varela, P., & Costa, M. F. (2015, April). Explore the concept of "light" and its interaction with matter: an inquiry-based science education project in primary school. *Journal of Physics: Conference Series, 605*(1), 012041. https://doi.org/10.1088/1742-6596/605/1/012041

Vasquez, J. A. (2015). STEM-Beyond the Acronym. *Educational Leadership, 72*(4), 10-15.

Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: integrating science, technology, engineering, and mathematics.* NH: Heinemann.

Veale, C. G., Jeena, V., & Sithebe, S. (2020). Prioritizing the development of experimental skills and scientific reasoning: a model for authentic evaluation of laboratory performance in large organic chemistry classes. *Journal of Chemical Education, 97*(3), 675-680. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00703

Veneziano L., & Hooper J. (1997). A method for quantifying content validity of health-related questionnaires. *American Journal of Health Behavior, 21*(1), 67-72.

Vong, S. A., & Kaewurai, W. (2017). Instructional model development to enhance critical thinking and critical thinking teaching ability of trainee students at regional teaching training center in Takeo province, Cambodia. *Kasetsart Journal of Social Sciences, 38*(1), 88-95. https://doi.org/10.1016/j.kjss.2016.05.002

Wang, H. (2012). *A New era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration.* (Doctoral dissertation). https://hdl.handle.net/11299/120980

Wang, H. H., & Knobloch, N. A. (2018). Levels of STEM integration through agriculture, food, and natural resources. *Journal of Agricultural Education, 59*(3), 258-277. https://doi.org/10.5032/jae.2018.03258

Wang, Z., & Song, G. (2021). Towards an assessment of students' interdisciplinary competence in middle school science. *International Journal of Science Education, 43*(5), 693-716, https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1877849

Wargo, B. M. (2022). Science conferences: A pathway for enacting the NGSS. *The Physics Teacher 60*(1), 25-27. https://doi.org/10.1119/10.0009103

Wild, T. A., Hilson, M. P., & Hobson, S. M. (2013). The conceptual understanding of sound by students with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness, 107*(2), 107-116. https://doi.org/10.1177/0145482X1310700204

Wilkerson, J.R., & Lang, W.S. (2007). *Assessing teacher competency: five standards-based steps to valid measurement using the caats model.* Sage.

Woolley, J. S., Deal, A. M., Green, J., Hathenbruck, F., Kurtz, S. A., Park, T. K., ... & Jensen, J. L. (2018). Undergraduate students demonstrate common false scientific reasoning strategies. *Thinking Skills and Creativity,* 27, 101-113. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.12.004

Xu, L., Prain, V., & Speldewinde, C. (2021). Challenges in designing and assessing student interdisciplinary learning of optics using a representation construction approach. *International Journal of Science Education, 43*(6), 844-867. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1889070

Yalçın, M. (2013). Biyoloji dersinde disiplinlerarası çalışmaların öğrenme üzerine etkilerinin incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 2*(3), 117-122. http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/15.yalcin.pdf

Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34*(2), 249-265. https://doi.org/10.17152/gefd.15192

Yang, Y., He, P., & Liu, X. (2018). Validation of an instrument for measuring students' understanding of interdisciplinary science in grades 4-8 over multiple semesters: A Rasch measurement study. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(4), 639-654. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9805-7

Yang, Y., Liu, X., & Gardella Jr, J. A. (2020). Effects of a professional development program on science teacher knowledge and practice, and student understanding of interdisciplinary science concepts. *Journal of Research in Science Teaching, 57*(7), 1028-1057. https://doi.org/10.1002/tea.21620

Yarker, M. B., & Park, S. (2012). Analysis of teaching resources for implementing an interdisciplinary approach in the K-12 classroom. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 8*(4), 223-232. https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.841a

Yavuz, M., Hasançebi, M., & Hasançebi, F. (2020). The effect of STEM application on 21st century skills of middle school students and student experiences. *Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence, 1*(1), 28-39. https://dergipark.org.tr/en/pub/jscai/issue/54043/744198

Yeşilyurt, S., & Çapraz, C. (2018). Ölçek geliştirme çalışmalarında kullanılan kapsam geçerliği için bir yol haritası. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20*(1), 251-264. https://doi.org/10.17556/erziefd.297741

Yıldırım, B., & Selvi, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6*(STEMES'18), 47-54. https://doi.org/10.18506/anemon.471037

Yıldız, B. (2018). Disiplinlerarası öğretim yaklaşımı: Bilgi işlemsel düşünme ve fetemm. Y. Gülbahar (Eds.), *Bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya* (s.319-341). Pegem.

Yolcu, F. (2013). *İlköğretim düzeyinde performans görevleri ve proje uygulamaları sürecinde disiplinlerarası yaklaşımın etkililiği üzerine bir çalışma.* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

You, H. S. (2017). Why teach science with an interdisciplinary approach: History, trends, and conceptual frameworks. *Journal of Education and Learning, 6*(4), 66-77. https://doi.org/10.5539/jel.v6n4p66

You, H. S., Marshall, J. A., & Delgado, C. (2018). Assessing students' disciplinary and interdisciplinary understanding of global carbon cycling. Journal of Research in Science Teaching, 55(3), 377-398. https://doi.org/10.1002/tea.21423

Younas, M., & Noor, U. (2020). Inquiry-based learning undergraduate research: the German multidisciplinary experience. *Educational Gerontology*, *46*(12), 830-832. https://doi.org/10.1080/03601277.2020.1828761

Yulianti, E., Mustikasari, V. R., Hamimi, E., Rahman, N. F. A., & Nurjanah, L. F. (2020, April). Experimental evidence of enhancing scientific reasoning through guided inquiry model approach. *AIP Conference Proceedings, 2215*(1). https://doi.org/10.1063/5.0000637

Yurdagül, H. (2005, Eylül 28-30). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi*, Denizli, 1, 771-774. https://yunus.hacettepe.edu.tr/~yurdugul/3/indir/PamukkaleBildiri.pdf

Yürümezoğlu, K. (2020). Çocuk ve bilim. T. Yalçınkaya (Eds.), *Akademisyen anne-babaların gözünden çocukların dünyası* (ss.1-15). Gazi Kitabevi.

Yürümezoğlu, K., & Öztaş Cin, M. (2019). Developing children's observation skills using a fractal pattern from nature. *Science Activities, 56*(2), 63-73. https://doi.org/10.1080/00368121.2019.1696734

Yürümezoğlu, K., & Sözeri, E. A. (2009). Reflection: Activity teaches mirror concepts. *Physics Education, 44*(5), 462-463. http://iopscience.iop.org/0031-9120/44/5/F06

Yürümezoğlu, K., Işık, H., Arıkan, G., & Kabay, G. (2015). Teaching the absorption of light colours using an artificial rainbow. *Physics Education, 50*(4), 402-409. https://doi.org/10.1088/0031-9120/50/4/402

Yürümezoğlu, K., Karabey, B., Yiğit Koyunkaya, M., & Enginoğlu, T. (2019). Okul dışı öğrenme ortamlarında özel yetenekli öğrenciler için eğitim uygulamaları. F. Köseoğlu, & U. Kanlı, (Ed.), *Okul duvarlarının ötesine öğrenme yolculuğu: Bilim-teknoloji merkezleri ve bilim müzeleri.* Nobel Akademik Yayıncılık.

Zhang, D., & Shen, J. (2015). Disciplinary foundations for solving interdisciplinary scientific problems. *International Journal of Science Education, 37*(15), 2555-2576. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1085658

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental review, 27*(2), 172-223. https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001

Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics, 112*(1), 12-19. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x

EKLER

EK 1. Öğrencinin Akademik Özgeçmişi

Kişisel Bilgiler			
Adı ve Soyadı	Ayşegül KARAPINAR		
E-postası/Web Sayfası			
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Uzmanlık Alanı	Fen eğitimi		
Öğrenim Bilgileri			
	Üniversite	Bölüm/ ABD	Yıl
Lisans	Muğla Üniversitesi	Fen Bilgisi Öğretmenliği	2012
Yüksek Lisans	Celal Bayar Üniversitesi	Fen Eğitimi	2016
YL Tez Başlığı	Sorgulamaya dayalı öğrenme ortamının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, sorgulama becerileri ve bilimsel düşünme yetenekleri üzerindeki etkisi		
YL Tez Danışmanı	Doç. Dr. Fatma ŞAŞMAZ ÖREN		

Akademik Eserler

(Makale, kitap, kitap bölümü, bildiri, poster, sergi, konser vb. eserlerden kaynakça yazım kurallarına göre en fazla 10 eser yazılmalıdır.)
Tezden üretilen yayınlar * ile işaretlenmelidir.

Karapınar, A., & Balım, A. G. (2023). Işığın madde ile etkileşimi ünitesine yönelik kavramsal anlama testi geliştirme çalışması. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 57*, (Basımda).*

Şaşmaz Ören, F., Karapınar, A., Sarı, K., & Demirer, T. (2023). The Effect of scenario-based learning on 8th grade students perceptions of scientists. *Journal of Educational Research and Practice*, 13(1), 92–122. https://dx.doi.org/10.5590/JERAP.2023.13.1.09

Şaşmaz Ören, F., Karapınar, A., Sarı, K., & Demirer, T. (2022). The Effect of using scientific scenarios in teaching socioscientific issues in science course on students logical thinking skills. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi, 15*(2), 420–452.

Karapınar, A. & Balım, A. G. (2019). Fen öğretiminde mobil öğrenme uygulamaları. A. G. Balım (Ed.), *Fen öğretiminde yenilikçi yaklaşımlar* içinde (s. 275-302). Anı Yayıncılık.

Balım, A.G. & Karapınar, A. (2017, 17-19 Temmuz). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının sorgulama ve argümantasyon becerilerinin belirlenerek cinsiyet ve başarı düzeyi bakımından incelenmesi* [Bildiri Sunumu]. International Conference on New Horizons in Education, Berlin.

Balım, A. G., & Karapınar, A. (2018, 18-24 Nisan). *Investigation of teacher candidates' readiness for mobile learning in terms of determining some variables*. [Bildiri Sunumu]. 27th International Conference on Educational Sciences, Antalya.

Balım, A. G., & Karapınar, A. (2019, 12-14 Nisan). *Öğretmen adaylarının mobil öğrenmeye yönelik metaforik algıları* [Bildiri Sunumu]. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi, İzmir.

Karapınar, A. & Balım, A.G. (2022, 17-19 Kasım). *Akıl yürütme becerilerinin değerlendirilmesinde güncel yönelimler* [Bildiri Sunumu]. International Education Congress, Antalya.*****
Karapınar, A. & Balım, A.G. (2022, 17-19 Kasım). *Işığın madde ile etkileşimi konusu ile ilgili kavram yanılgılarının tespiti* [Bildiri Sunumu]. International Education Congress, Antalya.*****
Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler
-

EK 2. Uygulama İzinleri

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-12018877-604.01.02-60722832 13/10/2022
Konu : Araştırma İzni

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarihli ve 81576613-10.06.02-E.1563890 sayılı yazısı (Genelge 2020/2).
b) Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğünün 22.09.2022 tarihli ve 371437 sayılı yazısı.

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Doktora Programı öğrencisi Ayşegül KARAPINAR' ın, "Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Entegrasyonun Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri, Akıl Yürütme Becerileri ve Kavramsal Analama Düzeylerine Etkisi" konulu tez çalışmasını Müdürlüğümüz ilçelerine bağlı resmi ortaokullarda uygulama isteği ilgi (b) yazıda belirtilmektedir.

Söz konusu ölçeklerin uygulanmasının, resmi ortaokullarda 2022-2023 eğitim öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumu yöneticilerinin uygun gördüğü şekilde yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Dr. Murat Mücahit YENTÜR
Milli Eğitim Müdürü

OLUR
Dr. Fatih KIZILTOPRAK
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek:
1-Araştırma Değerlendirme Formu (1 Sayfa)
2-Anket Formları (39 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Adres : Fevzipaşa mh. 452 sk. no:15 konak/ İZMİR
Belge Doğrulama Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Bilgi için: Dudu ALP Bilgisayar İşletmeni
Unvan : Bilgisayar İşletmeni
Telefon No : 0
E-Posta: @meb.gov.tr
İnternet Adresi: Faks:
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr
Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden f8e9-4ce3-394c-8137-0ac0 kodu ile teyit edilebilir.

EK 3. Etik İzin

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
HUKUK MÜŞAVİRLİĞİ

Sayı : E-87347630-659-498854 26.01.2023
Konu : Etik Kurul İzni- Ayşegül KARAPINAR

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 19.01.2023 tarihli 492892 sayılı yazımız.

İlgide kayıtlı yazınız ile bildirilen başvuru, Üniversitemiz Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulunun 24/01/2023 tarihli toplantısında değerlendirilmiş ve toplantıda alınan 15 sayılı karar ile Ayşegül KARAPINAR'ın, "***Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Entegrasyonun Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri, Akıl Yürütme Becerileri ve Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkisi***" başlıklı çalışmasının etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiş olup, alınan karar Makamımızca onaylanmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Nükhet HOTAR
Rektör

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: B8AD0FEB-1CA2-499C-9610-BE955525D905 Doğrulama Adresi: https://turkiye.gov.tr/dokuz-eylul-universitesi-ebys
Adres: Kültür Mahallesi, Cumhuriyet Blv No:144, 35220 Konak/İzmir
KEP Adresi : dokuzeyluluniversitesi@hs01.kep.tr
Bilgi için:Pelin ALTIN
Memur
Telefon No:(232)

EK 4. Okul İzinleri

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-12018877-604.01.02-71708880 07/03/2023
Konu : Araştırma İzni

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarihli ve 81576613-10.06.02-E.1563890 sayılı yazısı (Genelge 2020/2).
b) Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğünün 19.01.2023 tarihli ve 527884 sayılı yazısı.

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Programı öğrencisi Ayşegül KARAPINAR'ın, "Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Entegrasyonun Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri, Akıl Yürütme Becerileri ve Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkisi" konulu tez çalışmasını Müdürlüğümüz Buca ilçesine bağlı resmi ortaokullarda uygulama isteği ilgi (b) yazıda belirtilmektedir.

Söz konusu ölçeklerin uygulanmasının, Buca ilçesine bağlı resmi ortaokullarda 2022-2023 eğitim öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumu yöneticilerinin uygun gördüğü şekilde yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

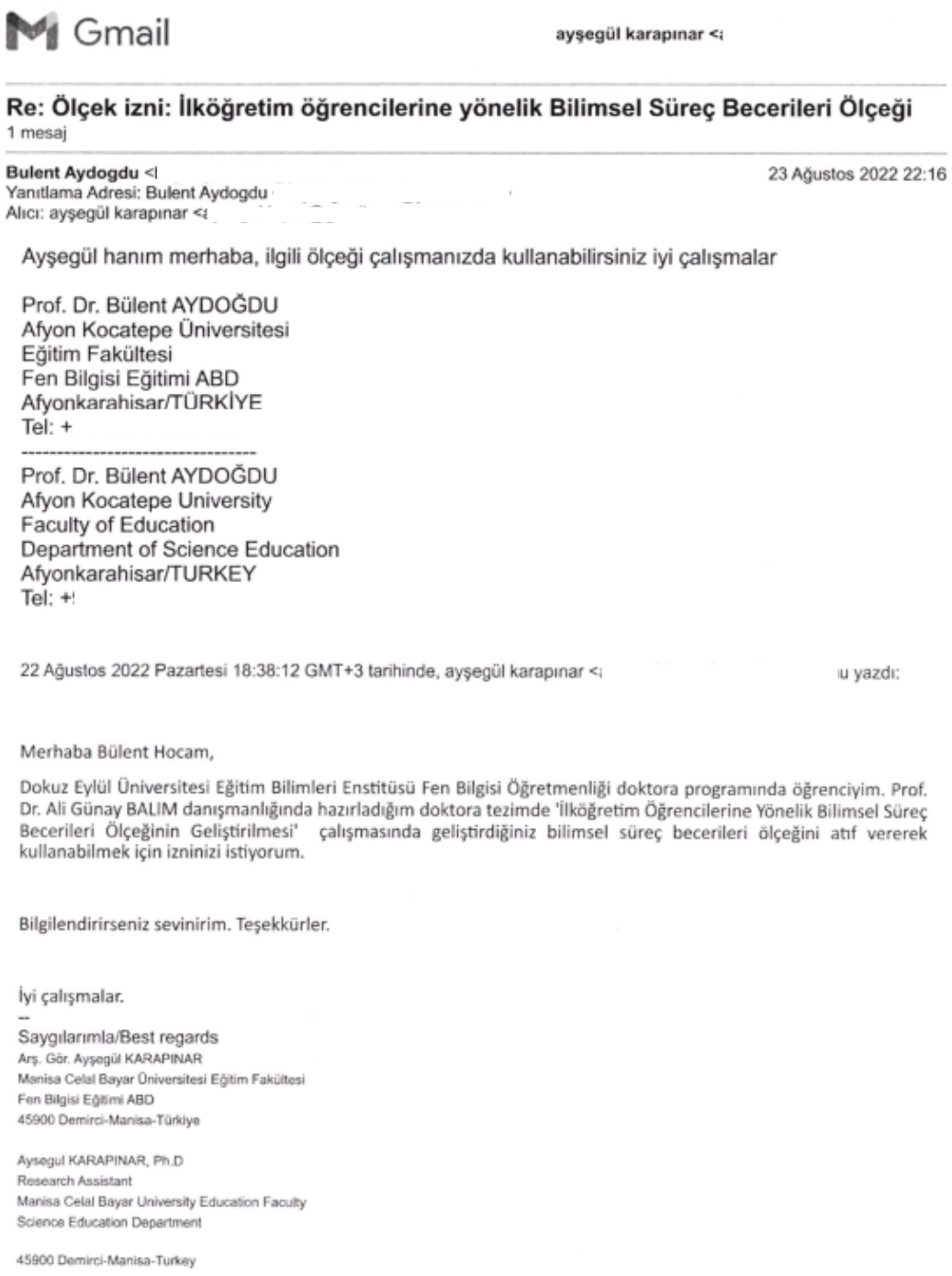
Dr. Murat Mücahit YENTÜR
Milli Eğitim Müdürü

OLUR
Hikmet DENGEŞİK
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek:
1-Araştırma Değerlendirme Formu (1 Sayfa)
2-Anket Formları (61 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Adres : Fevzipaşa mh. 452 sk. no:15 konak/ İZMİR
Belge Doğrulama Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Bilgi için: Dudu ALP Bilgisayar İşletmeni
Telefon No :
Unvan : Bilgisayar İşletmeni
E-Posta: 1@meb.gov.tr
İnternet Adresi: Faks:
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr
Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden a879-a887-3984-9e22-6645 kodu ile teyit edilebilir.

EK 5. Ölçme Araçlarının Uygulanma İzinleri



Gmail ayşegül karapınar <

Re: Ölçek izni: İlköğretim öğrencilerine yönelik Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği
1 mesaj

Bulent Aydogdu <
Yanıtlama Adresi: Bulent Aydogdu
Alıcı: ayşegül karapınar <
23 Ağustos 2022 22:16

Ayşegül hanım merhaba, ilgili ölçeği çalışmanızda kullanabilirsiniz iyi çalışmalar

Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Eğitim Fakültesi
Fen Bilgisi Eğitimi ABD
Afyonkarahisar/TÜRKİYE
Tel: +

Prof. Dr. Bülent AYDOĞDU
Afyon Kocatepe University
Faculty of Education
Department of Science Education
Afyonkarahisar/TURKEY
Tel: +

22 Ağustos 2022 Pazartesi 18:38:12 GMT+3 tarihinde, ayşegül karapınar < u yazdı:

Merhaba Bülent Hocam,

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Öğretmenliği doktora programında öğrenciyim. Prof. Dr. Ali Günay BALIM danışmanlığında hazırladığım doktora tezimde 'İlköğretim Öğrencilerine Yönelik Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeğinin Geliştirilmesi' çalışmasında geliştirdiğiniz bilimsel süreç becerileri ölçeğini atıf vererek kullanabilmek için izninizi istiyorum.

Bilgilendirirseniz sevinirim. Teşekkürler.

İyi çalışmalar.
--
Saygılarımla/Best regards
Arş. Gör. Ayşegül KARAPINAR
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Fen Bilgisi Eğitimi ABD
45900 Demirci-Manisa-Türkiye

Aysegul KARAPINAR, Ph.D
Research Assistant
Manisa Celal Bayar University Education Faculty
Science Education Department

45900 Demirci-Manisa-Turkey

EK 6. Etkinlikler 1

BÖLÜM I

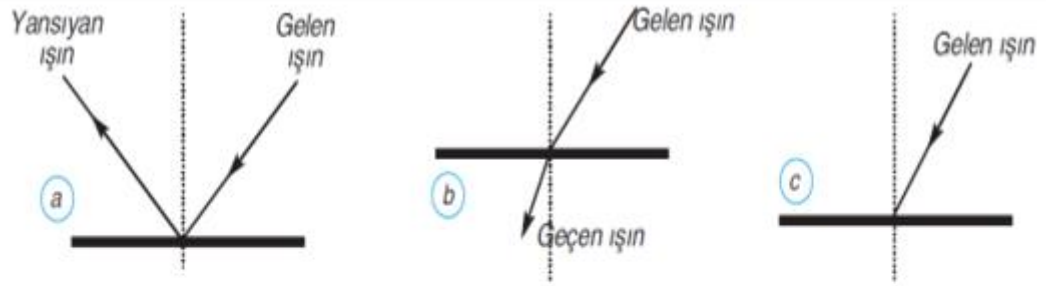
Dersin Adı	Fen Bılımlerı
Sınıf	7-Deney grubu
Unitenin Adı/No	Işığın Madde ile Etkileşımı/5
Konu	Işığın Soğurulması
Onerilen Süre	2 ders saatı
Uygulama Tarihi ve saati:	(1.Hafta)

BÖLÜM II

Fen Bilimleri Dersi Öğrenci kazanımları	F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.
Fen Bilimleri Dersi diğer sınıf Düzeyleri ile ilgili entegrasyon kazanımlar	F.5.5.2.1. Işığın düzgün ve pürüzlü yüzeylerdeki yansımalarını gözlemleyerek çizimle gösterir. F.5.5.2.2. Işığın yansımasında gelen ışın, yansıyan ışın ve yüzeyin normali arasındaki ilişkiyi açıklar.
Görsel sanatlar dersi	
Güvenlik Önlemleri (Varsa)	Mercek ile güneş ışığını arkadaşınızın ya da kendinizin tenine ya da gözüne odaklamayınız.
Öğretme-Öğrenme- Yöntem ve Teknikleri	Sorgulamaya Dayalı Oğrenme, Disiplinlerarası Entegrasyon, TGA tekniği, Soru-Cevap-Tartışma (Argümantasyon)
Kullanılan Araç, Gereç	Akıllı tahta,

Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri
Işığın Madde ile Etkileşimi (Soğurulma) ***Entegrasyon:*** 5. sınıfta 'Işığın Yayılması' konusunda ışığın farklı ortamlarda nasıl yayıldığını görmüştünüz. Işık nasıl yayılmaktaydı? Işık doğrusal bir yol ile yayılmaktaydı. Işığın yansıma şekillerini hatırlıyor musunuz? Düzgün yansıma, dağınık yansıma kavramlarını önce öğrencilerin ifade etmesi ve açıklaması beklenir. Daha sonra öğretmen tarafından gelen ışın, yansıyan ışın, yüzey normali kavramları da eklenerek bütüncül bir hatırlatma yapılır.

Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri



Madde ile etkileşen ışının nasıl davranacağı üzerine öğrencilerin görüşleri alınır.

Soğurulma kavramına geçiş yapılmadan önce **Etkinlik 1** öğrenciler ile yapılır. Etkinlikten öğrenci çıkarımları ile ışığın maddeler tarafından soğurulmasının maddelerin ısınmasına neden olacağı belirtilir.

Işığın soğurulması olayı günlük hayatımızda bizlere birçok fayda sağlar. Örnek veriniz. Yazın ve kışın karşılaşabileceğiniz örnekler veriniz.

Öğretmen Açıklaması

Gölge Olan Yerler Daha Az Işık Aldığı İçin Daha Serindir

Entegrasyon: Soğurulan ışık, cisimlerin sıcaklığının yükseltmesinin yanında ***genleşme ve hâl değişimi*** gibi başka değişmelere de sebep olur. Uzun süre güneş ışığı altında bırakılan kumaşın rengi solar. Bir süre ışık alan bazı besinlerin tadı, ilaçların yapısı bozulur.

8. sınıfta göreceğiniz enerji dönüşümleri konusunda da bitkilerin gerçekleştirdiği fotosentez olayı ışığın soğurulmasının bir sonucudur.



Işığın Soğurulmasıyla Elden Edilen Enerji Başka Enerji Türlerine Dönüşebilir Işık enerjisi farklı enerji türlerine (elektrik, ısınma vb.) dönüşebilir. **Entegrasyon:** Güneş enerjisinden yararlandığımız alanlarda ışık enerjisi ısı, elektrik, hareket ve kimyasal enerjiye dönüşebilir.

BÖLÜM III

Değerlendirme	Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Akıl Yürütme Becerisi Ölçeği Kavramsal Anlama Testi Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

BÖLÜM IV

Kullanılan Beceriler	• Bilimsel Süreç Becerisi (gözlem, tahmin, çıkarım yapma, veri toplama, veri yorumlama, sonuç çıkarma, neden sonuç ilişkisi kurma) • Akıl Yürütme Becerisi (değişkenlerin kontrolü, neden sonuç ilişkisi kurma, ilişkisel akıl yürütme, nedensel akıl yürütme)

Etkinlik 1

Balonlara Neler Oluyor?



Mehmet balonları çok sevmektedir. Doğum gününde ailesi evin bahçesini renkli renkli (siyah, beyaz, sarı ve kırmızı) balonlar ile süsleyerek ona sürpriz yaparlar. Hatta bazı balonların üzerinde yazılar vardır. Parti sırasında zaman ilerledikçe balonların üzerine

Neden sadece o renkteki balonlar patlamaktadır?

- Sizce sarı, kırmızı, siyah, beyaz balonlar arasından hangi renkteki balon ya da balonlar patlamış olabilir? Nedenini açıklayınız.

- Balonların renklerine göre patlama sırasının dizilimini yapmak isterseniz sizce nasıldır, sıralayınız? Nedenini açıklayınız.

- Balonların üzerine güneş gelmeden önce hiçbiri patlamazken güneşin gelmesiyle patlamaları arasında bir ilişki var mıdır? Düşüncelerinizi açıklayınız.

Deneyelim görelim!

Etkinliğin yapılışı:

- Balon iyice şişirilir.
- Büyüteçlerle güneş ışığını balonların üzerine odaklayacak şekilde tutulur.

Malzemeler:

Büyüteç

Sarı, Kırmızı, siyah beyaz balon

Kronometre

Balonların renklerine göre patlama sürelerini tabloya not ediniz.

Renkler	Kırmızı	Sarı	Beyaz	Siyah
Süre (saniye)				

☺ Sürelere göre patlayan balonları sıralayınız. Bu durumun sebebi sizce ne olabilir? Açıklayınız.

☺ Daha önce tahmini yaptığınız sıralama ile etkinlik sonrasında sürelere göre gerçekleştirdiğiniz sıralama aynı mı? Farklılıklar var mı? Bu durumu karşılaştırarak nedenini açıklayınız.

- Aynı renkte balona sahip öğrencilerin eşleşmesi istenir.
- Aynı renkte olan balonlardan birine siyah keçeli kalem ile kocaman siyah bir nokta koyulması istenir.
- Güneşli bir günde aynı anda büyüteci güneş ışınlarını balona odaklayacak şekilde, balonunda siyah nokta olan ise güneş ışınlarını siyah noktaya odaklayacak şekilde tutunuz.
- Balonların patlama sürelerini tabloya not ediniz.

Renkler	Kırmızı Balon	Siyah Noktalı Kırmızı Balon	Sarı Balon	Siyah Noktalı Sarı Balon	Siyah Noktalı Beyaz Balon	Beyaz Balon
Süre						

☺ Hangi balon önce patladı gözleminizi yazınız. Bunun nedeni sizce ne olabilir açıklayınız?

! Siyah balonun beyaz balonun içine yerleştirilip şişirildiğini düşününüz. Büyüteci güneş ışınlarını balonlara odaklayacak şekilde tutuğunuzda;

☺ Hangi balon önce patlar? Bunun nedeni sizce ne olabilir açıklayınız?

Güneşli bir yaz gününde hangi renklerde kıyafetler giymeyi tercih edersiniz? Neden?

Farklı renklerde kıyafetler giymenin farklı sıcaklıklar hissettireceğini düşünüyor musunuz? Neden?

Işığın soğurulmasının hayatımıza olumlu etkileri neler olabilir?

Işığın soğurulmasının olumlu etkilerinden faydalanılarak hangi teknolojik ürünler üretilmiştir?

Işığın soğurulmasının olumsuz etkileri neler olabilir?

Işığın soğurulmasının olumsuz etkilerinden korunmak için hangi teknolojik ürünler üretilmiştir?

EK 7. Etkinlikler 2

BÖLÜM I

Dersin Adı	Fen Bılımlerı
Sınıf	7-Deney grubu
Unitenin Adı/No	Işığın Madde ile Etkileşımı/5
Konu	Işığın Soğurulması
Onerilen Süre	4 ders saatı
Uygulama Tarihi ve	(2.-3. Hafta)

BÖLÜM II

Fen Bilimleri Dersi Öğrenci kazanımları	F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır. F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.
Entegrasyon: Görsel Sanatlar Dersi Kazanımları ***Teknoloji ve Tasarım Dersi Kazanımları***	G.1.1.10. Görsel sanat çalışmasını oluştururken sanat elemanlarını kullanır. Renk: Ana renk G.2.1.10. Görsel sanat çalışmasını oluştururken sanat elemanlarını kullanır. Renk: Ara renk
Güvenlik Önlemleri (Varsa)	-
Öğretme-Öğrenme- Yöntem ve Teknikleri	Sorgulamaya Dayalı Oğrenme, Disiplinlerarası Entegrasyon, TGA tekniği, video gösterimi
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereç ve Kaynakça ***-Öğretmen*** ***-Öğrenci***	Akıllı tahta,

Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri
Renkler Öğrencilere güneşin ne renk olduğu sorulur. Güneşin rengi üzerine tartışmaları sağlanır. ***Etkinlik 2 Gökkuşağı*** gerçekleştirilir. Güneş ışığının ne renk olduğu tekrar sorulur. Beyaz ışık (güneş ışığı) prizma ile karşılaştığında davranışı hakkında bilgi verilir. Gökkuşağı oluşumu hakkında bilimsel alt yapısı hakkında bilgi verilir. Prizmanın ışığı kırması, ışık tayfı oluşumu ve spektrum hakkında detaylı bilgi verilir. **Etkinlik 3** ile öğrencilerin ışık ana renklerini ve ara renklerini öğrenmesi sağlanır.

Entegrasyon: Teknolojik cihazlardaki pixeller ve bu pixellerin renklerinden bahsedilir. Tv, bilgisayar, telefon gibi ekranlarda renklerin oluşmasında sadece 3 ışık ana renginin kullanıldığı vurgulanır.

 Işık Ana Renkleri ve Ara Renkler	**Entegrasyon:** Boya (pigment) renklerinde ana ve ara renklerin neler olduğu öğrencilere sorulur. **Etkinlik 4** gerçekleştirilir.

Video 1 etkinliği ile cisimlerin farklı renkte ışıklar altında nasıl görüleceğine yönelik oyun oynanır. Öğrencilerden tahminleri istenir ve gözlemlerinden sonra açıklamalar yapmaları beklenir. Örneğin; beyaz ışık önüne kahverengi bir cisim getirildiğinde kendi rengini yansıtır ve kahverengi görülür. Fakat mavi renkli ışık önüne yeşil renkli bir cisim konulduğunda siyah görülür.

Ders sonunda 'gökyüzünün neden mavi olduğu?' 'Güneşin doğarken ya da batarken neden renk değiştirdiği?' tartışılır.

Entegrasyon
Doğada bulunan canlılar (örneğin; güve kelebeği) kahverengi ağaç gövdesinde görünmeyip yaşamını güvenli bir şekilde sürdürür. Bukelemun örneği verilerek öğrencilerden bu konuda örnek vermeleri istenir.

Ödev: Öğrencilere evde Newton çarkını araştırmaları ve bir sonraki derse her öğrencinin bir Newton çarkı yaparak gelmesi istenir. (Öğrencilere isteyenlerin kullanması için çıktı verilir. Çark)
Bir sonraki hafta çarklar üzerinden kullanılan renklere göre aydınlık ya da karanlık (ışıksızlık) elde edilmesi üzerinde tartışılır. Uygulamalı olarak öğrencilerin ışık ana renkleri ile pigment ana renkleri arasındaki bağı kurmaları sağlanır. Sonuç olarak bilindik Newton çarkının aslında ışık ana renklerine göre olduğu doğru gösterimin Yeni Nesil Newton Çarkı gösterimi ile elde edileceği fark edilecektir. Yeni nesil Newton çarkının ise pigment ana renlerine dayandığına vurgu yapılacaktır.

BÖLÜM III

Ölçme-Değerlendirme	Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Akıl Yürütme Becerisi Ölçeği Kavramsal Anlama Testi
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Görsel Sanat, Teknoloji ve Tasarım

Etkinlik 3

Beyaz Işık Gerçekten Beyaz Mıdır? Gökyüzünde Rengârenk Bir Kuşak



Mehmet o gün uyanır uyanmaz parka gitmenin hayalini kurmaktaydı. Kahvaltısını yaptıktan sonra annesine parka gitmek istediğini söyledi. Annesi yağmur yağdığı için parka gidemeyeceklerini belirtti. Mehmet salonun penceresinden yağmuru seyretmeye başladı. Birden mutfağa annesinin yanına heyecanla koşmaya başladı. Mehmet gökyüzünde gördüğü rengarenk şeritin ne olduğunu merak etmekteydi.

Sizde yağmurlu bir günde Mehmet'in gördüğü gibi renkli şerit (gökkuşağı) gördünüz mü? Gördüğünüz gökkuşağında hangi renkler vardı?

Mehmet gördüğü renkli şeritin gökkuşağı olduğunu öğrendiğinde neden ilk defa gördüğünü düşünüyordu. Neden her gün orada değildi? Ne olmuştu da bugün birdenbire ortaya çıkmıştı. Gökkuşağının nasıl oluştuğunu sordu. Mehmet' e sorularına cevap bulmasında yardımcı olalım.

Sizce gökkuşağının oluşumu nasıl gerçekleşiyor? Açıklayınız.

Annesi Mehmet 'e bilim insanlarının da aynı doğa olayını gözlemlediğini ve bunu anlamak için deneyler yaptığını söyledi. Bilim insanı Newton gökkuşağı oluşumunu incelemek için odasında bir deney gerçekleştirir. Tüm perdeleri kapatarak karanlık hale getirdiği odaya perdede küçük bir delik açarak güneş ışığının sadece oradan girmesini sağlar. Gelen ışık önüne prizma yerleştirir. Prizmadan geçen ışığı bir beyaz perdeye-ekrana yansıtır. **Birlikte aynı deneyi gerçekleştirelim.**

Malzemeler: Tepegöz, su dolu akvaryum

Deney düzeneğini hazırlayın. Gözlemleyiniz.

Beyaz ışık su dolu akvaryumdan geçtiğinde oluşan renkleri sırasıyla yazınız.

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

Mehmet renkli ışıkları birleştirdiğinde tekrar beyaz ışık oluşup oluşmayacağını merak etmeye başladı. Annesi farklı bir bilim insanı olan Young 'ın da aynı durumu merak ettiğini ve Newton 'un deneyi üzerinde bu durumu denediğini söyledi.

Sizce renkli ışıklardan tekrar beyaz ışık oluşturabilir miyiz? Tartışınız. Oluşturulabilir ise nasıl gerçekleştirilebilir?

Etkinlik 4

Renkleri Keşfediyorum

Malzemeler: Pigment ana renkleri (Sarı, Cyan ve Magenta renklerinde) boyalar, plastik şeffaf bardaklar, damlalık

	Tahmin edilen renk	**Gözlemlenen renk**	**İletilen ışık rengi**	**Emilen (soğurulan) ışık rengi**
1. Aşama Sarı+Magenta				
2. Aşama Sarı+Cyan				
3. Aşama Cyan+Magenta				
4. Aşama Sarı+Cyan+Magenta				

Etkinliğe başlamadan önce her aşama için renk karışımlarında hangi rengin elde edileceğini tahmin ediniz ve tahminlerinizi tabloya not ediniz.

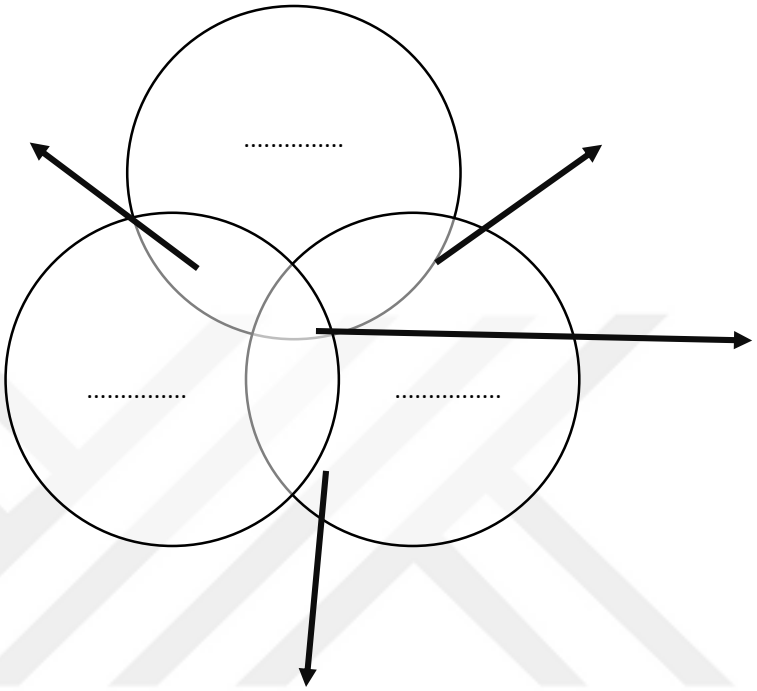
Size verilen boyalar ile bardaklarda istenen renk karışımları oluşturunuz. Oluşturduğunuz renk karışımlarında gözlemlerinizi tabloya not ediniz.

Her aşama için iletilen ışık rengi ve emilen ışık rengi nedir? Renkleri tabloya not ediniz. Cevabınızın nedenini açıklayınız.

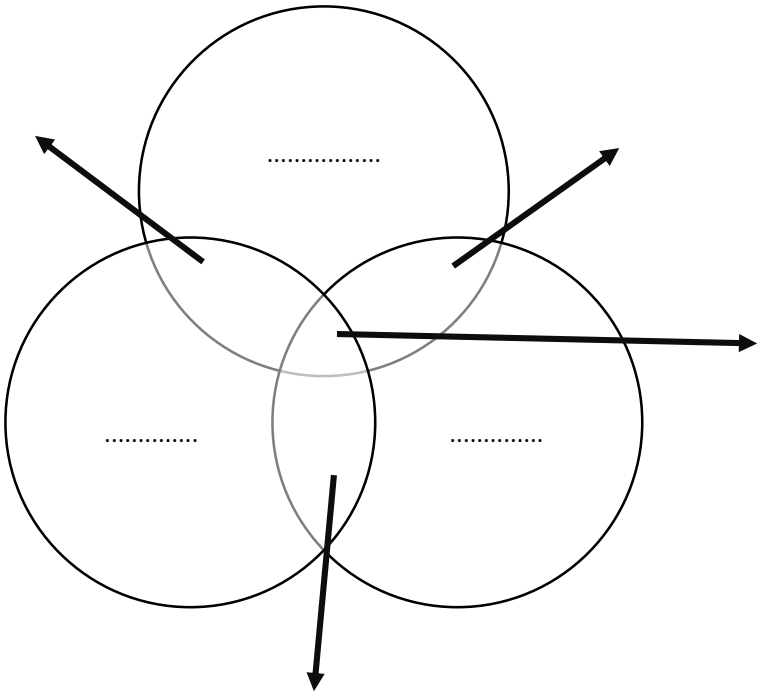
1. Aşama:
2. Aşama:
3. Aşama:
4. Aşama:

Çıkarım:

Işık ana ve ara renklerini şekil üzerinde renkli daireler ile gösteriniz ve renklerini yazınız.



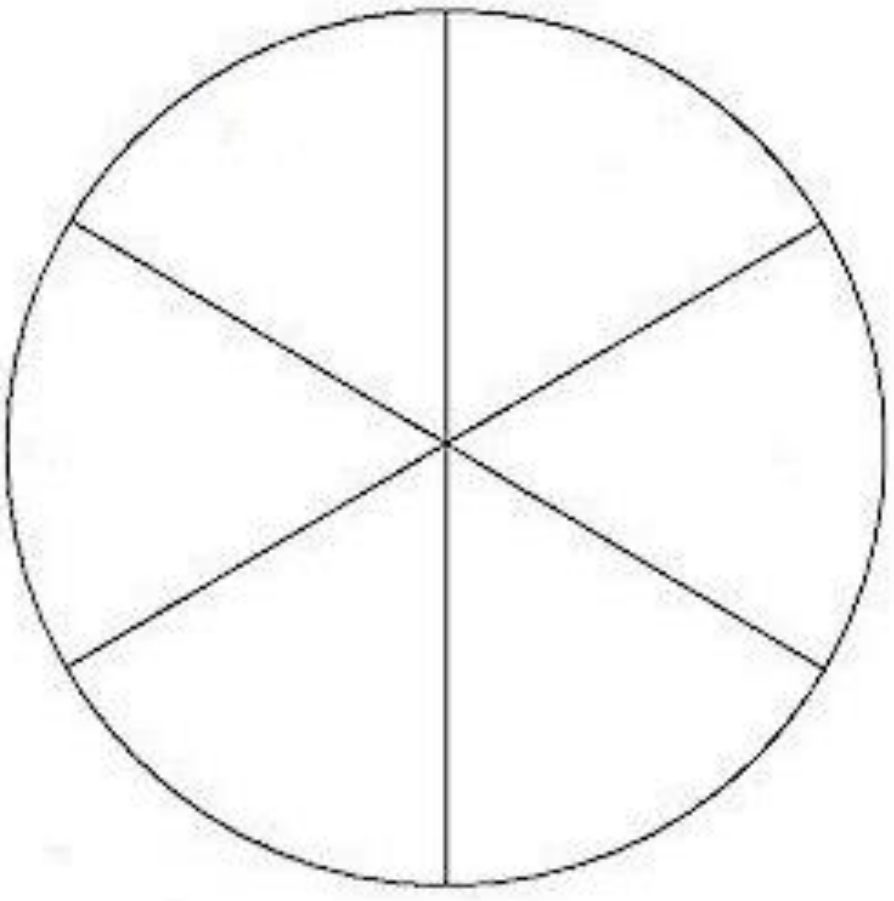
Pigment ana ve ara renklerini şekil üzerinde renkli daireler ile gösteriniz ve renklerini yazınız.



Tamamlayıcı renkleri yukarıdaki şekilden yararlanarak yazınız.

Cep telefonu kamerası aracılığıyla farklı renklerdeki cisimlerin tamamlayıcı renkleri gözlemlenir. Çevrenizde gözlemlediğiniz cisimlerin renklerini ve telefon ekranında yer alan tamamlayıcı renklerini yazınız.

Ödev: Çark



Renkler

Renklerin karışımlarını gözlemleyelim. Boyamaya başlamadan önce aşağıdaki soruları cevaplayalım.

- Boya ana renkleri kaç tanedir ve hangi renklerdir?

1. ……. 2. ……

3. ……. 4. ……

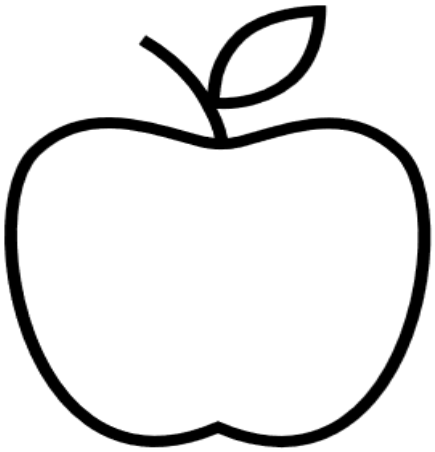
5. ……. 6. ……

- Boya ana renklerinin karışımından diğer renkler elde edilebilmektedir. Bu durumda belirlediğiniz ana renkleri ikişer ikişer karıştırarak elde edeceğiniz renkleri yazınız.

	KARIŞTIRILAN RENKLER	ELDE EDİLEN RENK
1.	…….	……
2.	…….	……
3.	…….	……
4.	…….	……

- Belirlediğiniz ana renkleri ikişer ikişer karıştırarak elmayı boyayınız. Boyamaya başlamadan önce karıştıracağınız iki renk, elde edeceğiniz renk tahmininizi yazınız. Boyama işlemi bittikten sonra elde ettiğiniz rengi yazınız.

1. Durum



Karıştırdığım renkler:

Elde edeceğim renk tahminim:

Elde ettiğim renk:

- Tahmin ettiğiniz renk ile elde ettiğiniz renk aynı mı? ( ) Evet ( ) Hayır
- Cevabınız hayır ise bu durumun nedeni nedir? Açıklayınız.

2. Durum



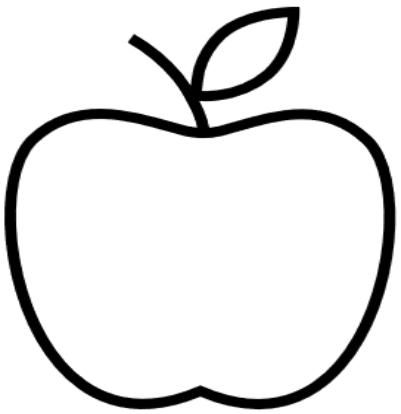
Karıştırdığım renkler:

Elde edeceğim renk tahminim:

Elde ettiğim renk:

- Tahmin ettiğiniz renk ile elde ettiğiniz renk aynı mı? ( ) Evet ( ) Hayır
- Cevabınız hayır ise bu durumun nedeni nedir? Açıklayınız.

3. Durum



Karıştırdığım renkler:

Elde edeceğim renk tahminim:

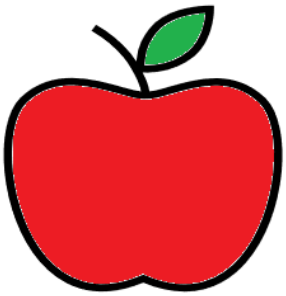
Elde ettiğim renk:

- Tahmin ettiğiniz renk ile elde ettiğiniz renk aynı mı? ( ) Evet ( ) Hayır
- Cevabınız hayır ise bu durumun nedeni nedir? Açıklayınız.

Sizce cisimlerin renklerini nasıl görüyoruz? Açıklayınız.

Görme işlemi nasıl gerçekleşmektedir? Açıklayınız. (Resim üzerinde çizim yapıp açıklamanızı yazabilirsiniz.)

Kırmızı Elma (yaprağı yeşil)



- Boya ana renkleri kaç tanedir ve hangi renklerdir?

1. …… 2. ……

3. …… 4. ……

5. …… 6. ……

- Boya ana renklerinin karışımından diğer renkler elde edilebilmektedir. Bu durumda belirlediğiniz ana renkleri ikişer ikişer karıştırarak elde edeceğiniz renkleri yazınız.

	KARIŞTIRILAN RENKLER	ELDE EDİLEN RENK
1.	…….	……
2.	…….	……
3.	…….	……
4.	…….	……

EK 8. Etkinlikler 3

BÖLÜM I

Dersin Adı	Fen Bılımlerı
Sınıf	7-Deney grubu
Unitenin Adı/No	Işığın Madde ile Etkileşımı/5
Konu	Işığın Soğurulması
Onerilen Süre	2 ders saatı
Uygulama Tarihi ve	(4.Hafta)

BÖLÜM II

Fen Bilimleri Dersi Oğrenci kazanımları	F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir. *Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır.* F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.
Entegrasyon: ***Sosyal Bilgiler Dersi ve Teknoloji Tasarım Dersi Kazanımları*** **SB (Sosyal Bilgiler)** **TT (Teknoloji ve Tasarım)**	SB.6.5.2. Kaynakların bilinçsizce tüketilmesinin canlı yaşamına etkilerini analiz eder. Yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynakların önemi vurgulanır. TT. 7. Ç. 1. 1. Su, rüzgâr ve güneş gibi doğal kaynakları kullanarak temiz ve sürdürülebilir enerji elde etme teknolojilerini açıklar. Sürdürülebilir enerji kaynaklarının önemini ifade ederken fosil yakıtların çevreye verdiği zararlardan bahsedilir. TT. 7. Ç. 1. 2. Doğal kaynaklar yoluyla enerji elde edilebilen bir ürün tasarlar. Enerji dönüşümü ile ilgili olarak imkânlar çerçevesinde su, rüzgâr veya güneş gibi doğal kaynaklardan yararlanılarak üç boyutlu model veya maket tasarımı gerçekleştirilir. TT. 7. Ç. 1. 3. Tasarladığı enerji dönüşümü ürününü sunar. TT. 7. A. 2. Temel Tasarım Bu ünitede; öğrencilerin sanat/tasarım elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanarak oluşturdukları fikirlerini taslak, teknik çizim, maket vb. ile ifade edebilmesi amaçlanmıştır. TT. 7. A. 2. 1. Sanat/tasarım elemanlarını ifade eder. Çizgi, renk, doku, mekân, biçim/formun elemanlarının bir fikri ifade ederken nasıl kullanılabileceği örnekler üzerinden gösterilir. TT. 7. A. 2. 3. Tasarım ilkelerini bir ürün üzerinde göstererek açıklar. Tasarım ilkelerini oluşturan denge, ritim, vurgu, hareket, birlik, çeşitlilik, oran-orantı kavramları verilir. TT. 7. A. 2. 4. Çevresindeki bir tasarım ürününü yeniden yorumlar. Ürün analizi ve fikir geliştirme sürecinden sonra bir tasarım ürünü çizim şeklinde yeniden yorumlanır.

Beceriler	Okuduğunu anlama, BSB, Akıl Yürütme Becerisi
Güvenlik Önlemleri (Varsa)	-
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Sorgulamaya Dayalı Öğrenme, Disiplinlerarası Entegrasyon, TGA tekniği, video gösterimi
Kullanılan Araç, Gereç	Akıllı tahta,

Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri
Güneş Enerjisinden Nasıl Yararlanırız? Öğrencilere Etkinlik 5 kağıdı dağıtılır ve etkinlik kağıdındaki metini okumaları ve içinde geçen enerji kaynaklarını işaretlemeleri istenir. **Öğretmen açıklaması:** Enerji ve enerjinin doğası hakkında açıklama yapar. Işığın da bir enerji türü olduğu vurgulanır ve bu kapsamda bilimsel keşif yolculuğuna başlanır. İnsanlığın en büyük enerji kaynağı güneşten faydalanma yarışı içinde buluşları ve keşifleri hakkında konuşulur. **Öğretmen örnek olarak güneş panelleri hakkında bilgi verir.** Güneş panelleri hakkında tartışılır. Öğrencilere proje ödevi olarak 'Yarışma: Güneş Enerjisini Kullanan Bir Tasarım Yapıyorum' etkinliği verilir.

Değerlendirme	Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Akıl Yürütme Becerisi Ölçeği Kavramsal Anlama Testi
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Sosyal Bilgiler, Teknoloji ve Tasarım

Doğayı Kurtaracak Enerji Kaynağı: Güneş



Dünya üzerinde kullanılan *enerji kaynağı* çeşitlerinden olan *fosil yakıtlar* hızla tükenmektedir. Ayrıca fosil yakıtların kullanılmasıyla *hava kirliliği, küresel ısınma, asit yağmurları ve iklim değişikliği* gibi etkilerle doğa zarar görmektedir. Bu nedenle insanlık *yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji* arayışındadır. Temiz ve sürdürülebilir enerji arayışı kapsamında Hollanda *Plant-e projesi* ile canlı bitkilerden, bitkilere zarar vermeden enerji elde ediyor. İlk uygulama Amsterdam yakınlarındaki Hamburg adlı yerleşim bölgesinde başladı. Bu enerji cep telefonlarının şarjı, kablosuz internet sağlama ve 300 LED sokak ışığını aydınlatmada kullanıyor.

Plant-e'nin bitkiden enerji üretme kavramı, temiz enerjide yeni bir devrim olarak görülüyor. Projeye göre bitkilere herhangi bir zarar verilmeden üretilebilecek elektrik miktarı da oldukça önemli bir miktarda. "100 metre karelik yeşil alan senede 2800 kilowatt saatlik elektrik üretebiliyor." Hollanda'da ortalama bir evin senelik elektrik kullanımı 3500 kilowatt-saat. Yani 100 metrekarelik bir alanın ürettiği elektrik, ortalama bir evin yıllık elektrik enerjisinin yaklaşık yüzde 80'ini karşılıyor.

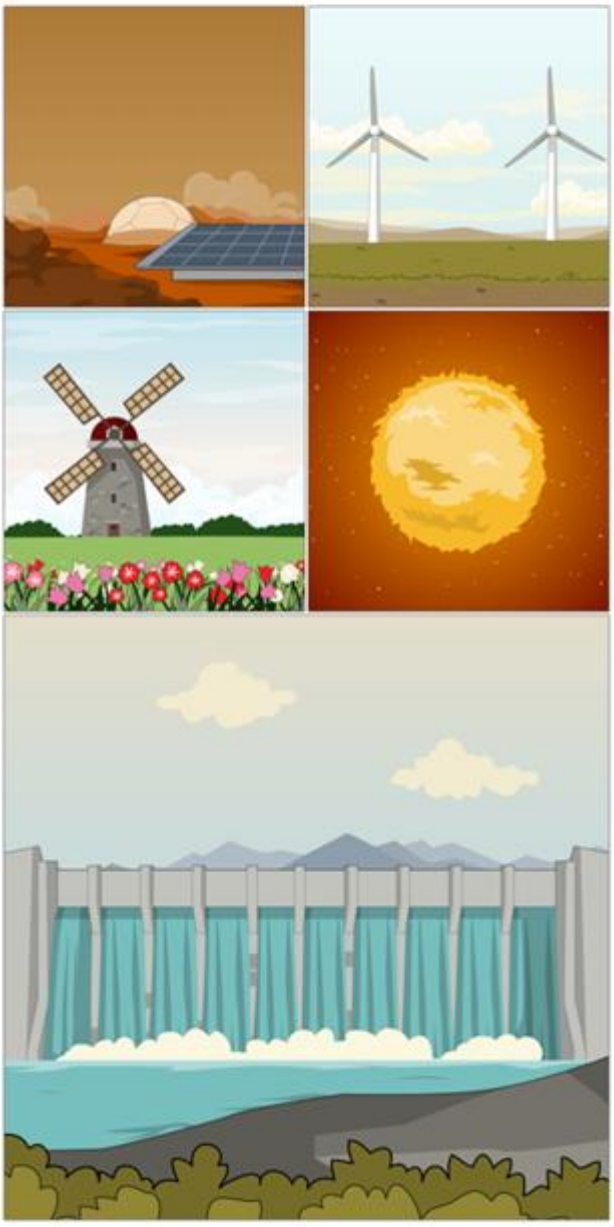
Bu teknolojinin bir gün dünyanın fakir ama bitki örtüsü zengin bölgelerinde elektrik sağlamak için kullanılmasını umuluyor. Bu işlemi uygun fiyatla yapmanın yolunu bulmaları durumunda, bu yeni temiz enerjinin daha önce asla elektrikle tanışmamış dünyanın yüzde 25'lik nüfusuna elektrik sağlayabileceği tahmin ediliyor.

Okuduğunuz metinde geçen enerji kaynakları nelerdir? Bu enerji kaynaklarına örnekler veriniz.

Güneş enerjisi günlük yaşamda nerelerde kullanılmaktadır? Örnekler veriniz.

Güneş enerjisinden sürdürülebilir enerji üretimine metinde bir örnek görmektesiniz. Sizce güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacaktır? Fikirlerinizi açıklayınız, sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

Fotoğrafta gördüğünüz enerji türleri hangisidir? En önemli enerji kaynağı olarak gördüğünüz kaynağın özellikleri ve önemini yanda bulunan boşlukta tartışınız. Günlük yaşamdan örnekler veriniz.



Yarışma: Güneş Enerjisini Kullanan Bir Tasarım Yapıyorum

Uras doğanın kendisiyle enerji üretebileceğimizi düşünmektedir. Bunun için güneş enerjisini kullanacağı ve geleceğin buluşu olabilecek bir şey üretmek istemektedir. Sizde güneş enerjisinin gelecekte hangi alanlarda kullanılabileceğine yönelik bir öneri oluşturun önerinizi projeye dönüştürünüz.

Yarışma Kuralları:

1. Güneş enerjisini etkili kullanacak bir ürün tasarlayınız.
2. Tasarladığınız ürünün özelliklerini gösteren poster hazırlayınız.
3. Ürünü pazarlayacak şekilde sunumunu yapınız.
4. En beğenilen ürün yarışmayı kazanacaktır.

Bireyler güneş enerjisini kullanarak günlük yaşamda kullanılacak bir ürün geliştirmelidir. Bu ürün geliştirme projesi için bir rapor hazırlamalıdır.

Bu ürün gelişimi şu aşamalardan oluşmalıdır:

1. Probleme çözüm olacak ürünün tasarımı
2. Ürünün çalışma prensinin anlatılması
3. Ürün tasarımınızın sağlayacağı avantajların belirtilmesi
4. Ürünün çiziminin yapılması
5. Ürün üretiminde kullanılabilecek en uygun malzemenin seçilmesi ve bu malzemelerle ürünün üretiminin maliyet araştırmasının yapılması ve raporlanması
6. İsteğe bağlı olarak ürününüzü modelleyebilirsiniz.

EK 9. Etkinlikler 4

Ders Planı-4
BÖLÜM I

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	7-Deney grubu
Ünitenin Adı/No	Işığın Madde ile Etkileşimi/5
Konu	Aynalar (Düz ayna, çukur ayna, tümsek ayna)
Önerilen Süre	6 ders saati
Uygulama Tarihi ve	(5.-6. Hafta)

BÖLÜM II

Fen Bilimleri Dersi Öğrenci kazanımları	7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir. 7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır. *a. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez.* *b. Matematiksel bağıntılara girilmez.* *c. Çukur aynada cismin görüntüsünün özelliklerinin (büyük / küçük, ters / düz) cismin aynaya olan uzaklığına göre değişebileceği*
Fen Bilimleri Dersi diğer sınıf Düzeyleri ile ilgili entegrasyon kazanımlar	M.2.2.2.2. Çevresindeki simetrik şekilleri fark eder. M.4.2.2.1. Ayna simetrisini, geometrik şekiller ve modeller üzerinde açıklayarak simetri doğrusunu çizer. *Kelebeğin kanatları, çiçek, yaprak, kumaş, kilim desenleri, harfler vb. modeller üzerinde uygun yerlere ayna yerleştirilip eş parçalar gözlemlenerek bu nesnelerin simetrik oldukları fark ettirilir. Bu tür simetriye "ayna simetrisi" veya "aynaya göre simetri" veya "doğruya göre simetri" denildiği vurgulanır.* M.4.2.2.2. Verilen şeklin doğruya göre simetriğini çizer. M.4.2.3.1. Düzlemi tanır ve örneklendirir.
Güvenlik Önlemleri	-
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Sorgulamaya Dayalı Öğrenme, Disiplinlerarası Entegrasyon, TGA tekniği, Soru-Cevap-Tartışma (Argümantasyon)
Kullanılan Araç, Gereç	Akıllı tahta,

Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri
Etkinlik 6 öğrencilere dağıtılır. Öğrencilerin çevrelerinde hangi aynalarla karşılaştıkları, dikkatlerini çeken özelliklerin neler olduğu sorulur. Etkinlik 6 bittikten sonra Etkinlik 7 ye devam edilir. Düz, çukur ve tümsek olmak üzere ayna çeşitleri, görüntü özellikleri ve kullanım alanları hakkında etkinlik, uygulama ve tartışmalar gerçekleştirilir. Aynalarda simetri konusu matematikteki simetri konusuyla entegre edilir.

BÖLÜM III

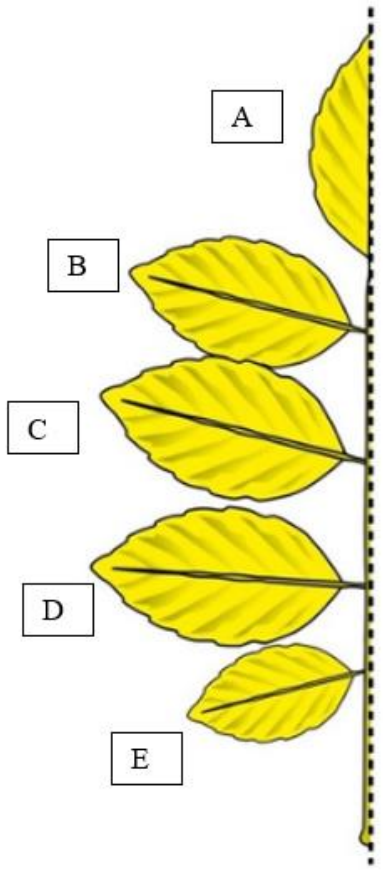
Değerlendirme	Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Akıl Yürütme Becerisi Ölçeği Kavramsal Anlama Testi Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Matematik Dersi,

Etkinlik 6
Aynalar

Leyla yedi yaşındaydı. Aynanın karşısından geçerken görüntüsüyle eğlenmeyi sevmekteydi. Çaydanlık üzerinde, kaşık yüzeyindeki yansımasını izleyerek nasıl gerçekleştiğini anlamaya çalışıyordu. Kaşığın iç yüzeyinde ve dış yüzeyindeki görüntüsünün farklılıklarına, değişimine bakarak uzun süre elindeki kaşıkla oynadı. Onun dikkatle kaşıkla oynayışını izleyen annesi de ne yapmaya çalıştığına bakıyordu. Leyla heyecanla annesine koşarak görüntüdeki değişiklikleri bir yandan gösteriyor, bir yandan da aynı heyecanla anlatıyordu. Farkında olmadan da zihnindeki soruları soruyordu sürekli. '***Dış yüzeyinde ve iç yüzeyinde neden farklı görünüyorum?' 'Aynaya yaklaştığımda görüntümde yaklaşıyor gibi.' 'Peki çaydanlık yüzeyinde yüzümün bu kadar değişmesi neden?'*** Leyla 'ya sorularını çözmesinde ve bu durumu anlamasında yardımcı olalım.

Düz aynadaki görüntünüzü inceleyiniz. Düz aynada görüntünüz nerede oluşmakta?

Şekildeki görselin noktalarla gösterilen dikey eksenine aynayı yerleştiriniz ve gözlemleyiniz. Aynada gördüğünüz şekli A, B, C, D, E ve X, Y, Z noktalarını da dikkate alarak aynanın arkasından çizmeye çalışınız.





Kaşık iç ve dış yüzeyindeki görüntülerin özellikleri nasıldır? Daha önce derste öğrendiğiniz ya da laboratuvarda gördüğünüz hangi malzemeye benziyor?

Camın Arkasındaki Hayalet: Görüntü mü, Cisim mi?

Aynalar, genellikle camın bir yüzünün alüminyum ya da gümüşle sırlanması yöntemi ile üretilir. Evlerimizde kullandığımız aynalar genellikle düzlem aynalardır. Asansörde aynaların neden kullanıldığını hiç düşündünüz mü? Bu konudaki fikrinizi açıklayınız.

Gece, ışığı açık bir odadaki pencere camlarına baktığınızda içerideki varlıkları görebildiğiniz hiç dikkatinizi çekti mi? Karanlık bir ortamda ışık kaynağı önüne bırakılan bir cam da ayna görevi görür. Düzlem aynalarda görüntü nasıl oluşmaktadır birlikte gözlemleyelim.

	Aynı	Farklı	Farklı ise farkın ne olduğunu açıklayınız.
Mumun cama uzaklığı			
Mumun görüntüsünün cama uzaklığı			
Cismin boyu			
Görüntünün boyu			

	Sanal	Gerçek
Görüntü		

Etkinlik sonucunu yorumladığımızda, düzlem aynadaki görüntünün özellikleri için başka neler söylenebilir?

Etkinlik 7

Malzemeler: Düz ayna (cam), esnek yapışkanlı ayna, kalem, silgi, öğrencinin kendisi

Düz aynada görüntü özelliklerini inceleyelim.

- Kalem ya da silginizi aynaya doğru yaklaştırınız. Aynadaki görüntüde neler olmaktadır. Açıklayınız.

- Kalem ya da silginizi aynadan uzaklaştırınız yaklaştırınız. Aynadaki görüntüde neler olmaktadır. Açıklayınız.

- Esnek yapışkanlı aynalarda aynı aşamaları yapalım. Gözlemleriniz nelerdir açıklayınız.

Esnek aynayı yanlardan içte çukur oluşacak şekilde kıvıralım. Kalemimizin görüntüsünü ya da kendi görüntümüzü inceleyelim.





Gözlemleriniz nelerdir yazınız. Bu durumun nedenini açıklayınız.

Aynayı kıvırdığımızda oluşan ayna türü nedir?

◯ Düz ayna ◯ İç bükey ayna ◯ Dış bükey ayna

Esnek aynayı yanlardan dışta tümsek oluşacak şekilde kıvıralım. Kalemimizin görüntüsünü ya da kendi görüntümüzü inceleyelim.





Gözlemleriniz nelerdir yazınız. Bu durumun nedenini açıklayınız.

Aynayı kıvırdığımızda oluşan ayna türü nedir?

◯ Düz ayna ◯ İç bükey ayna ◯ Dış bükey ayna

Laboratuvar araç gereci olan çukur ve tümsek ayna da görüntü özellikleri incelenir.

Esnek aynayı kıvırdığımız durumlarda ve laboratuvar araç gereci olan çukur ve tümsek aynadaki görüntü özelliklerinin benzerlik ve farklılıkları nelerdir?

Benzerlikler	Farklılıklar

Farklılıkların nedeni nedir? Açıklayınız.

Ayna Çeşitlerinde Görüntü Özellikleri

	Etkinlik Öncesi		**Etkinlik Sonrası**	
	Evet	**Hayır**	**Evet**	**Hayır**
Düz aynada görüntü cismin boyuna eşittir.				
Çukur aynada cismin görüntüsü düz ve büyük olabilir.				
Çukur ayna ile düz ayna da oluşan görüntüler daima düzdür.				
Tümsek aynalarda görüntü daima düz ve küçük olur.				

Sonuç olarak aynaların özelliklerini birlikte sıralayalım.

Düz Ayna	**Çukur Ayna**	**Tümsek Ayna**
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
…….	…….	…….

Aynaların kullanım alanlarına örnekler verelim. O alanda hangi amaçla kullanıldığını da belirtiniz.

Düz Ayna	**Çukur Ayna**	**Tümsek Ayna**
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
……	……	……
…….	…….	…….

EK 10. Etkinlikler 5

BÖLÜM I

Dersin Adı	Fen Bilimleri Dersi
Sınıf	7-Deney grubu
Ünite Adı / No	Işığın Madde ile Etkileşimi/5
Konu(lar)	Işığın Kırılması ve Mercekler-Işığın kırılması, mercekler (ince kenarlı mercekler, kalın kenarlı mercekler), odak noktası
Önerilen Süre	4 ders saati
Uygulama Tarihi ve saati:	(7.Hafta)

BÖLÜM II

Fen Bilimleri Dersi Öğrenci kazanımları	F.7.5.3.1.Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. F.7.5.3.2.Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.
Fen Bilimleri Dersi diğer sınıf Düzeyleri ya da diğer dersler ile ilgili entegrasyon kazanımlar	M.6.3.3.1. Çember çizerek merkezini, yarıçapını ve çapını tanır. *a) Pergel kullanmaya yönelik çalışmalara yer verilir.* *b) Çember ile daire arasındaki ilişki belirtilir.*
Güvenlik Önlemleri (Varsa)	-
Öğretme-Öğrenme- Yöntem ve Teknikleri	Sorgulamaya Dayalı Öğrenme, Disiplinlerarası Entegrasyon, TGA tekniği, Soru-Cevap-Tartışma (Argümantasyon)
Kazandırılan Beceriler	Bilimsel Süreç Becerileri (BSB), Akıl Yürütme Becerisi
Kullanılan Araç Gereç	Akıllı tahta
Etkinlik 8 üzerinden konuya giriş yapılır. Etkinlikte uygun kısımda **Video 2** izlenir ve gözlem yapılır. Işığın kırılması, ışığın farklı ortamlarda izlediği yol ve bunun bilimsel temeli üzerine derinlemesine tartışma gerçekleştirilir. Bu olayı öğrencinin kavrayabilmesi için video üzerinden detaylı şekilde olayın incelemesi yapılır.	

BÖLÜM III

Değerlendirme	Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Akıl Yürütme Becerisi Ölçeği Kavramsal Anlama Testi Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu
Entegrasyon	Matematik Dersi

Etkinlik 8

Işığın Kırılması Etkinliği

Emre ve İpek iki kardeşler. Evlerindeki akvaryumun içine lazer ışını tutunca ne olacağını merak ediyorlar. Bunun için karanlık bir ortam oluşturmak istiyorlar ve lambayı kapatıyorlar.

Emre suyun üstünden lazer ışınını şekildeki gibi tutuyor. İpek ise karşıdan akvaryuma bakıyor. Sizce İpek su içinde lazer ışınının nasıl bir yol izlediğini görür? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve nedenini açıklayınız.



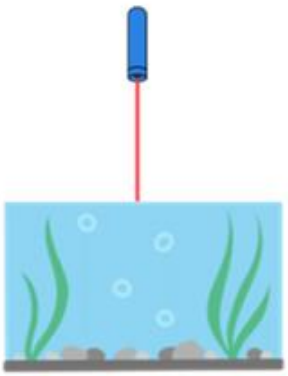
Benim fikrime göre:

Emre lazer ışınını şekildeki gibi dik tuttuğunda sizce İpek su içinde lazer ışınının nasıl bir yol izlediğini görür? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve nedenini açıklayınız.

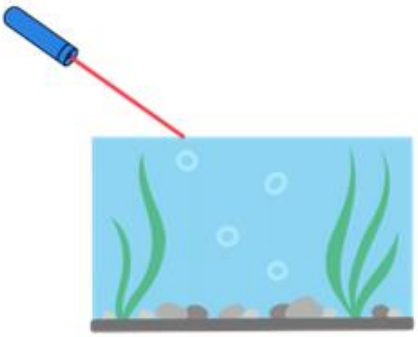


Benim fikrime göre:

Işık ışınları havadan suya geçerken nasıl bir yol izler? Bu sorunun cevabını bulmak için aşağıdaki deneyi yapalım. Büyük bir şeffaf kap alın.



Lazer ışınını şekildeki gibi dik tutun ve izlediği yolu çizin.



İkinci olarak lazer ışınını şekildeki gibi eğik tutun ve izlediği yolu çizin.

Biri sert diğeri yumuşak, yanyana iki yüzey düşünün.

Bu düzenekte arabayı şekilde gösterildiği gibi iterseniz sizce araba nasıl bir yol izler? Tahmininizi şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve açıklayınız.



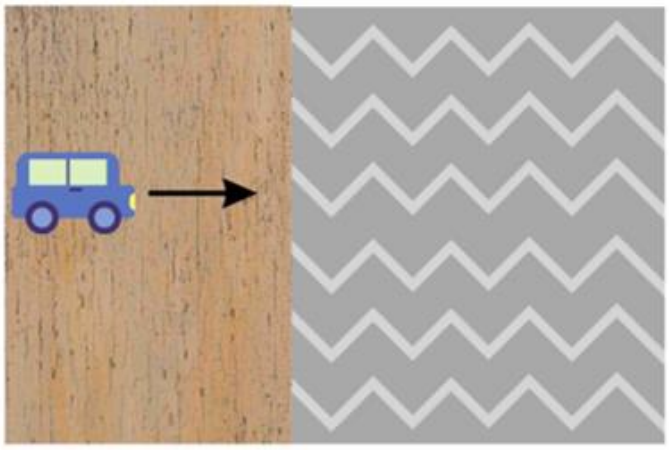
Düz Yüzev (Masa)

Yumuşak Yüzey (Halı)

Çiziminizin nedenini açıklayınız:

Videoda gösterilen arabanın nasıl bir yol izlediğini gözlemleyin.

Arabaların doğrultusu değişti mi? Nedenini açıklayınız:

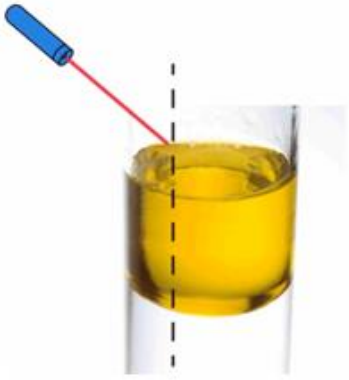


Düz Yüzey (Masa)	Yumuşak Yüzey (Halı)

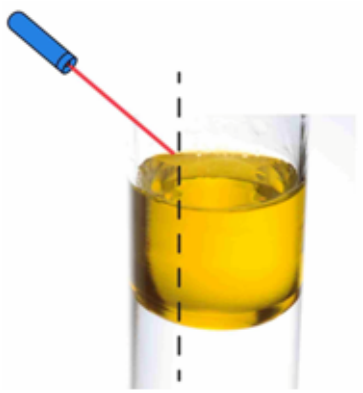
Çiziminizin nedenini açıklayınız:

Işığın Farklı Saydam Ortamlarda Kırılması

Bir kap içine bir miktar su dökünüz. Üzerine ise sıvı yağ dökünüz. Yağ ve suyun iyice ayrışması için belli bir süre bekleyiniz. Kabın üzerinden şekildeki gibi lazer ışını tutulduğunda ışık sizce nasıl bir yol izler? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz ve nedenini açıklayınız.

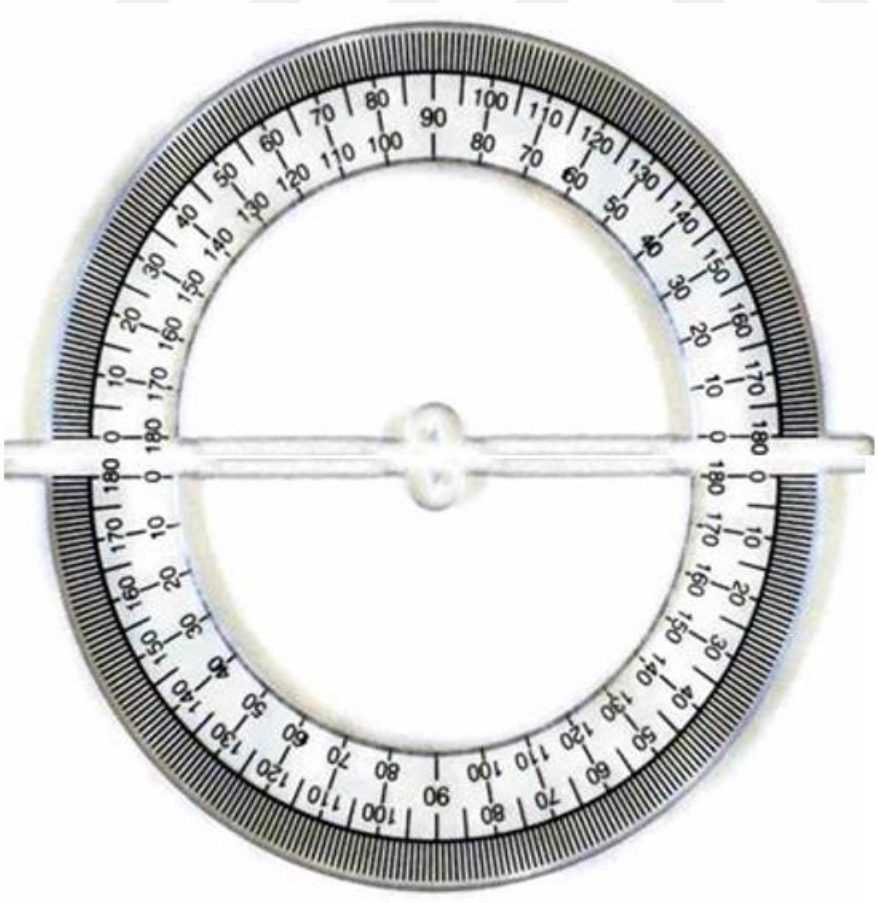


Kaba lazer ışınını üstteki şekildeki gibi tutun. Işının nasıl bir yol izlediğini gözlemleyin ve gözleminizi çizin.



Lazer ışınının neden böyle bir yol izlediğini bir önceki etkinlikteki tekerleklerin hareketi ile benzerlik kurarak açıklayınız.

1) Bir ışık prizmasını optik dairenin üzerine yerleştirin.

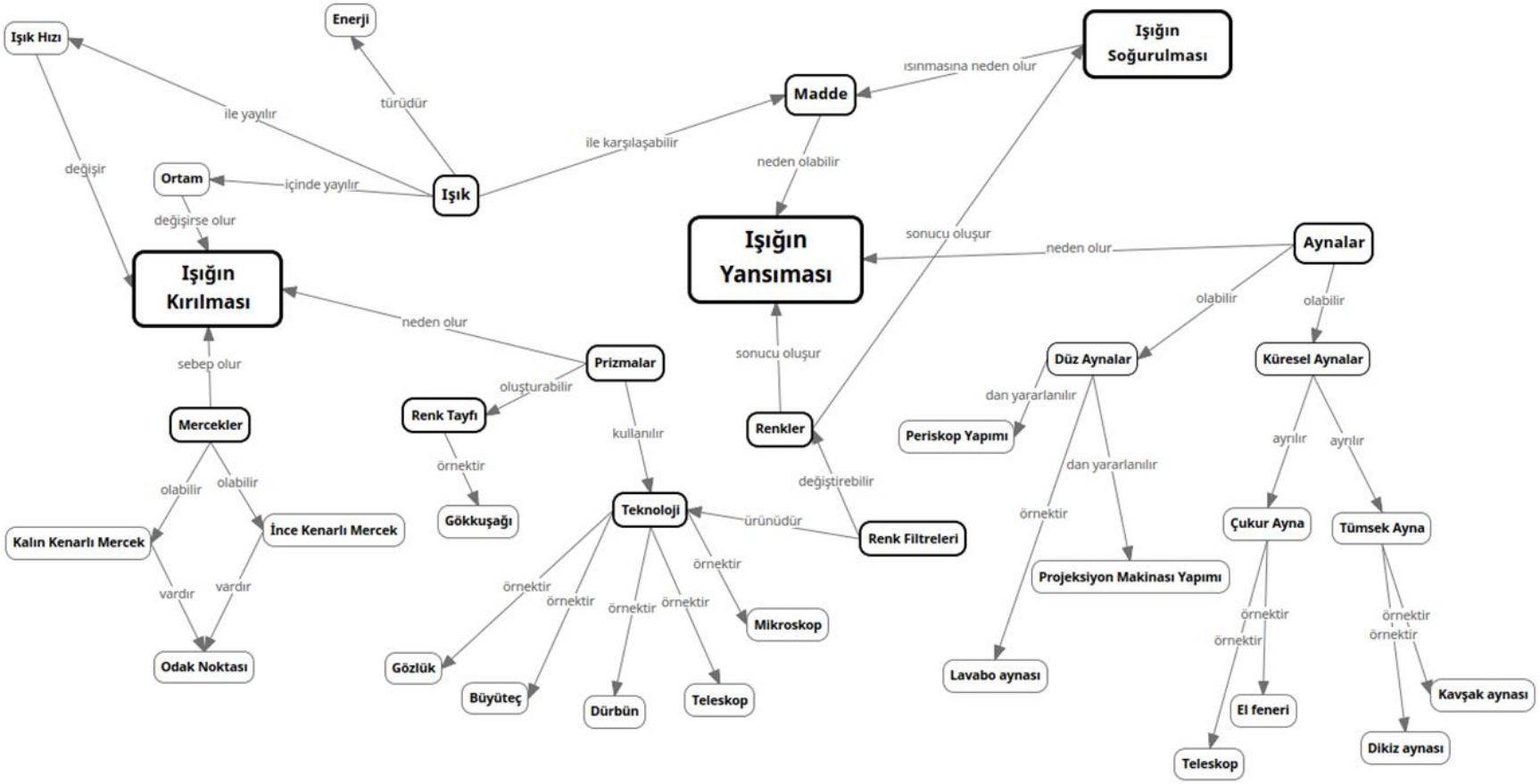


Havadan prizmaya 15, 25, 35 ve 70 derecelik gelme açısı değerleri kullanarak ışık ışınlarını gönderdiğimizde kırılma açısı ile ilgili tahminlerinizi tabloya yazınız.

Havadan prizmaya 15, 25 ve 35 derecelik gelme açısı değerleri kullanarak ışık ışınlarını gönderiniz. Her bir gelme açısı için kırılma açısı değerlerini okuyunuz ve tabloya yazınız.

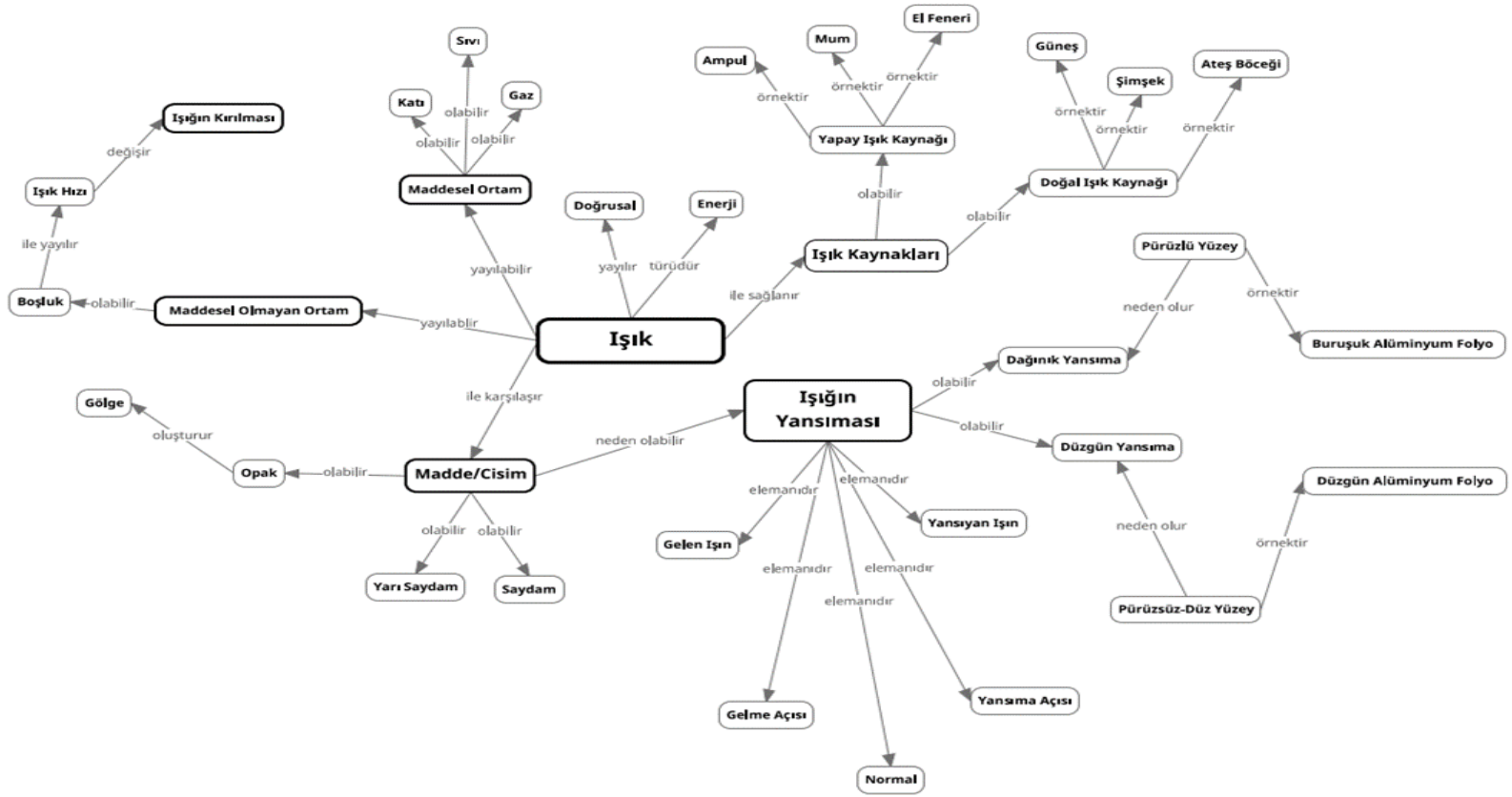
Gelme Açısı	**Kırılma Açısı**	
	Tahminlerim	**Gözlemlerim**
15		
25		
35		
70		

EK 11. Kavram Haritası



Fen Bilimleri Dersi 7. sınıf Konuları

EK 11. Kavram Haritası



Fen Bilimleri Dersi 7. sınıf Öncesi Konular

EK 12. Alan Yazın Kavram Yanılgıları

Alternatif Kavramlar	Tespit Eden
• Düzlem aynadaki görüntüde sağ-sol değişimi olur. • Düzlem aynada görüntünün aynaya uzaklığı cismin aynaya olan uzaklığından daha büyüktür. • Düzlem aynada görüntü aynanın önünde oluşur • Düzlem aynada görüntü gerçektir. • Sanal görüntü düzdür ve cisimle aynı boydadır. Görüntünün gerçek olduğu ters olmasından anlaşılır. • Çukur aynalarda oluşan görüntüler gerçektir.	Anıl ve Küçüközer (2017)
• Görme olayı ışık ışınlarının cisimleri aydınlatmasıyla gerçekleşir. • Görüntü oluşturmak için sadece aynaya ihtiyaç vardır.	Çökelez ve Çiftçi-Yaşar (2015)
• Aynada görüntü ters oluşur. • Düzlem aynada görüntünün yeri eşit uzaklıkta ve önünde ya da aynanın üzerinde oluşur. • Aynanın arkasında görüntü oluşmaz. • Gerçek görüntüde aynaya baktığımızda kendimizi olduğumuz gibi görürüz.	Kocakülah ve Demirci (2010)
• Beyaz renk gözde ışın oluşturmaktadır bu yüzden görünür. • Karanlık odada ayırt edici bir renk olan beyaz görülür. • Kendi rengini yansıtan maddeler görülebilir. • Açık renkli cisimler ışığı soğurduğundan karanlıkta görülürler. • Beyaz tüm renkleri içinde barındırdığı için görülebilir.	Uzoğlu vd. (2013)
• Işık cismin rengini soğurur. • Gökkuşağının oluşmasının nedeni; • Güneş ışığının bulutlar üzerine düşmesi ile bulutlar prizma gibi davranır ve ışığı kırar ve yansıtır • Hava yoğunluğunun değişmesi ile oluşur • Yağmur damlalarının her birinin kırıcılık indisi farklı olmasından kaynaklanır • Her ışığın yansıma ve kırılma açısı farklıdır • Yağmur damlaları gökyüzünde yansır	Bacanak vd. (2012)
• Gökyüzü okyanustan yansıyan ışığın etkisiyle mavi görünür. • Prizma ışığı renklendirir.	Ünal-Çoban (2009)
• Her nesne her zaman üzerine tutulan ışığın rengini alır.	Valanides ve Angeli (2008)
• Cisimlerin renkleri cisme tutulan ışığın rengiyle aynı renkte görülür. Rengin ışıkla bir ilişkisi yoktur, nesnelerin bir özelliğidir.	Keleş ve Demirel (2010)
• Görüntü gözlemci olmasa bile her zaman aynada vardır. • Yarım mercek yarım görüntü oluşturur. • Renk, ışıktan farklı olarak özel maddelerin karışımıdır. • Değişik renkler karıştırıldığında renklerin ışıkları ayrı kalır. • Renkli ışıkların karışımı koyu bir ışık oluşturur.	Galili ve Hazan (2000)

• Bir yüzeyde ışığın kırılması olayında gözden nesneye doğru düz bir çizgi halinde ışık ışını vardır. • Az kırıcı ortamdan çok kırıcı bir ortama geçen ışık ışını normalden uzaklaşır.	Kaewkhong vd. (2010)
• Işığın yayılması için hava gereklidir. • Işık hava olmayan bir ortamda yatay olarak gider. • Görüntü aynanın yüzeyinde oluşur. • Merceğin ortası görüntü oluşumunda etkindir.	Blizak vd. (2009)
• Işık havadan cama geçerken kırılmaz. • Bir sıvının içindeki kalemin kırık gibi görünmesi, ışık yansıması nedeniyle olur.	Srisawasdi ve Kroothkeaw (2014)
• Gün ışığı, güneş ışığı ve beyaz ışık farklı ışıklardır. • Güneş ışığı sarı renktedir.	Haagen-Schützenhöfer, 2017
• Renkli ışık, nesnenin rengiyle karışır. • Renkli ışık, nesneye rengini verir. • Renkli ışık, nesnelerin görünümü üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir.	Feher ve Meyer, 1992
• Renklerin oluşmasında ışığın etkisi yoktur, cisimler boyandıkları renkte görünürler. • Cisimler soğurdukları ışığın renginde görünürler. • Bütün renklerin birleşmesiyle siyah oluşur. • Bütün renklerin soğurulmasıyla beyaz oluşur. • Siyah ve beyaz bir renktir. • Beyaz cisimlerin renksiz olmasıdır. • Boyalarda birincil (ana) renkler; kırmızı, sarı ve mavidir. • Kırmızı ve mavi boya birleşince magenta; kırmızı ve yeşil boya birleşince sarı, mavi ve yeşil boya birleşince cyan (camgöbeği) rengi oluşur. • Işık renkleri ve boya renklerinde ana renkler aynıdır.	Şahin Akyüz ve Çil, 2013
• Görüntü iki noktada oluşabilir. • Işık aynanın üzerinde kalır.	Fetherstonhaugh (1990)
• Işığın su gibi saydam ortamlara girip yön değiştirmesine yansıma denir.	Tortop vd. (2007)

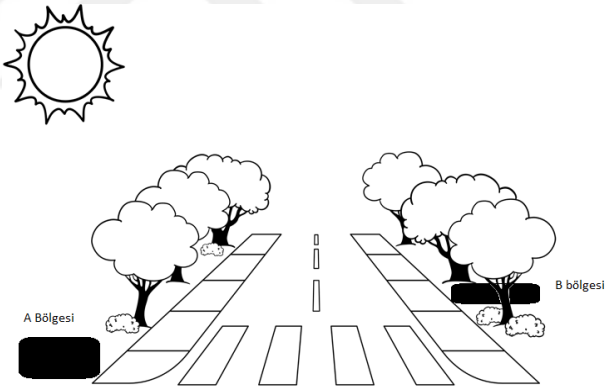
EK 13. Uzman görüşü soru örneği

SORU 3	GEREKLİ	GÖZDEN GEÇİR	ÇIKAR
Konu Alanı			
İlişkili Kazanım			
Maddenin Bilgi Boyutu			
Maddenin Bilimsel Süreç Boyutu			
AÇIKLAMA-ÖNERİ			

SORU 3	
Ders Adı: Fen Bilimleri Eğitimi	**Sınıf düzeyi:** 7. Sınıf
Ünite Adı: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu Adı: F.7.5.1. Işığın Soğurulması	
Kazanım: 7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.	
Maddenin Bilgi Boyutu: İşlemsel Bilgi	**Maddenin Bilimsel Süreç Boyutu:** Anlama (Karşılaştırma)
Yanıtlama Süresi: 2 dk	

Problem Durumu (Bilgi)

Bir yaz gününde sıcak havadan bunaldınız ve göl kenarına gidiyorsunuz. Gölün olduğu yere geldiniz ve arabanızı park edecek yer arıyorsunuz. Şekilde görüldüğü gibi biri ağaçların altında gölgede (B bölgesi), diğeri ağaçlardan uzakta (A bölgesi) olmak üzere iki seçeneğiniz bulunmaktadır.



Madde Kökü

Yaz gününde aracınızı hangi bölgeye park etmeyi tercih edersiniz?

a) A bölgesi b) B bölgesi c) Diğer (Yazınız) …….

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

……
……
……

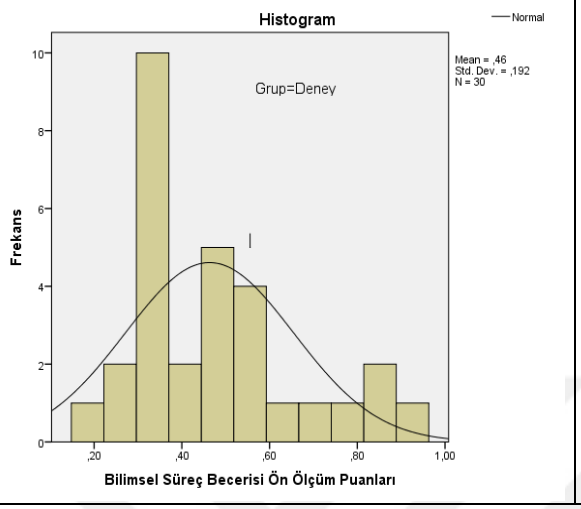
EK 14. Belirtke Tablosu

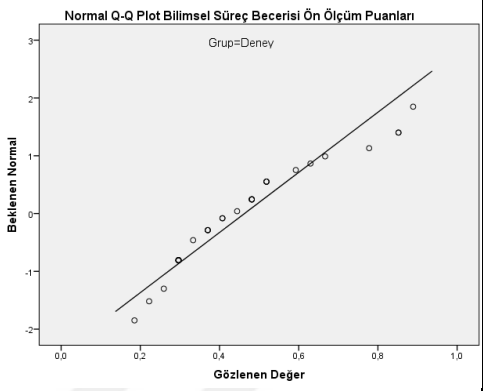
KAZANIMLAR		BİLİŞSEL ALAN (KAZANIMLAR)							
KONULAR		Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma	SORU SAYISI	%
F.7.5.1. Işığın Soğurulması	**7.5.1.1.** Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini **keşfeder.**		3, 4	2				3	21,43
	7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu **sonucunu çıkarır.**		5					1	7,14
	7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla **ilişkilendirir.** *Renk filtrelerine girilmez.*		8		7		6	3	21,43
	7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına **örnekler verir.** *Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır.*								
	7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin **ürettiği fikirleri tartışır.**					9		1	7,14
F.7.5.2. Aynalar	**7.5.2.1.** Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına **örnekler verir.**								
	7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri **karşılaştırır.** ***a.*** *Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez.* ***b.*** *Matematiksel bağıntılara girilmez.* ***c.*** *Çukur aynada cismin görüntüsünün özelliklerinin (büyük / küçük, ters / düz) cismin aynaya olan uzaklığına göre değişebileceği belirtilir.*		10, 11, 12					3	21,43

F.7.5.3. Işığın Kırılması ve Mercekler	***a.*** *Tam yansımaya ve prizmalarda kırılmaya girilmez.* ***b.*** *Snell (Kırılma) Yasası'na girilmez.*	13				1	7,14
	7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak **deneyle gözlemler.**						
	7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını **deneyerek belirler.** ***a.*** *Ormanlık alanlara bırakılan cam atıklarının yangın riski oluşturabileceğine değinilir.* ***b.*** *Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez.* ***c.*** *Matematiksel bağıntılara girilmez.* ***ç.*** *İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktaları çizimle gösterilir.*	14				1	7,14
	7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına **örnekler verir.**	15				1	7,14
	7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak **bir görüntüleme aracı tasarlar.** *Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.*						
TOPLAM SORU SAYISI		**10**	**1**	**1**	**1**	**1**	

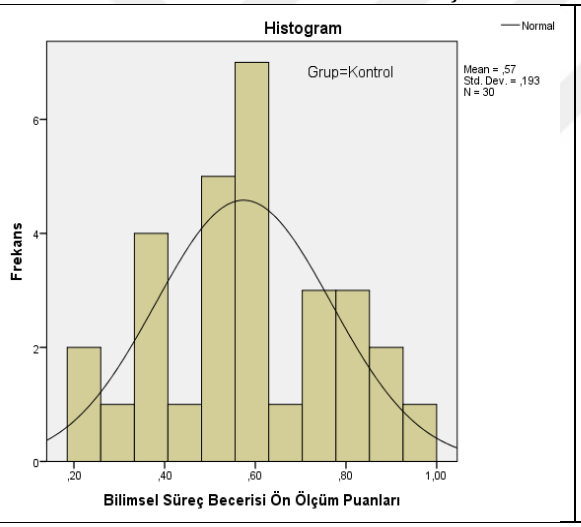
EK 15. D-K Test Puanları Dağılımı

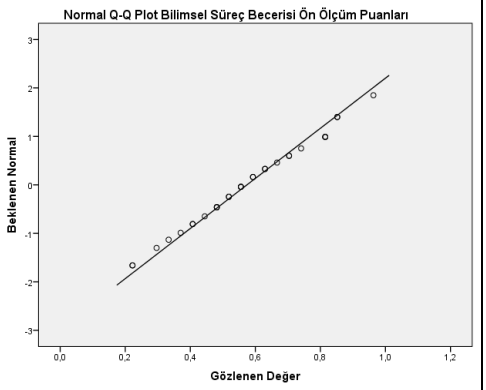
1. Deney Grubu Bilimsel Süreç Becerisi Ön Test Puanlarının Dağılımı



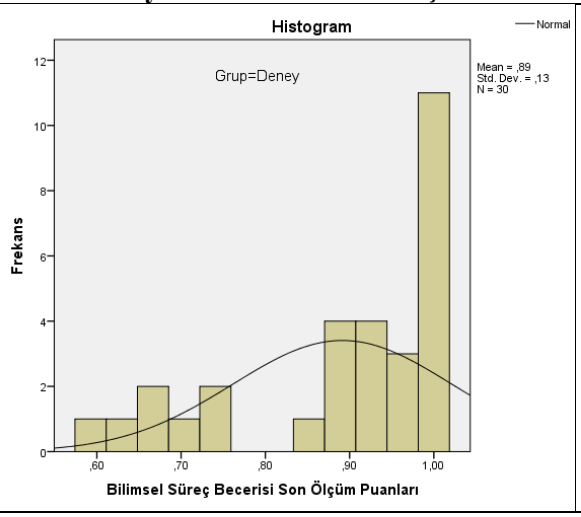


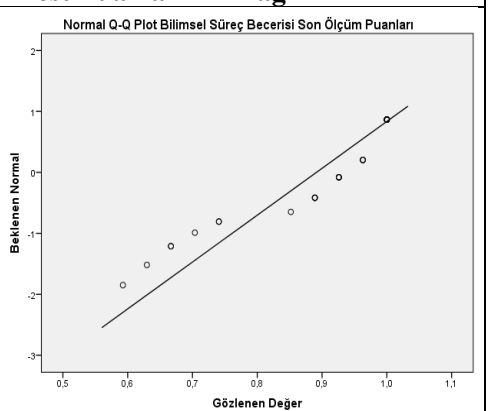
2. Kontrol Grubu Bilimsel Süreç Becerisi Ön Test Puanlarının Dağılımı



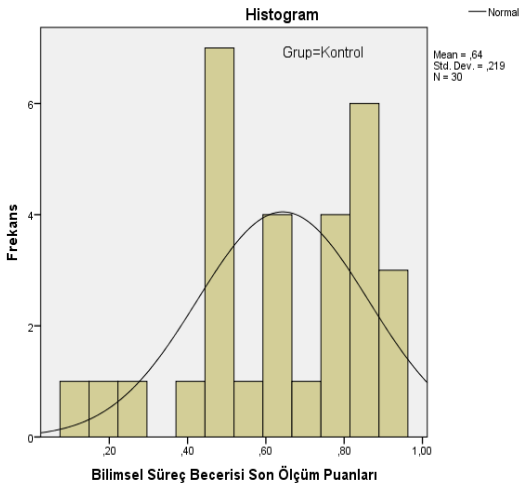


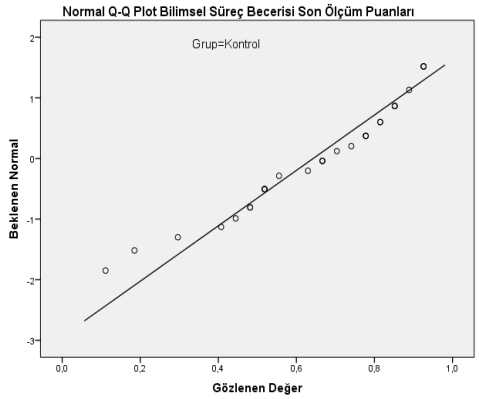
3. Deney Grubu Bilimsel Süreç Becerisi Son Test Puanlarının Dağılımı



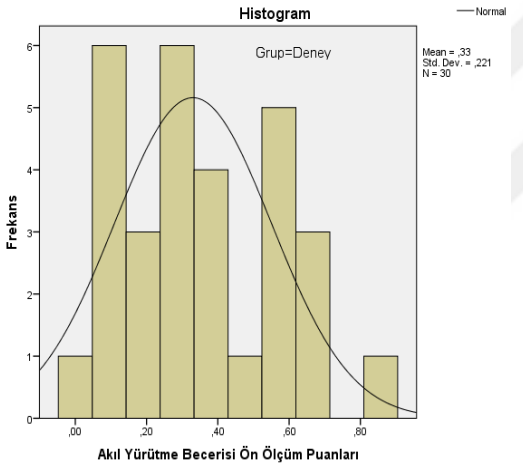


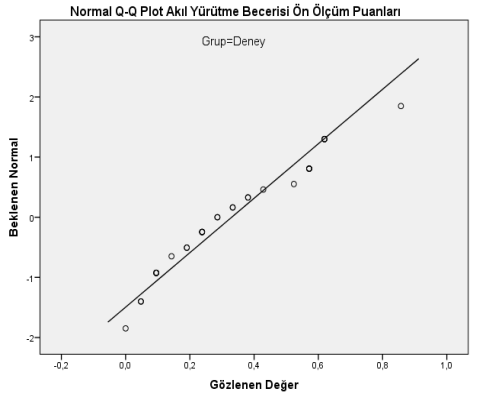
4. Kontrol Grubu Bilimsel Süreç Becerisi Son Test Puanlarının Dağılımı



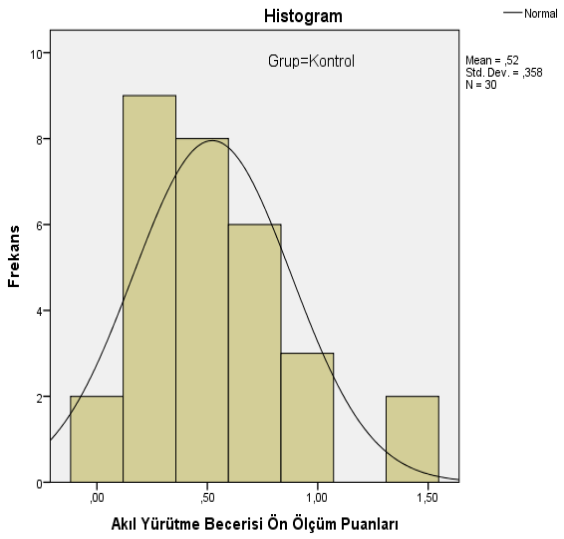


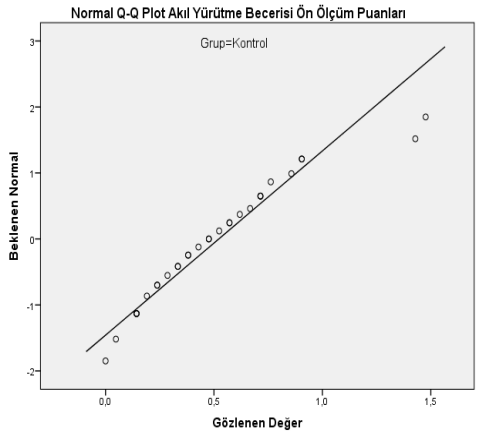
5. Deney Grubu Akıl Yürütme Becerisi Ön Test Puanlarının Dağılımı



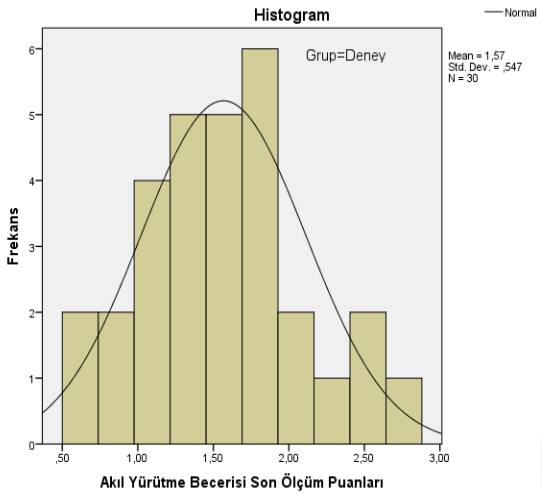


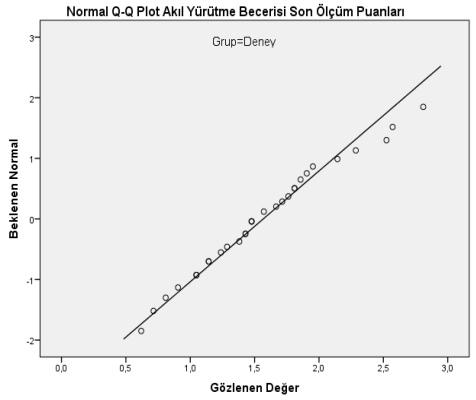
6. Kontrol Grubu Akıl Yürütme Becerisi Ön Test Puanlarının Dağılımı



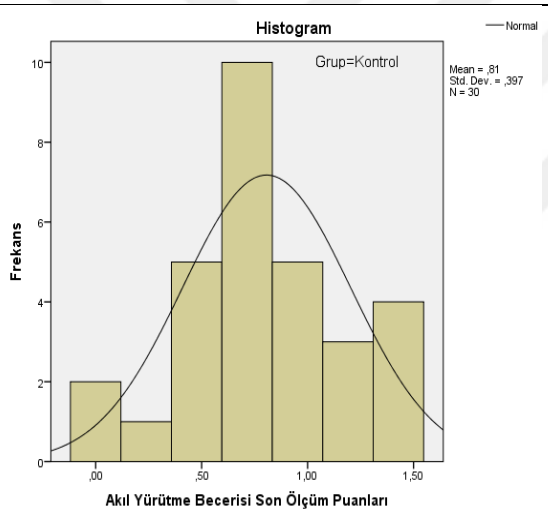


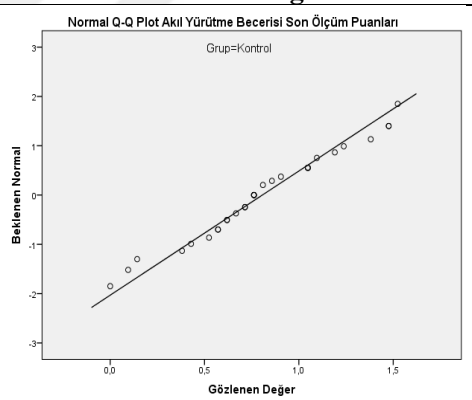
7. Deney Grubu Akıl Yürütme Becerisi Son Test Puanlarının Dağılımı



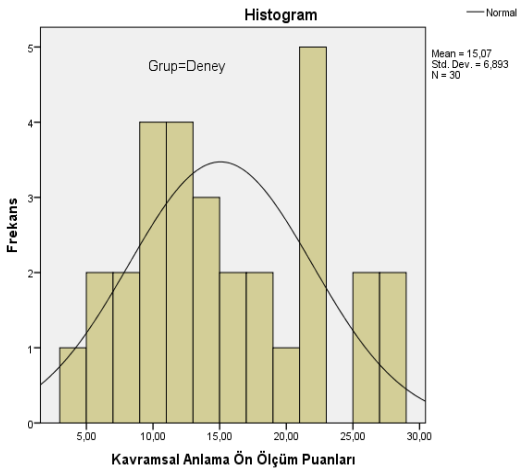


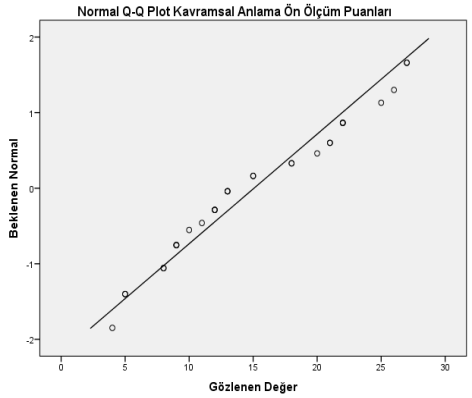
8. Kontrol Grubu Akıl Yürütme Becerisi Son Test Puanlarının Dağılımı



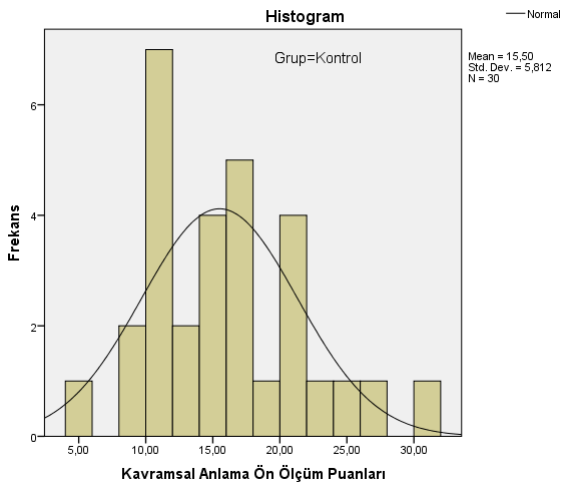


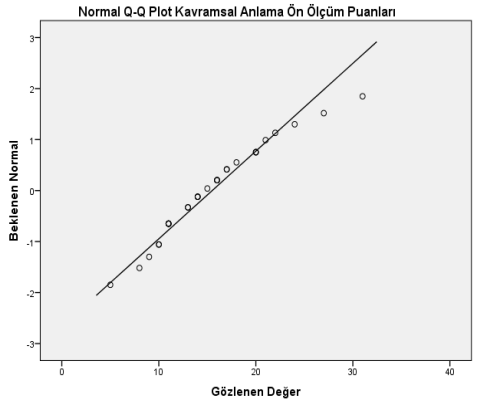
9. Deney Grubu Kavramsal Anlama Ön Test Puanlarının Dağılımı



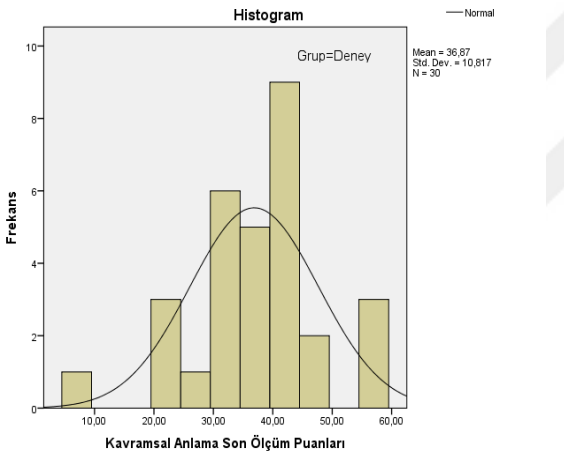


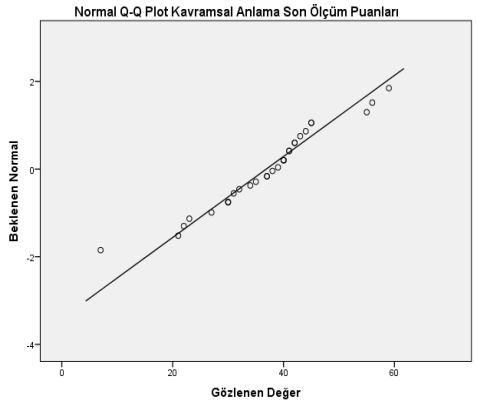
10. Kontrol Grubu Kavramsal Anlama Ön Test Puanlarının Dağılımı



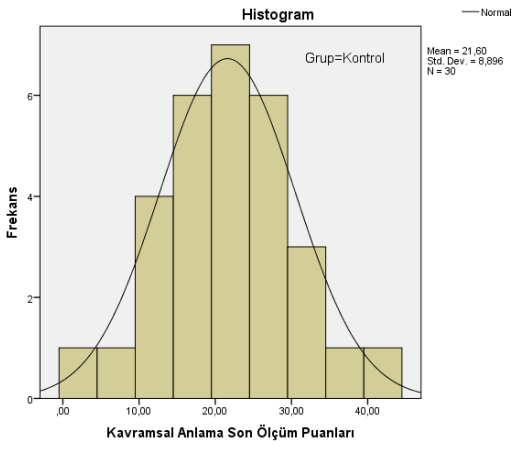


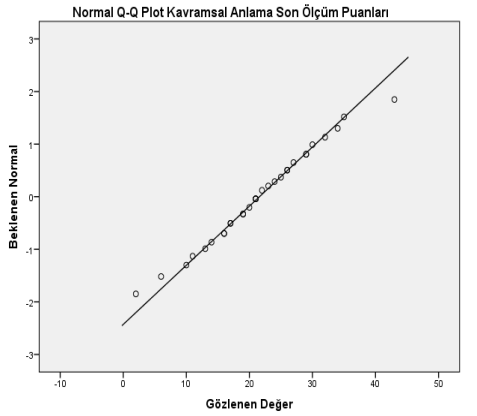
11. Deney Grubu Kavramsal Anlama Son Test Puanlarının Dağılımı





12. Kontrol Grubu Kavramsal Anlama Son Test Puanlarının Dağılımı





EK 16. Bilimsel Süreç Becerisi Testi

1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi sadece gözlem sonucunu yansıtmaktadır?

A) Bitkiler büyümüş, iyi sulanmış olmalı.

B) Heykel, altından yapılmış gibi görünüyor.

C) Duvardaki tablo dikdörtgendir.

D) Binanın duvarlarında çatlaklar var, depremden olmalı.

2. Aşağıdaki ifadelerden hangisi sadece gözlem sonucuna dayalı olarak oluşturulmuştur?

A) Metal kırmızı, sıcak olmalı.

B) Akvaryumdaki balıklar turuncu renkli ve benekli.

C) Araba kaza yapmış, yoldaki buzdan olmalı.

D) Ev ahşaptan yapılmış gibi görünüyor.

3. Aşağıda verilen malzemeleri iki grupta sınıflandırmanız isteniyor. Bu sınıflamayı doğru olarak yapabilmek için aşağıdaki seçeneklerden hangisi en uygundur?

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

A) Süt ürünleri ve meyveler

B) Katılar ve sıvılar

C) Meyveler ve sebzeler

D) Süt ürünleri ve sebzeler

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



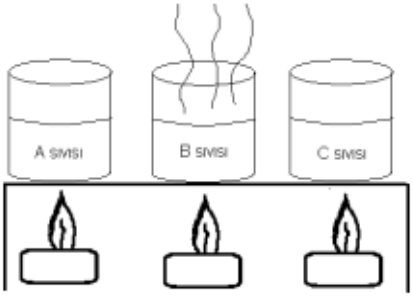
A) Üçgen ve dikdörtgen şekiller

B) Kare ve yuvarlak şekiller

C) Dikdörtgen ve yuvarlak şekiller

D) Büyük ve küçük şekiller

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



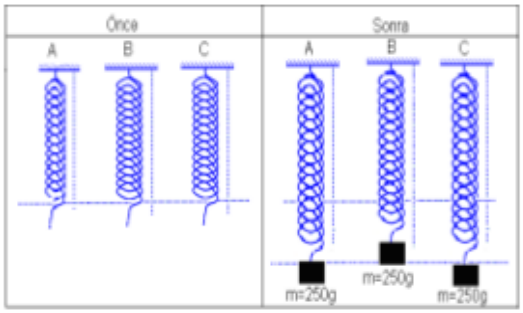
A) A ve B sıvısı aynıdır, çünkü B sıvısının kaynaması önemli değildir.

B) A ve C sıvısı aynıdır, çünkü B sıvısı kaynadığı anda ikisi de kaynamamıştır.

C) B ve C sıvıları aynı değildir, çünkü B sıvısı kaynamıştır.

D) A, B ve C sıvıları aynıdır, çünkü kaynama önemli değildir.

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



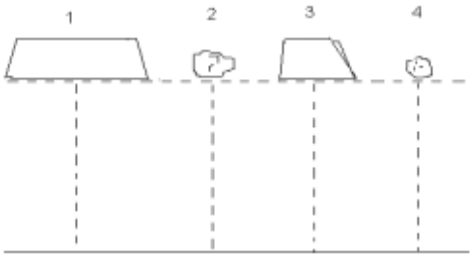
A) A ve B yayı özdeştir, çünkü farklı uzama miktarlarıönemli değildir.

B) A ve C yayı özdeştir, çünkü aynı uzama miktarlarınasahiptir.

C) B ve C yayı özdeş değildir, çünkü farklı uzamamiktarlarına sahiptir.

D) Üç yayda özdeştir, çünkü uzama miktarları önemli değildir.

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



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

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

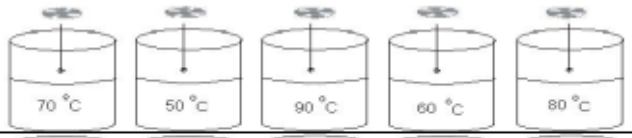
A) Her iki bitkiye de daha çok besin vermek

B) Farklı iki çeşit saksı bitkisi ve onlara faklı miktarda su eklemek

C) Farklı miktarlarda suyun ekleneceği, daha fazla sayıda özdeş saksı bitkisi hazırlamak

D) Farklı miktarlarda suyun ekleneceği, faklı türden saksı bitkileri hazırlamak

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

Deney Öncesi	
Deney Sonrası	

Yukarıdaki şekle bakarak nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz?

A) Özdeş demir parçalarının konulduğu suyun sıcaklığı arttıkça, demir parçalarının genleşme miktarı azalır.

B) Farklı demir parçalarının konulduğu suyun sıcaklığı azaldıkça, demir parçalarının genleşme miktarı artar.

C) Özdeş demir parçalarının konulduğu suyun sıcaklığı arttıkça, demir parçalarının genleşme miktarı artar.

D) Özdeş demir parçaların konulduğu suyun yoğunluğu arttıkça, demir parçalarının genleşmesi azalır.

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

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

A) Arabaya konan katkı maddesi miktarı artarsa, yakıt miktarı artar.

B) Arabanın hızı artarsa, yakıt miktarı artar.

C) Arabanın hızı artarsa, yakıt miktarı azalır.

D) Arabanın motor hacmi artarsa yakıt miktarı artar.

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

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

A) Arabaya konan katkı maddesi miktarı artarsa, yakıt miktarı azalır.

B) Arabanın hızı azalırsa, yakıt miktarı azalır.

C) Arabaya konan katkı maddesi miktarı artarsa, yakıt miktarı artar.

D) Arabanın kütlesi artarsa, yakıt miktarı artar.

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

A) Farklı bitkiler almalı, onlara faklı miktarda ışık vermeli ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.

B) Özdeş bitkiler almalı, onları karbondioksit oranı yüksek ortama koymalı ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.

C) Özdeş bitkiler almalı, onlara farklı miktarda ışık vermeli ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.

D) Farklı bitkiler almalı, onlara farklı miktarda su vermeli ve bitkilerdeki değişimi gözlemeli.

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

A) Özdeş iletkenler almalı ve farklı gerilimler vererek dirençleri ölçmeli.

B) Aynı kesit ve uzunlukta, farklı cinste iletkenler almalı ve aynı gerilim vererek dirençleri ölçmeli.

C) Aynı kesit ve uzunlukta, farklı cinste iletkenler almalı ve farklı gerilim vererek dirençleri ölçmeli.

D) Özdeş iletkenler almalı ve aynı gerilimi vererek dirençleri ölçmeli.

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

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

Tablodaki verilere göre sıvının basınç-yükseklik grafiği aşağıdakilerden hangisidir?

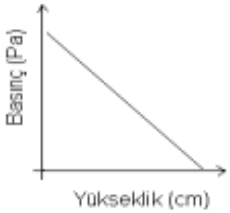
A)



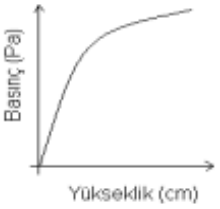
B)



C)



D)



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

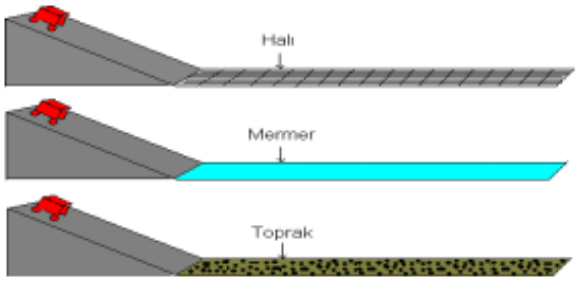
A) Özdeş kaplar alarak içine aynı hacme sahip su koymalı ve her birine farklı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kaplarıkaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.

B) Özdeş kaplar alarak içine farklı hacme sahip su koymalı ve her birine farklı miktarlarda tuz eklemelidir Tüm kaplarıkaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.

C) Özdeş kaplar alarak içine farklı hacme sahip su koymalı ve her birine aynı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kaplarıkaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.

D) Özdeş kaplar alarak içine aynı hacme sahip su koymalı ve her birine aynı miktarlarda tuz eklemelidir. Tüm kaplarıkaynatmalı ve kaynama noktalarını termometre ile ölçmelidir.

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



16) Yukarıdaki senaryoya göre, araştırmanın problemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Arabanın aldığı yolda farklı zeminlerin etkisi var mıdır?

B) Arabanın aldığı yolda eğimin etkisi var mıdır?

C) Arabanın aldığı yolda arabanın kütlesinin etkisi var mıdır?

D) Arabanın aldığı yolda arabanın hızının etkisi var mıdır?

17) Yukarıdaki senaryoya göre, araştırmanın hipotezi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Araba ne kadar ağır olursa, aldığı yol o kadar artar.

B) Araba ne kadar yüksekten bırakılırsa, aldığı yol artar.

C) Zeminin pürüzü arttıkça, arabanın aldığı yol azalır.

D) Arabanın hızı arttıkça, aldığı yol artar.

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

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

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

A)Arabanın kütlesi B) Arabanın hızı C) Zeminin cinsi E) Arabanın aldığı yol

20) Yukarıdaki senaryoya göre araştırmanın kontrol değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yataydaki zeminin cinsi

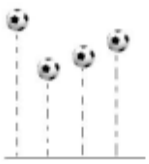
B) Arabanın kütlesi

C) Arabanın aldığı yol

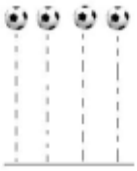
D) Arabanın yatay zemindeki ortalama hızı

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

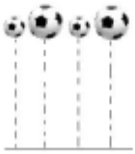
A)



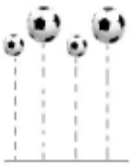
B)



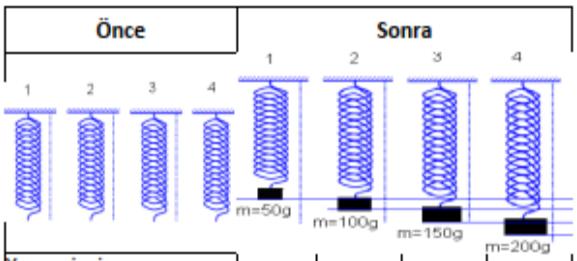
C)



D)



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



Yayın cinsi	Çelik	Çelik	Çelik	Çelik
Yaya asılan kütle	50 g	100 g	150 g	200 g
Yaydaki uzama miktarı	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm

22) Yukarıdaki deneye göre, araştırmanın problem aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yaya asılan kütle miktarı artarsa, yayın uzama miktarıartar mı?

B) Yayın boyu azalırsa, yayın uzama miktarı artar mı?

C) Yayın cinsi değişirse, yayın uzama miktarı değişir mi?

D) Yayın alınlığı artarsa, yayın uzama miktarı azalır mı?

23) Yukarıdaki deneye göre, araştırmanın hipotezi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yayın kalınlığı artarsa, yayın uzama miktarı azalır.
B) Yaya boyu azalırsa, yayın uzama miktarı artar.
C) Yayın cinsi değişirse, yayın uzama miktarı değişir.
D) Yaya asılan kütle miktarı artarsa, yayın uzama miktarı artar.

24) Yukarıdaki deneye göre, araştırmanın bağımlı değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yayın cinsi B) Yayın kütlesi C) Asılan cismin kütlesi D) Yayın uzama miktarı

25) Yukarıdaki deneye göre, araştırmanın bağımsız değişkeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yayın cinsi B) Yayın kütlesi C) Asılan cismin kütlesi D) Yayın uzama miktarı

26) Yukarıdaki deneyden elde edilen araştırma verilere göre bu araştırmadan nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz?

A) Yaya uygulanan kuvvet ile yayın uzama miktarı doğru orantılıdır.
B) Yaya uygulanan kuvvet ile yayın uzama miktarı ters orantılıdır.
C) Yayın kalınlığı ile yayın uzama miktarı doğru orantılıdır.
D) Yayın boyu ile yayın uzama miktarı doğru orantılıdır.

27) Yukarıdaki deneyden elde edilen araştırma sonuçlarına göre yaya asılan kütle ile yaydaki uzama miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren aşağıdakilerden hangisidir?

A)



B)



C)



D)



EK 17. Akıl Yürütme Becerisi Testi

A. Hatice ve Sıla mağazaya gidip sarı renkte bir şapka alıyor. Eve giderken Ebru ile karşılaşırlar aldıkları sarı şapkayı Ebru'ya gösterirler. Şapkaya baktıklarında şaşırmışlardır, şapka beyaz renktedir. Mağazada sarı olarak görüp aldıkları şapka şu an beyaz renkte. Sıla bir karışıklık olduğunu yanlış şapkayı aldıklarını düşünmektedir. Hatice ise mağazadaki ışıkta ve güneş ışığında şapkanın farklı görünebileceğini düşünmektedir. Hangi durumun doğru olduğunu araştırmaya karar verirler.

Yeni Şapka ile ilgili araştırmalar;

Hatice ve Sıla beyaz, kırmızı, sarı ve yeşil renklerde ampul alırlar. Hatice'nin düşüncesinden yola çıkarak farklı renkteki ışıklar altında şapkanın hangi renkte göründüğüne bakarlar. Aşağıdaki resim onların ne gördüğünü göstermektedir.

Yeni şapkanın farklı renkteki ampuller altındaki görünüşü şekilde yer aldığı gibidir.

Beyaz ampul	Kırmızı ampul	Sarı ampul	Yeşil ampul
			
Beyaz renkte görünür	Kırmızı renkte görünür	Sarı renkte görünür	Yeşil renkte görünür

1. Hatice ve Sıla'nın yeni şapka ile ilgili araştırmalarının sonuçlarını açıklayınız.

2. Hatice ve Sıla mağazadan yanlış bir şapka mı almıştır? (Kutulardan birini işaretleyin)

   ☐ Evet

   ☐ Hayır

Onların araştırmasının sonuçlarını kullanarak yanıtınızı açıklayınız.

3. Hatice ve Sıla dolaptan başka bir şapka alırlar. Şapka beyaz ışık altında mavi görünmektedir.

Beyaz Ampul	Mavi Ampul
	?
Mavi renkte görünür	.....

Mavi ışık altında şapkanın hangi renk görüneceğini düşünüyorsunuz?

Cevap: .....

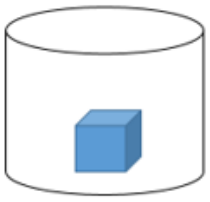
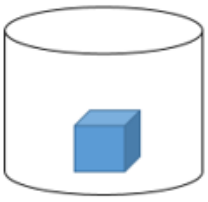
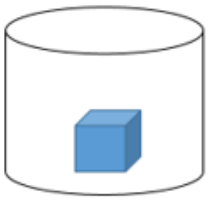
Hatice ve Sıla'nın araştırmalarının sonuçlarını kullanarak cevabınızı açıklayınız.

4. Bu deney için değişkenlerinizi belirleyiniz ve tabloda uygun yerlere yazınız.

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol Değişken(ler)/Sabit Tutulan

B. Elinizde; *üç kap ve içerisinde buz küpleri *siyah, beyaz, kırmızı renklerde kumaşlar *beyaz ışık bulunmaktadır.

Kaplara vuran ışığın bir kısmı yansıyacaktır. Bir kısmı ise emilecektir ve kabın içini ısıtacaktır.

		
I. Kap	II. Kap	III. Kap

1. Kapları hangi renk kumaş ile kapladığınızda beyaz ışık ile aydınlatıldığında buz en kısa sürede eriyecektir? Cevabınızı belirtip nedenini açıklayınız.

2. Kapları hangi renk kumaş ile kapladığınızda beyaz ışık ile aydınlattığınızda buz en uzun sürede eriyecektir? Cevabınızı belirtip nedenini açıklayınız.

3. Kapları farklı renk kumaşlar ile kaplayarak beyaz ışık altında aydınlatıldığında;

Bu düzenek için kapları hangi renklerde kumaşlar ile kaplayacağınızı tabloda belirtiniz. Nedenini açıklayınız.

Durumlar		**Kaplanan Kumaş Renkleri**
1.Durum	I. Kaptaki buzun en kısa sürede eriyeceği	
2.Durum	II. Kaptaki buzun I. Kap ve III. Kap erime süreleri arasında bir süreçte eriyeceği	
3.Durum	III. Kaptaki buzun en uzun sürede eriyeceği	
Açıklama:		

4. Bu deney için değişkenlerinizi belirleyiniz ve tabloda uygun yerlere yazınız.

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol Değişken(ler)/Sabit Tutulan

C. Enerji Tasarruflu Kulübe

Dünya çapında enerji tasarrufu önem kazanmakta ve enerji tasarruflu ortamlar konusunda artan bir istek bulunmaktadır. *Enerji tüketimindeki azalma tasarruf sağlayabilir ve atmosfere sera gazı salınımını da azaltabilir.* Mimarlar, bir kulübenin tasarımında yapılacak farklı seçimlerin enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmak (23 °C sabit sıcaklık altında bir ortamı ısıtmak ve serinletmek için çatı renginin ihtiyaç duyulan enerji miktarı üzerindeki etkisini) istemektedirler.

Tasarlanan bu kulübe dışarıdaki farklı hava sıcaklıklarında kulübe içindeki sıcaklığı 23 °C 'ta tutmak için hem ısınma hem de soğutmaya enerji harcayacaktır.

1. Bazı kulübeler dışarıdaki hava sıcaklığının 40 °C ve daha fazla olduğu çok sıcak iklimli alanlarda inşa edilecektir. Kulübelerde hangi çatı rengini (Siyah, Kırmızı ve Beyaz) kullanmanın en iyi olacağı konusunda sizden yardım istenmektedir.

Üç çatı rengini çok sıcak bir iklimde (40 °C) kulübeyi 23 °C 'a soğutmak için gereken enerji tüketimini azaltacak şekilde sıralayınız. Açıklayınız.

2. Dışarıdaki hava sıcaklığı 10 °C iken, beyaz çatılı bir kulübe ile siyah çatılı kulübe arasındaki enerji tüketimi farkı ne olur? Tahminlerinizi yazıp açıklayınız. (Kulübe içi 23 °C olacaktır.)

3. Aşağıdaki durumlara göre kırmızı çatılı bir kulübenin enerji tüketimi, beyaz çatılı bir kulübenin enerji tüketimi ile nasıl karşılaştırılır? Açıklayınız. (Kulübe içi 23 °C olacaktır.)

   a. 10 °C ve altındaki sıcaklıklarda kırmızı çatılı kulübe, beyaz çatılı kulübeden ..... enerji tüketimine sahiptir.

   b. 20 °C ve üstündeki sıcaklıklarda kırmızı çatılı kulübe, beyaz çatılı kulübeden ..... enerji tüketimine sahiptir.

4. Tabloya göre üç çatı rengi için bütün sıcaklık değerlerinde dışarıdaki hava sıcaklığı ve enerji tüketimi arasındaki ilişki hakkında hangi sonuca varabilirsiniz? Açıklayınız.

Dışarıdaki Hava Sıcaklığı (°C)	Çatı Rengi	Enerji Tüketimi (watt-saat)
10	Beyaz	2870
30	Beyaz	1970
10	Kırmızı	2510
30	Kırmızı	3050
10	Siyah	2310
30	Siyah	3650

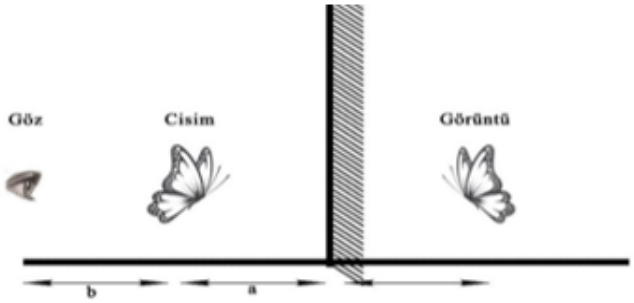
D. Nehirdeki balıklar



1.Bir nehir kıyısında dururken önünüzdeki suyun içinde bir balık yakalamak isterseniz balığı (zıpkınla avlama) doğrudan vurmak için gözlemlenen balığın üstüne mi altına mı yoksa tam üzerine mi nişan alınmalıdır? Açıklayınız.

2. Işığın kırılması gölün gerçekte olduğundan daha derin mi yoksa daha sığ mı görünmesine neden olur? Açıklayınız.

E.



1. Aynanın önünde aynaya a birim uzaklıkta göz seviyesinde bir kelebek bulunuyor. Siz resimdeki gibi kelebeğin gerisinde ve kelebekten b birim uzaktasınız. Sizin gözünüzün kelebeğin aynadaki görüntüsüne uzaklığı kaç birimdir? Cevabınızı açıklayınız.

2.



Aynanın karşısına geçen pandanın düz aynada görüntüsünü inceleyiniz. Sağ elini havaya kaldırmaktadır.

Pandanın aynadaki görüntüsünde hangi eli havaya kalkmaktadır? Açıklayınız.

F. Kübra, Merve ve Ayşe saksıda aynı boyda aynı çiçekten almışlardır. Çiçeklerini evlerine götürüp bakmaya başlamışlardır. Bir süre sonra bitki büyümelerinde şekildeki gibi büyük bir farklılık olduğunu görüyorlar.

Kübra'nın Çiçeği	Merve'nin Çiçeği	Ayşe'nin Çiçeği
		
Çok iyi gelişmiş-büyümüş	Çiçek ölmüş	Gelişimi zayıf

1. Kübra, Merve ve Ayşe bitkilerini yetiştirirken farklı neler yapmış olabilirler? Açıklayınız.

2. Bitkilerin gelişimleri ve boyları dikkate alındığında beyaz ışık, kırmızı ışık, yeşil ışık ve karanlık/ışıksız ortamdan hangilerinde yaşamış olabilirler? Nedenini açıklayınız.

G. Kübra, Merve ve Ayşe saksıda aynı boyda aynı çiçekten almışlardır. Çiçeklerini evlerine götürüp bakmaya başlamışlardır. Çiçeklerini her biri farklı renk ışık bulunan odada 6 ay boyunca beslemişlerdir. Bu süreçte çiçekler özdeş saksılarda aynı miktarda su ile sulanmaktadır. Çiçeklerin 3 aylık gelişimine yönelik tablo yer almaktadır.

Kübra	Merve	Ayşe
		

1. Tabloda çiçeklerin yaşam ortamlarında kullanılan ışık renklerini dikkate alarak çiçeklerin boylarıyla ilgili tahminlerde bulununuz. Tahminlerinizi tabloya yerleştiriniz. Açıklayınız.

Kişiler	**Çiçeğin Aydınlandığı Işık Rengi**	**Çiçeklerin İlk Boyları**	**Boy (1.ay)**	**Boy (2.ay)**	**Boy (3.ay)**
Kübra	Beyaz	10 cm			
Merve	Yeşil	10 cm			
Ayşe	Kırmızı	10 cm			

2.Bu deney için değişkenlerinizi belirleyiniz ve tabloda uygun yerlere yazınız.

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol Değişken(ler)/Sabit Tutulan

H. Bir kumsalda cankurtaransınız ve su içerisinde tehlikede olan bir insan görmektesiniz.



Resimde sizinle kıyı şeridinin ve tehlike altındaki kişinin konumları yer almaktadır. Siz A noktasındasınız ve tehlike içindeki kişi B noktasında. **<u>Yüzebileceğinizden daha hızlı koşabilmektesiniz.</u>**

(2. yolda bulunan kumsal mesafesi>1. Yolda bulunan kumsal mesafesi)

1. B 'ye ulaşmak için I. yolu mu izlemelisiniz, II. yolu mu izlemelisiniz? Açıklayınız.

EK 18. Kavramsal Anlama Testi

1. (M2)



Ali, ailesi ile göl kenarına pikniğe gitmiştir. Ali göl durgunken ağaçları ve kendisini gölde görmektedir. Ancak göle taş attığında kendisini ve ağaçları gölde net görememektedir. Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

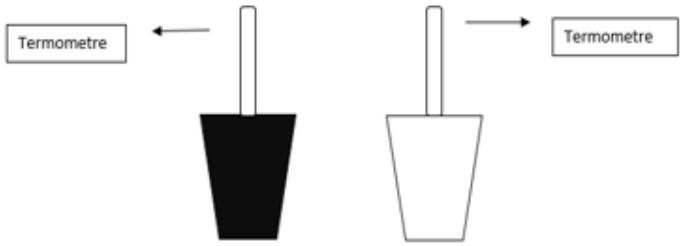
a) Göl durgunken dağınık yansıma gerçekleşmiştir, taş atıldığında düzgün yansıma gerçekleşmiştir.

b) Göl durgunken düzgün yansıma gerçekleşmiştir, taş atıldığında dağınık yansıma gerçekleşmiştir.

c) Bu olayın yansıma ile ilgisi yoktur. Diğer (Yazınız).....

Soruda verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

2. Hatice, öğretmeninin ışık konusu hakkında sorduğu bir sorunun cevabını bulabilmek için biri beyaz diğeri siyah olan su dolu özdeş bardakların içine termometre yerleştirdi.



A. **(M3)** Güneş ışığında bir süre beklettiği bardaklardaki termometrelerde okunan değerler hakkında ne söylenebilir?

a) Bardaklardaki termometreler arasındaki değerlerde fark bulunmamaktadır.

b) Beyaz bardaktaki okunan değer siyah bardaktakinden daha yüksektir.

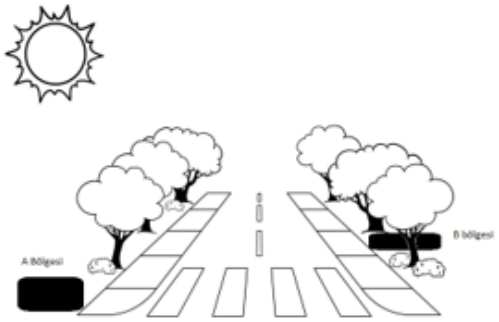
c) Siyah bardaktaki okunan değer beyaz bardaktakinden daha yüksektir.

Soruda verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

2.B. **(M5)** Açık ve koyu renkli cisimlerin ışığı soğurma oranları aynı mıdır? Açıklayınız.

3. (M7)

Bir yaz gününde sıcak havadan bunaldınız ve göl kenarına gidiyorsunuz. Gölün olduğu yere geldiniz ve arabanızı park edecek yer arıyorsunuz. Şekilde görüldüğü gibi biri ağaçların altında gölgede (B bölgesi), diğeri ağaçlardan uzakta (A bölgesi) olmak üzere iki seçeneğiniz bulunmaktadır.



Yaz gününde aracınızı hangi bölgeye park etmeyi tercih edersiniz?

a) A bölgesi b) B bölgesi c) Diğer (Yazınız) .....

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

4. **(M10)** Dondurma alan arkadaş grubunun arasında geçen konuşmalar aşağıdaki gibidir. (Dondurmalar aynı maddelerden yapılmıştır. Dondurmalara gıda boyası ile renk verilmiştir. <u>Sadece dondurmaların renklerine göre karar veriniz.)</u>



Kahverengi Pembe Beyaz

Burak: Bence hepimizin dondurması eşit sıcaklıkta olduğundan aynı anda erir.

Osman: Bence Sevilay'ın dondurması (beyaz) önce erir.

Sevilay: Hayır bence en erken kahverengi dondurma erir.

Siz kimin fikrine katılıyorsunuz? a) Burak b) Osman c) Sevilay

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

5. (M11)



Umut ve arkadaşları yağmurdan sonra çok güzel bir gökkuşağı görüyor ve gökkuşağında bulunan renklere hayran kalıyorlar. Gökkuşağının oluşması ve gökkuşağında bulunan renklerle ilgili olarak aşağıdaki yorumları yapıyorlar.

Abdülkadir: Havadaki yağmur damlalarının prizma gibi davranması sonucu gökkuşağı oluşur.

Umut: Yeryüzü yağmur ile ıslanınca renkler daha çok yansıma oluşturur.

Ebru: Güneş ışığının yağmur bulutları tarafından soğurulması sonucu gökkuşağı oluşur.

Salih: Sıvıların tanecikleri arasındaki boşluk havanınkinden az olduğu için gökkuşağı oluşur.

Siz hangi öğrencinin fikrine katılıyorsunuz?

a) Abdülkadir b) Umut c) Ebru d) Salih

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Gökkuşağı nasıl oluşmaktadır? Açıklayınız.

6. **(M15)** 7. Sınıf öğrencisi olan Rüzgar okulda 'Işığın Soğurulması' konusu işlenirken renkler ve cisimleri nasıl renkli gördüğümüz konusu ilgisini çekmiştir. Newton'un gerçekleştirdiği deneyden sonra öğretmeni Newton çarkından bahsetmiştir. Rüzgar eve gittiğinde fırıldak topacı hızlı dönebildiği için üst kısmını boya ile boyar ve Newton çarkına dönüştürür. Topacı boyarken öğretmeninin anlattığı renkleri (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor) kullanmıştır. Fakat topacı döndürdüğünde gördüğü renk öğretmeninin söylediği renk değildir.

A. Rüzgar hazırladığı Newton çarkını döndürdüğünde sizce hangi renk oluşur? İşaretleyiniz.

	
( ) Beyaz	( ) Gri

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

B. **(M16)** Rüzgar topacı döndürdüğünde üzerinde beyaz oluşturmak istemektedir. Bu durumda hangi renkleri kullanması gerekir?

a) Kırmızı, Mavi, Yeşil b) Kırmızı, Sarı, Mavi c) Sarı, Cyan, Magenta

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

7. **(M22)** Dijital görüntüleme araçlarında pixel adı verilen ana renklerden oluşan led lambalar yer almaktadır. Baskı yapılan yazıcılarda ise kartuş adı verilen boyalar yerleştirilmektedir. Renkli baskı alınabilen yazıcılarda ana renkler kartuş olarak yerleştirilmektedir.

Baskı (renkli yazıcı) ve dijital görüntüleme (cep telefonu, TV vb.) teknolojilerine temel olan ana renkler nelerdir? Aralarında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

8. Kırmızı Elma



Öğretmen sınıfta cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi konusunu işlemektedir. Öğrencileri ile bir etkinlik gerçekleştirir. Şekilde yer alan kırmızı elmayı farklı renkte ışıklar ile aydınlatarak öğrencilerinden yansıyan, soğurulan renkleri ve elmanın göründüğü rengi söylemelerini ister. Sizler de öğretmenin sorularına cevap veriniz.

A. **(M14)** Yeşil ışık ile aydınlatıldığında yansıyan, soğurulan ve görülen elma rengi hangisidir?

a) ***Yansıyan renk:*** Kırmızı
Soğurulan renk: Yeşil
Elmanın göründüğü renk: Kırmızı

b) ***Yansıyan renk:*** Yok
Soğurulan renk: Yeşil
Elmanın göründüğü renk: Kırmızı

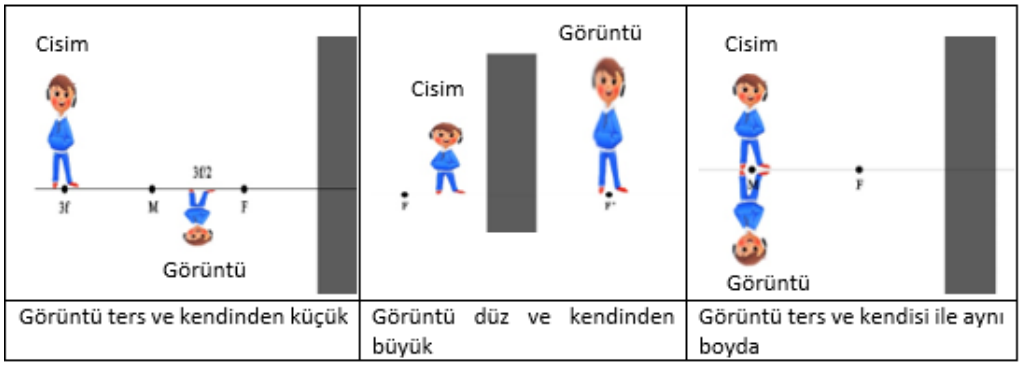
c) ***Yansıyan renk:*** Yok
Soğurulan renk: Yeşil
Elmanın göründüğü renk: Işıksızlık

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

9. **(M18)** Fosil yakıtlar (kömür, petrol vb.) günümüzde yaygın olarak kullanılan enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıtların tükenebilir enerji kaynağı olduğunu biliyorsunuz. Yenilenebilir enerji kaynaklarından (güneş, rüzgar, su vb.) güneş Dünya ve canlılar için en önemli enerji kaynaklarından birisidir.

Güneş enerjisinin günümüzde kullanıldığı alanları düşünerek gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin fikirler üretip tartışınız.

10. Burak annesi ile lunaparkta kahkaha aynalarına gider. Burak bir ayna karşısında uzun süre eğlenmiştir. Bu aynada görüntüsü ters ve kendinden küçük, düz ve kendinden büyük, ters ve kendisi ile aynı boyda görülmektedir.



Görüntü ters ve kendinden küçük	Görüntü düz ve kendinden büyük	Görüntü ters ve kendisi ile aynı boyda

A. **(M24)** Şekildeki gri bölgede ayna bulunmaktadır. Aynada Burak'ın görüntüsünün görülebildiği durumlar ve özellikler yer almaktadır. Sizce bu ayna hangi ayna çeşididir?

a) Düz ayna b) Çukur ayna c) Tümsek ayna

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

B. **(M25)** Tüm ayna çeşitlerinin özelliklerini karşılaştırarak tartışınız.

11. 

Aynanın karşısına geçen pandanın düz aynada görüntüsünü inceleyiniz. Sağ elini havaya kaldırmaktadır.
Pandanın aynadaki görüntüsünde hangi eli havaya kalkmaktadır?

a) Sağ eli b) Sol eli
c) Diğer (Yazınız) .....

(M13) Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

12. **(M30)** Kübra düz aynaya belli bir hız ile yaklaşmaktadır. Bu esnada aynada oluşan ....

Yukarıda yer alan boşluğa aşağıdaki şıklardan hangisi ya da hangileri gelmelidir?

a) görüntü de aynaya aynı hız ile yaklaşır. b) görüntü aynadan aynı hız ile uzaklaşır. c) görüntünün yeri değişmez.

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

13. 

Resimde göl (su ortamında) içerisinde bulunan bir balık ve göle bakan Mehmet (hava ortamında) görülmektedir. Aşağıda verilen cümlelerdeki boşluğa uygun olduğunu düşündüğünüz şıkkı işaretleyiniz.

A. **(M26)** Havadan gölün içine bakan Mehmet göldeki balığı ..... görür.

a) göl yüzeyine daha yakın b) göl yüzeyinden daha uzak c) Diğer (Yazınız) .....

Bu durumun nedenini açıklayınız.

B. **(M27)** Gölden havadaki Mehmet'e bakan balık Mehmet'i ..... görür.

a) göl yüzeyine daha yakın b) göl yüzeyinden daha uzak c) Diğer (Yazınız) .....

Bu durumun nedenini açıklayınız.

14. **(M28)** Son yıllarda özellikle yaz aylarında Ege ve Akdeniz bölgelerinde oldukça fazla orman yangını gerçekleşmektedir. Orman yangınlarının nedenlerine bakıldığında, piknik sırasında yakılan mangal, söndürülmeyen izmaritler, bırakılan cam şişeler ve içerisinde su bulunan pet şişeler çoğunluktadır.

Buna göre özellikle cam şişeler aşağıdaki olaylardan hangisi sebebiyle orman yangınına neden olmaktadır?

a) Güneş ışığını dağıtması b) Güneş ışığını yansıtması c) Güneş ışığını odaklaması

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Seçtiğiniz şıkta yer alan kavramı açıklayınız.

15. **(M35)** Kapı çaldığında hepimiz kimin geldiğini öğrenmek için kapı deliğinden bakarız. Kapı deliğinden baktığımızda, evimizin önünü geniş olarak görürüz ve kimin geldiğini de öğrenmiş oluruz.

Buna göre kapı deliğine konulan optik cisim aşağıdakilerden hangisidir?

a) Çukur ayna b) Kalın kenarlı mercek c) İnce kenarlı mercek

Bu cevabı vermenizin nedeni nedir? Açıklayınız.

EK 19. Görüşme Soruları

'Işığın Madde ile Etkileşimi' Ünitesinde Gerçekleştirilen Uygulamayla İlgili Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Sevgili Öğrenciler,

Fen bilimleri dersinde "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesinin disiplinlerarası entegrasyon ile işlenişine ve ünitede yer alan kavramlara ilişkin neler düşündüğünüzü belirlemek için görüşlerinizi almak istiyorum. Bu bilgileri araştırmacı dışında herhangi bir kimsenin görmesi mümkün değildir. Bu nedenle sorulara açık ve net cevaplar vermeniz araştırmanın güvenirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca araştırma sonuçları yazılırken görüş alınan bireylerin isimleri kesinlikle rapora yansıtılmayacaktır. Vereceğiniz cevapların herhangi bir not değeri olmayacaktır.

Katılımınızdan dolayı teşekkür ederim.

Ayşegül Karapınar

1. Fen Bilimleri dersi 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesi işlenirken yapılan etkinlikler hakkında neler düşünüyorsunuz? En çok neler dikkatinizi çekti?

2. Fen derslerinde işlediğiniz diğer üniteler ile 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinin işlenişi arasında ne gibi farklılıklar gözlemlediniz?

3. 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesi işlenirken yaptığınız etkinliklerden en çok hoşunuza giden etkinlik/etkinlikler hangileriydi? Bu etkinlik/etkinliklerin hoşunuza gitmesinin nedeni nedir?

4. 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesini öğrenirken yaptığınız etkinlik ve çalışmaların size ne gibi faydaları olduğunu düşünüyorsunuz?

5. Yapılan uygulamada/çalışmada değişiklik yapmak isteseniz, neleri devam ettirir, neleri değiştirirdiniz? Nedenini açıklar mısınız?

6. Fen bilimleri derslerinin bu şekilde işlenişi derse yönelik görüş, duygu ve düşüncelerinizi değiştirdi mi? Neden? (Duygular açısından hoşlanma/hoşlanmama, ilginizin artması/ilginizin azalması vb.)

7. Fen bilimleri dersi 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinde derslerin işlenme şeklinin ünitede öğrendiğiniz fen konularıyla günlük yaşam arasında ilişki kurmanıza yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz? Nasıl? Bir örnekle açıklar mısınız?

8. Fen bilimleri dersinin 'Işığın Madde ile Etkileşimi' ünitesinde derslerin bu şekilde işlenmesi sürecinde eksik gördüğünüz yönler- yaşadığınız sorun ve zorluklar var mıydı? Varsa neler olduğunu açıklar mısınız?

EK 20. Uygulamalardan Görseller

